LUKKSEPATÖÖD ja MATERJALIÕPETUSE ALUSED

Eesti Riiklik Kirjastus

A-21884 III

N. I. MAKIJENKO, J. M. KROLIK, N. N. OSTAPENKO,
J. O. PEŠKOV, N. F. RJABOV, S. T. JUDIN

LUKKSEPATÖÖD JA MATERJALIÕPETUSE ALUSED

Lubatud NSV Liidu Ministrite Nõukogu juures asuva Tööjõureservide Peavalitsuse Õppe-Metoodilise Valitsuse poolt kasutada õpikuna mehhaniseerimiskoolides ja põllumajanduse mehhanisaatoreid ettevalmistavates tööstuskoolides

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1958

Originaali tiitel:
Н. И. Макиенко, Е. М Кролик, Н. Н. Остапенко, Е. О. Пешков, Н. Ф. Рябов, С. Т. Юдин
Слесарное дело с основами материаловедения
Сельхозгиз 1954

Tõlkinud:
H. Norman

KIRJASTUSELT

Raamat «Lukksepatööd ja materjaliõpetuse alused» on koostatud õppeprogrammi järgi, mis on kehtiv traktoristide ettevalmistamiseks kuuekuulise õppeajaga põllumajanduse mehhaniseerimise koolides, ja on ette nähtud õpikuks nende koolide õpilastele.

Raamatus tuuakse seletusi traktorite ja põllutöömasinate detailide valmistamiseks kasutatavate metallide ja sulamite saamise viisidest ning omadustest kui ka metallide töötlemise meetoditest masina-traktorijaamade tingimustes.

Erilist tähelepanu on õpikus pööratud lukksepaoperatsioonidele ja nende täitmisele traktorite lihtsamatel remonttöödel nii välitingimustes kui ka masina-traktorijaamade alalistes töökodades.

Raamatu koostamisest võtsid osa järgmised seltsimehed: N. I. Makijenko, kes kirjutas VII, VIII, X, XI ja XII peatüki, J. M. Krolik — IX ja XXI peatüki, J. O. Peškov — XV—XX peatüki, N. F. Rjabov — XIII ja XIV peatüki, N. N. Ostapenko — I, II ja III peatüki ning S. T. Judin — IV, V ja VI peatüki.

Märkused raamatu kohta palutakse saata aadressil: Tallinn, Pärnu mnt. 10, Eesti Riiklik Kirjastus, tehnilise kirjanduse toimetus.

2

Tartu Riiklik Ülikool
Raamatukogu
42729

EESSÕNA

NSV Liidu Kommunistliku Partei juhtimisel arendab nõukogude rahvas võitlust sotsialistliku põllumajanduse kõikide harude järsu tõusu eest.

Selle üldrahvaliku ülesande täitmisel kuulub eriti tähtis osa masina-traktorijaamade töötajaile. Masina-traktorijaamad on kolhoosikorra materiaal-tehniliseks baasiks ja otsustavaks jõuks kolhooside tootmisvõime arendamisel. 1953. aastal teostasid masina-traktorijaamad rohkem kui 80 protsenti kolhooside kõikidest tähtsamatest põllutöödest.

1954. a. alguseks oli masina-traktorijaamades üle 1 miljoni traktori (ümberarvutatult 15-hobujõulisteks), ligikaudu 300 000 teraviljakombaini ja palju teisi masinaid. Suurim tähtsus võitluses põllumajanduslike kultuuride ja ühiskondliku loomakasvatuse produktiivsuse tõstmise eest on masina-traktorijaamade nüüdisaegse tehnika võimalikult täielikumal ärakasutamisel. Et masina-traktorijaamade võimsat tehnikat heaperemehelikult ära kasutada, tuleb õigeaegselt ja kvaliteetselt masinaid remontida, organiseerida nende õiget tehnilist hooldamist ja korraldada nende hoolikat hoidmist.

Tehnika efektiivseks ärakasutamiseks on masina-traktorijaamades loodud traktoristidest, traktoribrigaadide brigadiiridest, nende abidest jne. püsiv mehhanisaatorite kaader.

Välistööde vaheajal tuleb masina-traktorijaamade mehhanisaatoreid kutsete ühitamise alusel kasutada remonditöökodades ja muudel töödel.

Masina-traktorijaamade kaadri ettevalmistuse põhjalikuks parandamiseks tunnistas NLKP KK 1953. a. septembripleenum tarvilikuks üle minna mehhanisaatorite ettevalmistamisele selle süsteemi järgi, mida kasutavad tööstuskoolid ja muud seda tüüpi õppeasutused kvalifitseeritud kaadri ettevalmistamiseks tööstusele. See süsteem

peab kindlustama mehhanisaatoritele vajalike tehniliste teadmiste omandamise.

Traktoristide õppeprogrammis on antud tähtis koht lukksepatööde tundmaõppimisele. Iga traktorist ei pea mitte ainult täielikult tundma oma masinat, vaid kutsete ühitamise alusel ära õppima ka lukksepatööala. Lukksepatööde põhialuseid tundmata ei suuda traktorist traktorit tehniliselt kõrgekvaliteediliselt hooldada ega edukalt remontida.

Õpikute hulka, mis on tarvilikud põllumajanduse mehhaniseerimise koolide ja kursuste võrgus mehhanisaatorite ettevalmistamisel, kuulub ka käesolev «Lukksepatööd ja materjaliõpetuse alused».

Autorid seadsid endale ülesandeks anda selles õpikus vajalikke algteadmisi materjalidest, mida kasutatakse põllutöömasinate ja traktorite detailide valmistamisel, kirjeldada lühidalt neid lukksepatööde põhiliike, mida rakendatakse traktorite, kombainide ja teiste masinate remondi puhul, ja anda juhendeid nende tööde õigeks organiseerimiseks.

Need teadmised peaksid aitama masinaid tehniliselt õigesti hooldada.

Autorid ei eelda, et nende poolt koostatud õpik oleks igasuguste puudusteta, ja on ette tänulikud kõikidele üksikisikutele ja organisatsioonidele, kes juhivad tähelepanu puudustele ja võimaldavad seega neid raamatu edaspidisel viimistlemisel kõrvaldada.

Autorid.

I OSA

MATERJALIÕPETUSE ALUSED

I PEATÜKK

ÜLDTEADMISI METALLIDEST JA SULAMITEST NING NENDE OMADUSTEST

1. Üldteadmisi metallidest ja sulamitest

Selleks et masinaid ja põllutööriistu otstarbekohaselt kasutada, neid õigesti hooldada ning parandada võimalikke defekte, on igal põllumajanduse mehhanisaatoril tarvis teada põllumajanduses kasutatavate metallide ja muude materjalide koostisi, omadusi ja otstarvet.

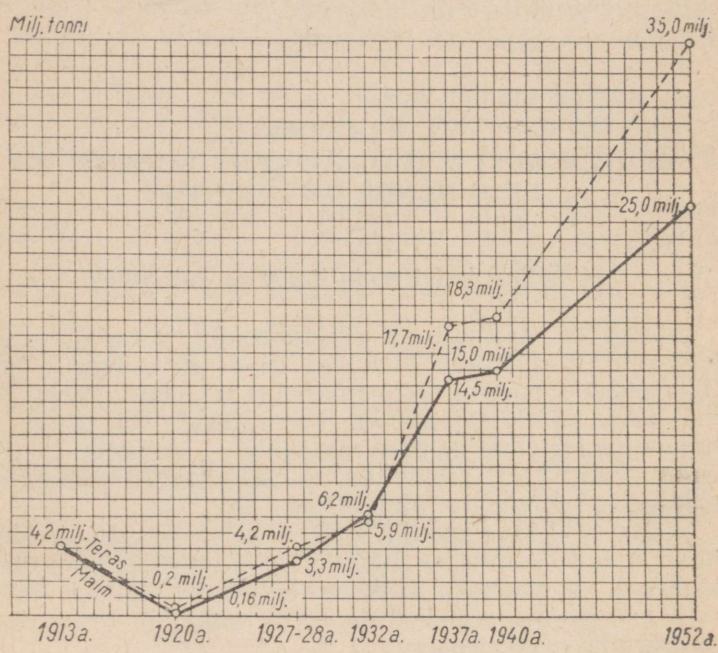
Masinaehituses, seehulgas ka põllumajandusmasinate ehituses on põhimaterjalideks metallid.

Riigis toodetava metalli hulk määrab rahvamajanduse kõigi harude arenemise astme. Partei ja valitsus on meie kodumaa ökonoomika kõikidel arenemisetappidel pööranud metallurgia seisukorrale, eriti malmi ja terase tootmisele, erilist tähelepanu.

Musta metallurgia arenemist näitavad joonisel 1 toodud andmed malmi- ja terasetoodangu kasvu kohta 1913. aastast kuni käesoleva ajani.

Revolutsioonieelne Venemaa oli mustade metallide tootmise alal majanduslikult arenenud maade hulgas ühel viimasel kohal: sõjaeelsel, 1913. aastal toodeti Venemaal kõigest 4,2 miljonit tonni malmi ja samapalju terast. 1920. aastaks, s. t. esimese imperialistliku sõja ja kodusõja lõpuks oli metallide tootmine peaaegu täiesti seisma jäänud. Oli tarvis nõukogude rahva kangelaslikke jõupingutusi, et aastateks 1927—1928 taastada, viisaastakute vältel aga kaugelt ületada malmi- ja terasetoodangu revolutsioonieelne tase. 1940. a. saadi NSV Liidus juba 15 miljonit tonni malmi ja 18,3 miljonit tonni terast, kuna

1953. aastal, vaatamata määratu suurtele purustustele tähtsates tööstusrajoonides, mida põhjustas nende ajutine okupeerimine saksa fašistide poolt, sulatati meie maal terast 38 miljonit tonni [1], s. t. kaks korda rohkem kui 1940. aastal.



Joon. 1. Malmi- ja terasetoodang meie maal 1913. a. kuni 1952. a.

Mustade metallide toodangu kasv on väga tähtsaks, kuid mitte ainsaks näitajaks NSV Liidu rahvamajanduse kõikide harude üldisel võimsal tõusul, mida meie maa saavutas nii töötootlikkuse kui ka tootmisprotsesside mehhaniseerimise ja automatiseerimise pideva suurenemise tulemusel.

1953. aastal ületas NSV Liidu tööstusliku tootmise kogumaht kahe ja poole kordselt sõjaeelse 1940. a. taseme.

[1] Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei Keskkomitee üleskutse kõigile valijatele — «Rahva Hääl» 11. veebr. 1954.

Põllumajandus sai 1953. aastal 139 000 üldotstarbelist (ümberarvutatult 15-hobujõulisteks) ja 18 000 vahelthari-mistraktorit, 41 000 teraviljakombaini, 69 000 veoautot ja üle 2 miljoni pinnaseharimise riista, külvi-, koristus- ja muu põllutöömasina.

*

Teadmised metallidest omandasid teaduse iseloomu alles möödunud sajandil seoses edusammudega füüsikas, keemias ja teistes teadustes.

Metallide teaduse — metallideõpetuse — arenemises on erakordselt suuri teeneid paljudel meie kaasmaalastel ja eelkõige silmapaistvatel vene teadlastel — P. P. Anossovil, kes metallide uurimisel rakendas esmakordselt mikroskoopi, ja D. K. Tšernovil, kes töötas välja teaduslikke meetodeid metallide uurimiseks ning rajas teaduse metallide sisemisest ehitusest.

Metalliõpetuse edasises arenemises on suuri teeneid nõukogude teadlastel N. S. Kurnakovil, A. A. Baikovil, A. A. Botšvaril, S. S. Šteinbergil ja paljudel teistel. Silmapaistev osa metallide tootmise teooria ja praktika väljatöötamises kuulub akadeemikutele M. A. Pavlovile, I. P. Bardinile ja reale teistele teaduslikele ning tootmisala töötajaile.

Metallide teadusliku uurimise edusammudel on määratu suur praktiline tähtsus, kuna need võimaldavad metallide töötlemise viiside ja nende mitmesuguseks otstarbeks kasutamise küsimusi õigesti lahendada.

*

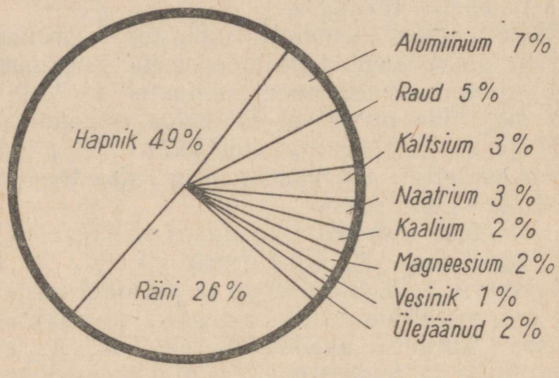
Metallideks selle sõna otseses mõttes nimetatakse keemilisi elemente (s. o. ühesugustest aatomitest koosnevaid lihtaineid) teatavate kindlate, metallidele iseloomulike tunnustega. Üldse tuntakse üle 100 keemilise elemendi, milledest 70 on metallid.

Metallide iseloomulikeks tunnusteks on nende väline läige, läbipaistmatus ja hea soojuse- ning elektrijuhtivus. Enamus metalle on peale selle sepistatavad ja keevitatavad.

Metallide praktiline tähtsus on väga erinev. Tehnikas kasutatakse laialdasemalt ainult niisuguseid metalle, mis esinevad maakoores ja on saadaval suuremal hulgal, on

hästi töödeldavad ja teiste vajalike omadustega. Selliste ehk, nagu neid nimetatakse, tehniliste metallide hulgas on suurima tähtsusega raud, alumiinium, vask, tina, seatina, tsink, nikkel, magneesium, kroom jt.

Kujutluse metallide levikust maakoores annab joonis 2, millest järgneb, et maakoores esineb kõige suuremal määral alumiiniumi ja rauda. Sellega on seletatav raua suurim tööstuslik tähtsus ja kasvav osatähtsus alumiiniumil, mida hakati tootma märksa hiljem kui rauda.



Joon. 2. Elementide levik maakoores.

Praktikas ei nimetata sageli metallideks mitte ainult keemilisi elemente, vaid ka metallide ühendeid teiste ainetega, s. o. liitaineid. Nii näiteks nimetatakse metallideks ka malmi ja terast, vaatamata sellele, et nende koostisse kuuluvad peale raua ka veel süsinik, räni, mangaan, fosfor ja väävel. Seetõttu, et niisuguseid liitmetalle saadakse tavaliselt sulatamise teel, on neid õigem nimetada sulamiteks. Tuleb siiski meeles pidada, et «sulami» mõistet kasutatakse sageli ka ühendite puhul, mida saadakse muul viisil, näiteks paagutamise või kokkusurumise teel.

Tööstuses on metallide sulamitel suur osatähtsus. Piisab peale malmi ja terase veel selliste üldtuntud sulamite mainimisest, nagu pronks, messing, duralumiin, babiit jt., et saada pilti, kuivõrd laialdaselt kasutatakse sulameid.

Metallide sulameid on väga mitmesuguseid, sest nende koostisse võib kuuluda kaks, kolm ja enam elementi ning seejuures erinevas hulgalises vahekorras. Peale selle või-

vad sulamite elementide vahel tekkida mitmesugust liiki seosed, milledest on lähemalt juttu järgnevas punktis «Mõisteid metallide ja sulamite sisemisest ehitusest».

Metallide ja sulamite omadused ei ole püsivad, vaid muutuvad sõltuvalt nende tootmise ja töötlemise tingimustest. Nii näiteks võib ühel ja samal kindla koostisega metallil või sulamil olla erinev tugevus, kõvadus ja muud omadused, sõltuvalt sellest, kas pärast metalli või sulami tardumist teda valtsiti, sepistati ja töödeldi termiliselt või mitte. Ühe ja sama koostisega terast on võimalik saada pehmena, mehaaniliselt hõlpsalt töödeldavana või siis väga kõvana, mis ei lase ennast selliselt töödelda.

Sellest järeldub, et metallide ja sulamite õigeks kasutamiseks ei ole tarvis mitte ainult osata uurida nende omadusi, vaid ka tundma õppida tingimusi, millede juures need omadused muutuvad.

2. Mõisteid metallide ja sulamite sisemisest ehitusest

Metallide ja sulamite tundmaõppimine võimaldas teadlastel jõuda järeldusele, et metallide ja sulamite omaduste muutumine on tingitud sellest, et osakesed, milledest nad koosnevad, võtavad erinevates tingimustes isesuguse vastastikuse asendi. Metallide osakeste (aatomite, molekulide) ühe- või teistsugust asetsemist nimetatakse metallide sisemiseks ehituseks ehk struktuuriks. Nüüdisaegne metallideõpetus kujutab endast teadust, mis uurib metallide struktuuri ja seost nende struktuuri ja omaduste vahel.

Kõik tahked kehad jagunevad oma struktuurilt kahte gruppi — kristallilisteks ja amorfseteks. Amorfsete kehade hulka kuuluvad klaas, vaigud, plastmassid ja mõned mineraalid. Nende kehade osakeste asetus on korrapäratu.

Kristallilised kehad, sealhulgas kõik metallid, erinevad amorfsetest selle poolest, et nende osakeste asetus on geomeetriliselt korrapärane.

Metallide omadused sõltuvad kristallide kujust, üksikuid kristalle moodustavate osakeste arvust, osakeste vahekaugusest kristallides ning kristallide vastastikusest asetsemisest.

Suurt mõju avaldavad metallide omadustele ka kristalliseerumisprotsessi iseärasused, s. o. nähted, mis kaasnevad metallide üleminekuga vedelast olekust tahkesse.

Tardumisprotsessi skeem on kujutatud joonisel 3. Iga metalli puhul kindlal temperatuuril tekivad vedelas metallis õige väikesed kristallide grupid, mida nimetatakse kristalliseerumise tuumadeks (joon. 3, *a*). Edasisel jahtumisel on märgata varem tekkinud gruppide kasvamist ja uute tuumade tekkimist (joon. 3, *b, c, d, e*). Enne täielikku tahkumist kaotavad kristallid võimaluse vabaks kasvamiseks ja vastastikune rõhumine moonutab nende korrapärase kuju (joon. 3, *f*). Nii näeme me tardunud metalli murdekohal juba korrapäratu kujuga kristalle, mida nimetatakse teradeks.

Terade tekkimise protsess on suure praktilise tähtsusega, sest metalli omadused sõltuvad terade asetusest, nende kujust ja eriti nende suurusest. Selle avastas esmakordselt D. K. Tšernov. Ta tegi kindlaks, et suurtükiraudade katkemiskohtades on teras jämedateralise ehitusega ja nõrgem kui peeneteraline teras.

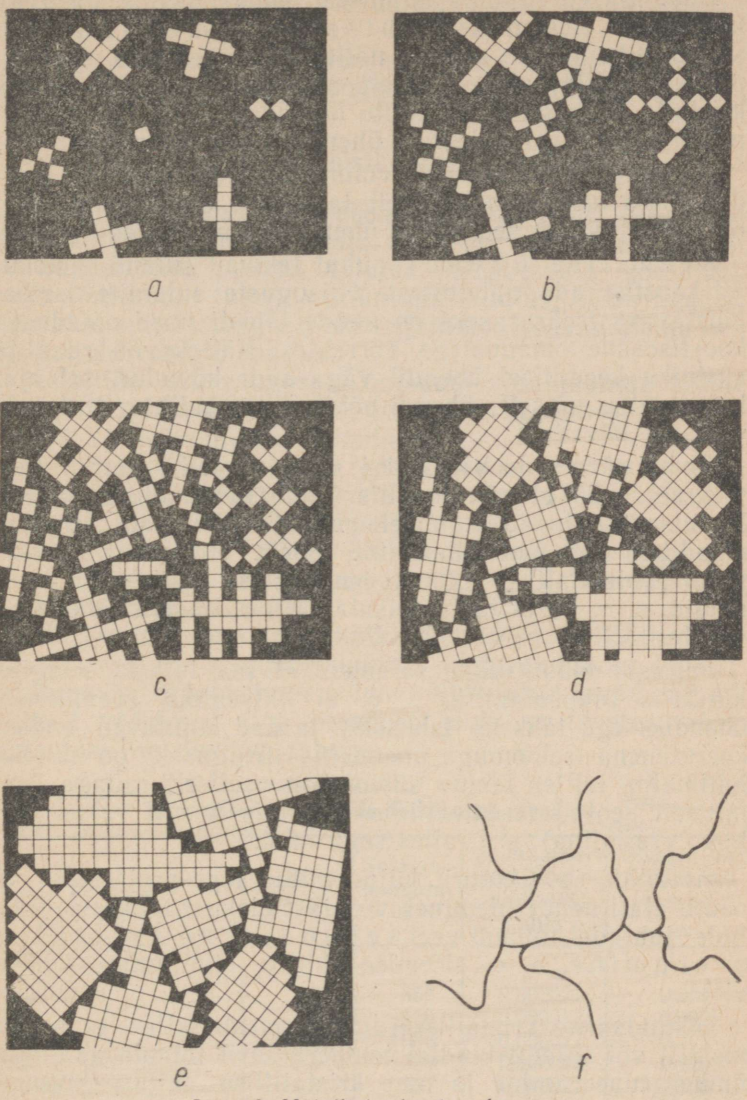
Terade suurust ehk, nagu seda on hakatud nimetama, «teralisust» on metalli murdekohal võimalik hinnata vaid ligikaudselt. Õige kujutluse teradest annab metallide lihvi metallograafiline uurimine. Lihviks nimetatakse metalli hoolikalt poleeritud ja erilahusega söövitatud pinda. Pärast söövitamist võtab see pind joonisel 3, *f* näidatud ilme. Tumedad kõverad kujutavad endast terade piirjooni. Terade suurust iseloomustab nende arv lihvi pinna 1 cm^2 kohta.

Käesoleval ajal on metallide struktuuri uurimiseks välja töötatud palju mitmesuguseid meetodeid. Suur tähtsus on metallide uurimisel väga tugevate mikroskoopidega, mis suurendavad 3000 korda ja enam. Niinimetatud elektronmikroskoobid võimaldavad saada isegi kümneid ja sadu tuhandeid korda suurendatud kujutusi. Röntgenikiirte kasutamine võimaldas koguni kindlaks teha aatomite asetust kristallide sees ja aatomitevahelisi kaugusi kristallides.

*

Sulamid on liitained ja nende struktuur on keerulisem kui metallidel. Sulamite sisemine ehitus sõltub peamiselt seostest, mis tekivad sulami koostisse kuuluvate elementide vahel.

Selles suhtes võib sulameid jaotada kahte gruppi — ebaühtlasteks ja ühtlasteks.



Joon. 3. Metalli tardumise skeem.

Ebaühtlased sulamid kujutavad endast nende koostisse kuuluvate elementide *lihtsat ehk mehaanilist segu*. Ebaühtlase sulami näitena võib esitada seatina-pronksi, milles võib hõlpsalt avastada vase ja seatina kristalle. Niisuguste sulamite omadused sõltuvad sellest, missugusel määral leidub ühendis selle koostisosi.

Ühtlastes sulamites pole võimalik nende koostisosi eraldada ega neid mehaaniliselt lahutada. Ühtlasi sulameid on kahte liiki: a) keemilised ühendid ja b) tahked lahused.

Keemilise ühendi puhul tekivad sulami molekulid koostisosade aatomitest. Niisuguste sulamite iseloomustavaks iseärasuseks on nende täiesti uued omadused koostisosade omadustega võrreldes. Näiteks on raua ja süsiniku keemilisel ühendil väga suur kõvadus, sel ajal kui raual, s. o. selle ühendi põhikomponendil on 10 korda väiksem kõvadus.

Tahketeks lahusteks nimetatavad sulamid tekivad sel teel, et põhimetallis lahustuvad antud sulami koostisse kuuluvad muud elemendid. Niisuguste sulamite omadused sõltuvad lahustatud ainete hulgast ega erine palju põhimetalli — lahusti omadustest. Näiteks on messingid, s. o. vase- ja tsingisulamid omadustelt lähedased vasele.

Paljusid tööstuslikke sulameid ei saa lugeda mingiks kindlaks tüüpsulamiks, s. o. ei lihtseguks, keemiliseks ühendiks ega tahkeks lahuseks, ja nad kujutavad endast keerulisema iseloomuga ühendeid. Niisuguseks on näiteks hallmalm, milles leiduv süsinik on osaliselt rauaga keemiliselt seotud (tsementiidina), osaliselt aga vabas olekus (grafiidina), s. t. alles segu näol.

Metallide struktuuri kujunemise lõpp-protsessiks ei osutu alati nende üleminek vedelast olekust tahkesse. Paljudel juhtudel toimub veel *sekundaarne kristalliseerumine*, s. o. sisemise ehituse muutumine tahkes olekus.

Sekundaarne kristalliseerumine seisab selles, et antud metalli või sulami kindlal temperatuuril toimub aatomite ümbergrupeerumine ja uue kristallilise ehituse kujunemine.

Sekundaarsel kristalliseerumisel on suur tähtsus, sest selle tagajärjel saab metall või sulam uued omadused. Eriti on terase omaduste muutumine selle termilisel töötl-

lemisel seletatav tahkes olekus toimuvate struktuurimuutustega.

Niisiis sõltuvad metallide omadused nende sisemisest ehitusest ja muutuvad sisemise ehituse muutumisel.

3. Metallide füüsikalised omadused

Metallide ja sulamite ülesandest sõltuvalt esitatakse neile kõige mitmekesisemaid nõudeid: masinate töötavatel osadel, mis peavad taluma märgatavaid koormusi, peab olema suur tugevus ja kulumiskindlus; lõikeriistadelt nõutakse suurt kõvadust; elektrijuhtmed peavad olema hea elektrijuhtivusega jne.

Metallide mitmesuguseid omadusi võib jaotada kolme gruppi: 1) füüsikalised omadused, 2) keemilised omadused ja 3) mehaanilised omadused.

Metallide füüsikaliste ja keemiliste omaduste tundmaõppimisele ja nende omaduste uurimise viiside väljatöötamisele on pühendatud paljude väljapaistvate kodumaiste teadlaste tööd. Erilisi teeneid on sel alal D. K. Tšernovil, N. S. Kurnakovil, G. V. Kurdjumovil, A. M. Dõmovil ja teistel.

Füüsikaliste omaduste hulka kuuluvad: erikaal, sulamistemperatuur, soojuspaisumine, soojusejuhtivus, elektrijuhtivus ja magneetumisvõime. Nimetatud omaduste arvulised väärtused (iga omaduse jaoks vastavates mõõtühikutes) on toodud tabelis 1.

Tabel 1

Tähtsaimate metallide füüsikalisi omadusi

Metallid	Erikaal g/cm³	Sulamistemperatuur °C	Joonpaisumise koefitsient 1°C kohta	Elektriline eritakistus $\frac{\Omega\ mm^2}{m}$
Alumiinium	2,7	658	0,000021	0,027
Raud	7,8	1535	0,000012	0,092
Vask	8,9	1083	0,000017	0,017
Tina	7,3	232	0,000023	0,120
Seatina	11,3	327	0,000027	0,100
Tsink	7,1	419	0,000030	0,060
Magneesium	1,7	651	0,000026	0,047
Nikkel	8,9	1452	0,000013	0,069
Kroom	7,1	1615	0,000008	0,026
Volfram	19,3	3370	0,000004	0,056

Erikaaluks nimetatakse antud metalli ühe kuupsentimeetri kaalu grammides.

Praktikas tekib sageli vajadus määrata suurte toodete kaalu ilma neid kaalumata või määrata keerulise kujuga toodete mahtu ilma neid üle mõõtmata. Niisugustel juhtudel on hõlbus kasutada arvulisi vahekordi erikaalu γ, kogukaalu P ja mahu V vahel:

$$\text{erikaal } \gamma = \frac{\text{keha kogukaal } P \text{ grammides}}{\text{keha maht } V \text{ kuupsentimeetrites}}$$

Siit:

$$\text{keha kogukaal } P = \text{erikaal } \gamma \cdot \text{maht } V;$$

$$\text{keha maht } V = \frac{\text{keha kogukaal } P}{\text{erikaal } \gamma}$$

Sulamistemperatuuri teadmine on tarvilik: valamistöödel, kui sulatatakse metalle nende valamiseks vormidesse; metallide jootmisel, keevitamisel ja kuumalt tinutamisel või tsinkimisel; sulamite valmistamisel jne. Sulamistemperatuuri tuleb arvestada ka masinate hõõrduvate osade, näiteks laagrite töötamisel, kui toimub nende kuumenemine.

Metallide soojuspaisumist, s. o. nende mahu ja joonmõõtmete muutumist soojenemisel arvestatakse täpsete mõõteriistade kasutamisel, metallide kuumstantsimisel ja paljudel teistel juhtudel.

Et arvutada metallide pikenemist soojendamisel, kasutatakse joonpaisumise koefitsientideks nimetatavaid eriarve (vt. tabel 1). Need arvud näitavad antud metalli pikkuseühiku (1 mm) suurenemist soojenemisel 1°C võrra.

Metallide elektrijuhtivust mõõdetakse tavaliselt selle omaduse vastupidise suurusega — eritakistusega. Eritakistuseks nimetatakse 1 m pikkuse ja 1 mm² ristlõikega metalljuhtme takistust oomides (Ω). Tabelis 1 toodud arvud näitavad, et parimateks elektrijuhtideks on vask ja alumiinium, s. t. väikseima elektrilise takistusega metallid.

Soojusejuhtivuselt paiknevad metallid samas järjekorras nagu elektrijuhtivuseltki: parimad elektrivoolu juhid on ühtlasi ka parimateks soojusejuhtideks ja ümberpöördult.

Magnetilised omadused esinevad ainult raual ja selle sulamitel ning vähesel määral ka niklil ja koo-

baltil. Ülejäänud metallid osutuvad praktiliselt mittemagnetilisteks.

4. Metallide keemilised omadused

Füüsikalised omadused avalduvad nähetena, millede puhul ei toimu aine muutumist. Nii näiteks ei muutu metallide omadused nende kuumutamisel, nendest elektrivoolu ja soojuse läbijuhtimisel, nende sulatamisel ja magneetimisel.

Keemiliste nähete puhul, erinevalt füüsikalistest, muutuvad metallid teisteks ja teistsuguse omadustega aineteks. Metallide niisugused muutumised toimuvad üsna sageli: metallid korrodeeruvad ümbritseva keskkonna mõjul, oksüdeeruvad kõrge temperatuuri juures, muutuvad hapete ja leeliste toimel teisteks aineteks jne. Keemilistest nähetest on eriti suure tähtsusega *metallide korrosioon*, s. o. metallide hävimine, mis toimub tavalistes temperatuuritingimustes õhuhapniku, niiskuse ja muude ainete toimel. Korrosioon tekitab rahvamajandusele määratu suurt kahju.

Metallid korrodeeruvad erineva kiirusega ja mitmesugusel kujul. Korrosiooni esineb kolmel põhikujul: 1) ühtlane — kogu välispinna ulatuses, 2) kollete viisi ehk kohalik — üksikutes kohtades ja 3) sügav — metalliterade vahel.

Tehnikas on välja töötatud mitmed abinõud, et takistada metallide hävimist korrosiooni tõttu. Nende hulka kuuluvad:

1) korrosioonikindlate sulamite, nagu roostekindla terase vms. valmistamine;

2) toodete kaitsmine õhukeste oksüüdikihtidega — oksüdeerimine, mida saavutatakse toodete hoidmisega mitmesuguse koostisega vedelikes või toodete kuumutamisega, neid enne seda eriainetega kattes;

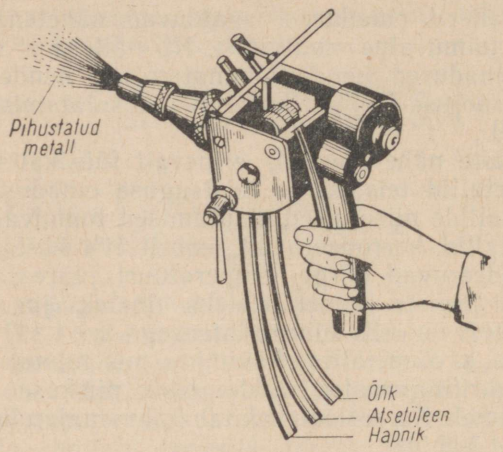
3) mittemetallist katted: värvimine, lakkimine ja emailimine;

4) metallidega katmine: tinutamine, tsinkimine, nikeldamine, kroomimine, vasetamine jne.

Metallidega katmise viisid on väga mitmesugused. Tähtsamad nendest on järgmised:

sulametalli sisse kastmine, kus tooted kattuvad õhukese metallikihiga;

metallitamine, mille puhul toote pinnale kantakse teist sulametalli pihustamise teel erilise aparaadi — metallitamispüstoli abil (joon. 4);



Joon. 4. Metallitamispüstol.

elektrolüütiline katmine, mille puhul tooted asetatakse kattemetalli soolasid sisaldavasse veelahusesse, kust juhitakse läbi elektrivool, mis eraldab lahusest kattemetalli ja sadestab selle tootele.

Eelloetletud ja mitmed teised metallide korrosiooni kaitseks rakendatavad tehnilised abinõud ei muuda ülearusteks niisuguste korrosiooni vastu võitlemise viiside rakendamist, nagu metallide hoidmine kuivades, tuulutatavates ruumides, masinate ja tööriistade tähelepanelik hooldamine, vanametalli õigeaegne ärakasutamine jne.

Metallide ja sulamite keemilised muutused ei toimu ainult tavalistes tingimustes. Nii näiteks tekib terasdetailide pinnal nende sepistamiseks või valtsimiseks kuumutamisel tagikiht. See põhjustab detailide kaalu vähenemist, mida nimetatakse «ärapõlemiseks».

Metalle, mis ei oksüdeeru kõrgete temperatuurideni kuumutatult, nimetatakse k u u m a k i n d l a t e k s. Niisuguseid metalle kasutatakse sisepõlemismootorite tugevasti

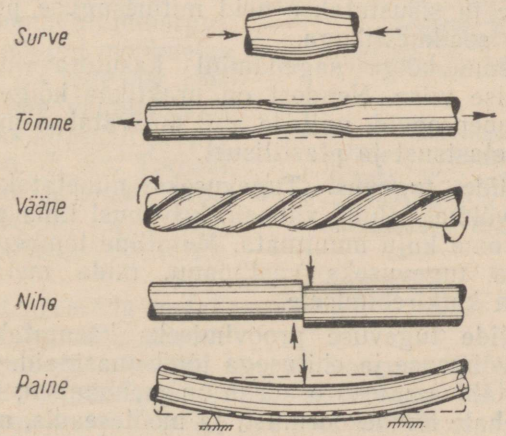
kuumenevate detailide ja teiste taoliste masinaosade valmistamiseks. On tarvis ainult tähendada, et metallide kuumakindluse all ei mõisteta tavaliselt mitte ainult nende tagikindlust, vaid ka metallide võimet säilitada kõrgetel temperatuuridel oma mehaanilisi omadusi.

Üksikutel juhtudel puutuvad metallid kokku hapete ja leelistega. Nende ainete mõju erinevatele metallidele pole ühesugune, s. o. metallide happe- ja leelisekindlus on väga erinev.

Metallide tähtsamad keemilised omadused on seega järgmised: korrodeerumine suuremal või vähemal määral, tagi tekitamine, hapete ja leeliste toimele allumine. Nende omaduste tundmine võimaldab valida õigesti metalle toodete valmistamiseks, mis töötavad mitmesugustes temperatuuritingimustes ja mitmesugustes keskkondades.

5. Metallide mehaanilised omadused ja nende määramise viisid

Metallid peavad nii töötlemisel kui ka masinaosadena või tööriistadena töötamisel taluma välisjõudude mõju. Need jõud ehk, nagu neid nimetatakse, k o o r m u s e d võivad olla väga mitmesuguse iseloomuga. Koormused või-



Joon. 5. Tähtsamad deformatsiooniliigid.

vad olla nii väikesed kui ka õige suured (koormuste suurust mõõdetakse kilogrammides). Mõjumise kestuselt ja iseloomult võib tegemist olla püsivate, muutuvate, rahulike ja löökkoormustega. Metallile mõjumise viisilt, mis põhjustab ühe- või teistsugust kujumuutust, tehakse vahet surve-, tõmbe-, väände-, nihke-, painde- ja muude koormuste vahel (joon. 5.)

Koormuste rakendamisel on võimalik vastavate katsetega kindlaks teha metallide mehaanilisi omadusi, s. o. nende tugevust, elastsust, plastilisust, kõvadust, löögisitkust ja muid omadusi. Nende omaduste hindamiseks proovitakse metalle eri aparaatide ja masinate abil.

Mehaaniliste omaduste proovimisviisid on väga mitmesugused sõltuvalt sellest, kuidas on rakendatud ja mõjuvad metallidele koormused.

Metallid peavad ühtedes proovimisaparaatides ja -masinates taluma aeglase toimega koormusi, teistes aga kiireid, löökkoormusi. Ühtedes masinates tekitatakse tõmmet, teistes survet või painet jne.

Mehaanilisteks proovimisteks valmistatakse metallist kõigepealt kindla kuju ja suurusega proovikehad. Proovimise tulemusi mõõdetakse teatavates kindlates ühikutes. See on tarvilik selleks, et proovimistel saadud andmeid oleks võimalik hõlpsalt võrrelda.

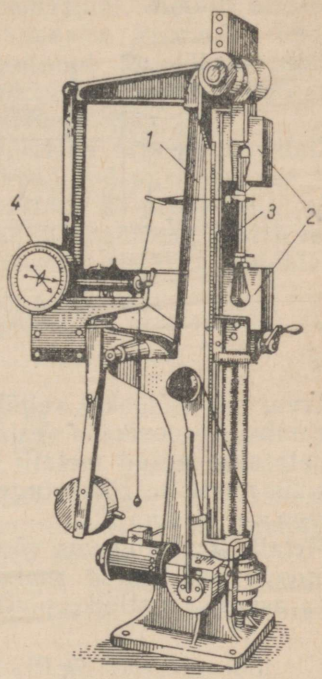
Metallide mehaaniliste omaduste tundmisel on niivõrd suur tähtsus, et tehaste juures asutatakse eri laboratooriume ja sisustatakse neid mitmesuguse proovimiseks vajaliku seadmestikuga.

Vaatleme kõige sagedamini kasutatavaid metallide proovimise viise. Nendest on praktikas kõige tähtsamateks tõmbeproovid, millede abil määratakse metallide tugevust, elastsust ja plastilisust.

Metallide tugevus. Tugevuseks nimetatakse tahkete kehade võimet taluda väliseid koormusi ilma purunemata ja ilma oma kuju muutmata. Metallide tõmbeproovil võib nimetada tugevuseks vastupanu, mida metall suudab avaldada katkirebimisele.

Metallide tugevuse proovimiseks kasutatakse mitmesuguse võimsuse ja ehitusega tõmbemasinaid. Iga tõmbemasina tähtsamateks osadeks on mehhanism, mis tekitab proovikehale tõmbekoormust, ja mõõteseadis, mis mõõdab proovikehale rakendatud jõu suurust. Joonisel 6 on kujutatud P5-tüüpi tõmbemasin. Selle peaosaks on kere *1*.

Padrunitesse *2* kinnitatakse proovimisel proovikeha *3*. Ülemine padrun on kere külge liikumatult kinnitatud; alumine padrun liigub proovimise ajal erilise mehhanismi abil aeglaselt allapoole ning tekitab proovikehas tõmbejõu. Proovikehale mõjuvat koormust on igal proovimise hetkel võimalik määrata osuti asendi järgi tõmbejõu mõõteseadise skaalal *4*. Tõmbemasinate tõmbejõud on mitmesugune ja tõuseb mõnel masinal üle 50 t.



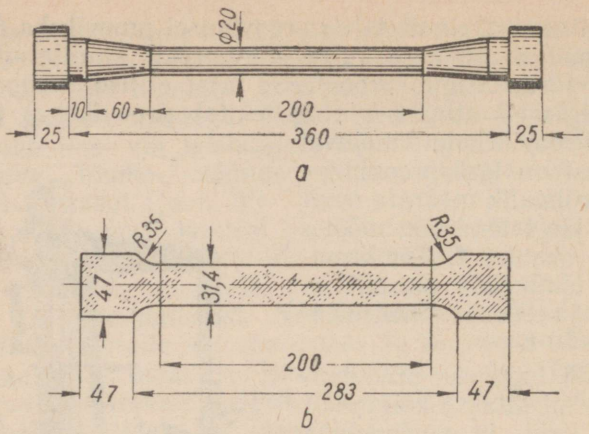
Joon. 6. Tõmbemasin metallide proovimiseks:
1 — kere; *2* — padrunid; *3* — proovikeha; *4* — jõu mõõteseadise skaala.

Metalli tugevuse proovimiseks valmistatakse kõigepealt kindla kuju ja mõõtmetega proovikehad. Proovikehade arvutuspikkus võetakse kümme või viis korda suurem selle läbimõõdust, kusjuures normaalseks proovikehaks loetakse 20 mm läbimõõduga proovikeha.

Joonisel 7 on kujutatud ümmarguse ja lameda ristlõikega tüüpilised proovikehad.

Kui metalli profiil ei võimalda valmistada ümmargusi proovikehi nõutud mõõtmetes, näiteks kui on tegemist lehtmetalliga, siis valmistatakse proovimiseks lamedad proovikehad (joon. 7, *b*). Torusid, peeni varbu ja traati proovitakse vahetult, s. o. nendest proovikehi valmistamata.

Selleks et arvutada metalli tugevust, märgitakse proovikeha katkemisele eelnenud suurim koormus ja jagatakse see proovikeha esialgse ristlõike pindalaga. Sel viisil on võimalik saada näitajaid, mis on käepärased mitmesuguste metallide tugevuse võrdlemiseks proovikehade mistahes mõõtmete ja ristlõike kuju puhul.



Joon. 7. Proovikehad tõmbetugevuse määramiseks:
a — ümmargune; *b* — lame.

Arvu, mis saadakse eeltähendatud suurima koormuse P jagamisel proovikeha esialgse ristlõike pindalaga F_0, nimetatakse antud metalli katketugevuseks tõmbel ehk lühemalt ka tõmbetugevuseks ja tähistatakse kreeka tähega σ_b (sigma).

Metalli tõmbetugevus võrdub järelikult proovikeha tõmbeproovil saavutatud maksimaalse koormuse ja proovikeha esialgse ristlõike pindala suhtega, s. t.

$$\sigma_b = \frac{P \text{ kg}}{F_0 \text{ mm}^2}.$$

Näide. Leida vase tõmbetugevus, kui maksimaalne koormus lameda vasest proovikeha tõmbeproovil oli 1760 kg. Proovikeha laius oli 20 mm ja paksus 4 mm.

Proovikeha ristlõike pindala $F_0 = 20 \cdot 4 = 80$ mm². Tõmbetugevus

$$\sigma_b = \frac{P}{F_0} = \frac{1760 \text{ kg}}{80 \text{ mm}^2} = 22 \text{ kg/mm}^2.$$

Alljärgnevalt on toodud mõnede metallide tõmbetugevuse andmed (kg/mm²):

seatina	1,8	vask	22
tina	2	raud	25
alumiinium	8	nikkel	50
tsink	15	volfram	150

Metallide elastsus. Elastsuseks nimetatakse metallide võimet muuta oma kuju välise koormuse mõjul ja taastada oma esialgne kuju pärast koormuse mõjumise lakkamist.

Selleks et määrata metalli elastsust, on võimalik nagu tõmbeproovilgi kasutada tõmbemasinat. Metalli elastsuse proovimine seisab selle maksimaalse koormuse leidmises, mille puhul pikemaks venitatud proovikeha suudab veel taastada oma esialgse pikkuse. Niisugust koormust nimetatakse antud metalli elastsusepiiriks.

Selleks et oleks võimalik võrrelda erinevate metallide elastsust, ei piisa ainult eeltähendatud piirkoormuse suuruse teadmisest. On tarvis arvestada ka proovikeha mõõtmeid, mispärast, nagu tugevuse määramiselgi, tuleb leida selle piirkoormuse P_e ja proovikeha ristlõike pindala F_0 suhe.

Sel viisil leitud suurust nimetatakse elastsusepiiriks ja tähistatakse tähega σ_e.

Niisiis

$$\sigma_e = \frac{P_e \text{ kg}}{F_0 \text{ mm}^2}.$$

Kui näiteks elastsusepiir on 32 kg/mm², siis tähendab see järgmist: niikaua kui tõmbeproovil proovikeha ristlõike pindala 1 mm² kohta tulev koormus ei ületa 32 kg, ei teki proovikehal jääkpikenemist (koormuse kõrvaldamisel säilivat pikenemist). Kuni selle piirini on proovikeha pikenemised elastsed.

On arusaadav, et masinate mitmesugustele töötavatele osadele lubatavate koormuste määramisel osutub nende detailide materjali elastsusepiiri teadmine tingimata tarvilikuks, kuna koormamine üle elastsusepiiri põhjustab detailide kujumuutusi ja nende kõlbmatuks muutumist. Mitmesugustel metallidel on elastsusepiiri suurus väga erinev, näiteks seatinal 0,25 kg/mm², vasel 2,5 kg/mm², mõnedel terasesortidel aga 30 kg/mm² ja üle selle.

Metallide plastilisus. Metallide plastilisust määratakse samuti tõmbeprooviga. See omadus avaldub selles, et mitmesugustest metallidest valmistatud proovikehad pikenevad koormuse mõjul erineval määral, kuna nende ristlõige aheneb. Mida rohkem proovikeha suudab pikeneda ja selle ristlõige aheneda, seda plastilisem on proovikeha metall. Plastilisuseks nimetatakse järelikult metalli oma-

dust muuta ilma purunemata oma kuju koormuse mõjul ja säilitada muutunud kuju pärast koormuse kõrvaldamist.

Metallide plastilisuse määramine on tarvilik sellepärast, et plastilisi metalle on võimalik survega töödelda, s. o. valmistada valuplokkidest nende valtsimise teel ribasid, lehti, varbu, rööpaid ja palju muid tooteid ning toorikuid.

Vastupidiselt plastilistele metallidele purunevad haprad metallid koormuse mõjul oma kuju muutmata. Tõmbemasinal proovimisel purunevad haprad proovikehad järsku, ilma pikenemiseta.

Haprus on negatiivseks omaduseks ning masinaosade valmistamiseks on täiesti kohane mitte ainult tugev, vaid ka teataval määral plastiline metall.

Selleks et saada teatavat kujutlust metalli plastilisusest ja määrata selle arvulist suurust, kasutatakse kahte mõõtühikut: suhtelist pikenemist ja suhtelist ahenemist tõmbel.

Suhtelise pikenemise suurust määratakse tõmbemasina abil järgmisel viisil.

Kõigepealt arvutatakse proovikeha üldine pikenemine $l_1 - l$, s. t. selle pikkusest katkemise hetkel l_1 lahutatakse esialgne pikkus l. Saadud vahe võiks olla metallide plastilisuse näitajaks ainult sel juhul, kui proovikehade pikkus oleks alati ühesugune.

Proovikehade erineva algpikkuse puhul osutuksid aga nende pikenemised metallide plastilisuse võrdlemisel ebaküllaldasteks, kuna pikemad proovikehad pikeneksid tõmbekatsel rohkem kui samast metallist valmistatud lühikesed proovikehad.

Selleks et võrrelda erinevate metallide plastilisust, on tarvis arvestada proovikeha esialgset pikkust ja pikenemist tõmbekatsel esialgse pikkusega võrreldes.

Suhtelist pikenemist avaldatakse tavaliselt protsentides proovikeha esialgsest pikkusest ja tähistatakse tähega δ.

Näide. Proovikeha esialgne pikkus $l = 200$ mm; pikkus pärast katkemist $l_1 = 236$ mm; proovikeha pikenemine oli $236 - 200 = 36$ mm. Suhteline pikenemine $\delta = \frac{36}{200} \cdot 100 = 18\%$.

Mõnede metallide suhteline pikenemine tõmbeproovil (%-des):

tsink	20	seatina	45
alumiinium	40	nikkel	59
tina	40	vask	50
raud	45	volfram	0

Metallide plastilisust iseloomustavat teist suurust — suhtelist ahenemist tõmbel — määratakse samasugusel viisil.

Suhteline ahenemine kujutab endast proovikeha ristlõike pindala vähenemise suhet esialgse ristlõike pindalaga.

Metallide kõvadus. Kõvadus on metallide tähtsamaid mehaanilisi omadusi. Kõvaduse määrast sõltub metalli kasutamise võimalikkus masinate või tööriistade mitmesuguste osade jaoks. Kõvadusest oleneb ka metalli töödeldavus: mida kõvem on metall, seda suuremat jõudu vajatakse selle töötlemiseks.

Metallide kõvaduse määramine toimub mitmesugusel viisil ja seepärast kasutatakse kõvaduse mõõtmiseks mitmesuguseid suurusi. Väga sageli määratakse kõvadust kõva teraskuuli, teemantkoonuse tipu või teemantpüramiidi tipu surumisega proovikeha sisse.

Kui nende määramisviiside puhul suruda ühe ja sama survejõuga, siis võib metallide kõvaduse üle otsustada kuuli poolt metallile tekitatud jälje pindala suuruse või teemantkoonuse metalli sisse tungimise sügavuse järgi.

On ilmne, et metall on seda kõvem, mida väiksem on ühe ja sama survejõu puhul jälje pindala või sissetungimise sügavus. Nende proovimisviiside põhjal võib kõvaduse mõistet määratleda järgmiselt.

Kõvaduseks nimetatakse metallide omadust osutada vastupanu teistele kõvematele kehadele nende tungimisel metalli pinnasse (eeldusel, et need kõvemad kehad ei muuda sissesurumisel oma kuju).

Nagu juba nimetatud, kasutatakse praktikas kõige sagedamini järgmisi metallide kõvaduse määramise viise:

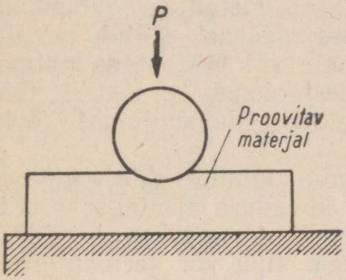
a) kõva teraskuuli sissesurumine;
b) teemantkoonuse sissesurumine;
c) teemantpüramiidi sissesurumine.

T e r a s k u u l i s i s s e s u r u m i n e, mida nimetatakse Brinelli menetluseks, seisab selles, et metalli puhastatud pinna sisse surutakse karastatud kõva teraskuulike kindla jõuga. Sõltuvalt proovitava metalli kõvadusest ja paksusest valitakse kuuli läbimõõdud ja koormused mitmesugused. Näiteks kasutatakse koormusel 3000 kg kuuli, mille läbi-

mõõt on 10 mm; koormusel 750 kg — 5 mm; koormusel 187,5 kg — 2,5 mm.

Sissesurumist toimetatakse eri pressi abil. Koormust suurendatakse aegamööda, sissesurumise lõpul aga lastakse jõul veidi aega mõjuda, et saada täpsete piirjoontega jälge (joon. 8).

Kõvadusarv, mida tähistatakse tähtedega H_B, saadakse pressi survejõu P (kg) jagamisel lohukujulise jälje pindalaga (mm^2), s. t.



Joon. 8. Proovimise skeem kõvaduse määramisel.

$$H_B = \frac{P\ kg}{F\ mm^2}.$$

Mõnede metallide kõvadus Brinelli järgi (teraskuuli sissesurumisega) (kg/mm^2):

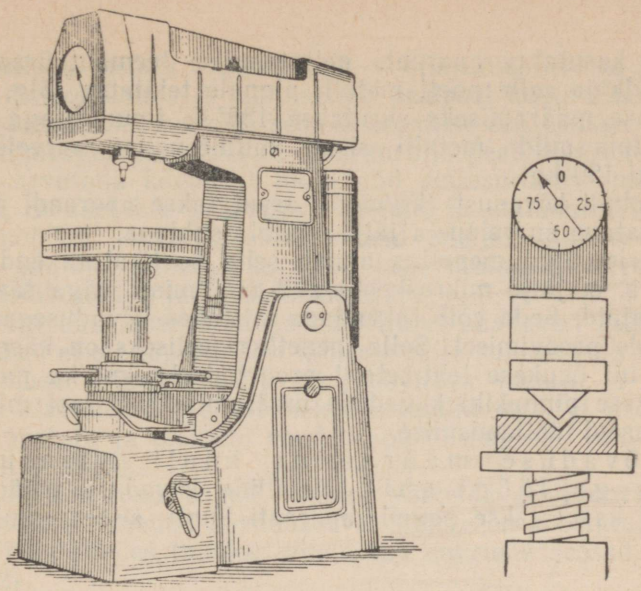
seatina	4
tina	5
alumiinium	20
tsink	30
vask	35
raud	80
nikkel	100
volfram	160

Kirjeldatud viisi ei saa kasutada väga kõvade metallide proovimisel, kuna teraskuul muudab suure koormuse all oma kuju ja annab ebaõige kujuga jälje.

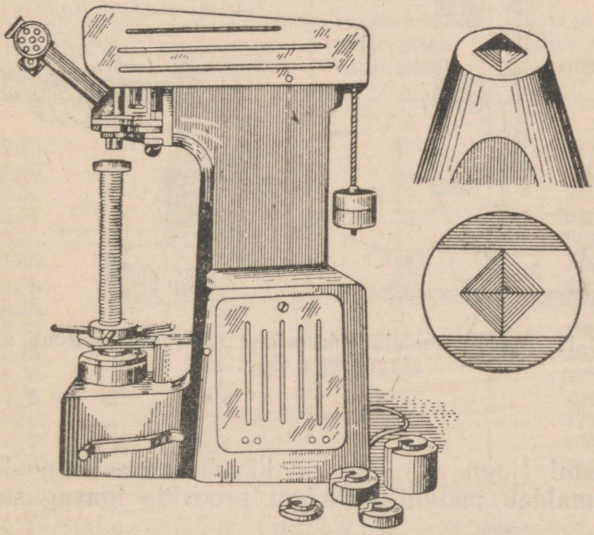
Teemantkoonuse tipu sissesurumist, mida nimetatakse Rockwelli menetluseks, võib kasutada proovitava metalli mistahes kõvaduse puhul, näiteks karastatud terase kõvaduse määramiseks, kuna teemant on kõige kõvem aine. Proovimine seisab selles, et tasase ja sileda metalli pinna sisse surutakse teatava jõuga 120°-se tipunurgaga teemantkoonuse teravik. Selleks kasutatava aparaadi üldvaade ja proovimise skeem on näidatud joonisel 9.

Teemantkoonuse tipu sissesurumise teel saadavat kõvadusmäära, mida tähistatakse tähtedega H_{R_C}, määratakse tipu metalli sisse tungimise sügavuse järgi; sissetungimise sügavust näitab aga aparaadil oleva indikaatori osuti. Indikaatori skaalal on 100 jaotust.

Teemantpüramiidi tipu sissesurumine. Joonisel 10 on näidatud selle menetluse järgi proovimi-



Joon. 9. Aparaat metallide kõvaduse määramiseks teemantkoonuse tipu sissesurumisega.



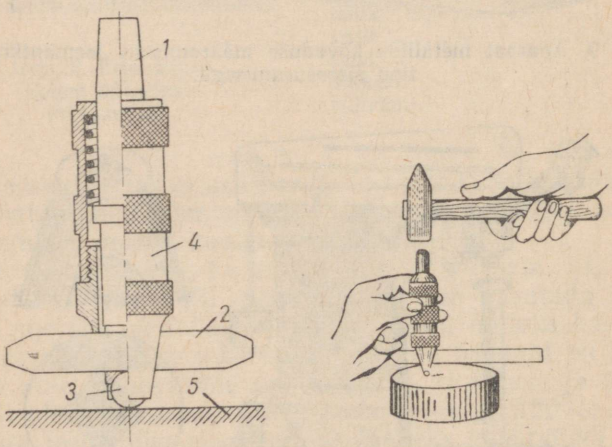
Joon. 10. Aparaat metallide kõvaduse määramiseks teemantpüramiidi tipu sissesurumisega.

seks kasutatav aparaat, neljatahulise teemantpüramiidi teravik ja selle poolt metalli pinnale tekitatav jälg. Kõvaduse määramiseks surutakse 136°-se tipunurgaga teemantpüramiid metalli sisse mitmesuguse survejõuga (kuni 120 kg).

Metalli kõvadust (kg/mm²) arvutatakse aparaadi poolt tekitatava survejõu ja jälje pindala suhtena.

Kirjeldatud menetlus annab selle hoolikal rakendamisel, s. o. jälje mikroskoobi abil mõõtmisel väga täpseid näitajaid. Seda võib rakendada mistahes kõvadusega metallide proovimisel. Selle menetluse eeliseks on käepärasus nii õhukese lehtmetalli proovimiseks kui ka metalli õhukese pinnakihi kõvaduse määramiseks pärast mitmesuguseid töötlemisviise.

Kõvaduse määramine kuuli sissesurumisega löögi abil. Metallide kõvaduse määramiseks kasutatakse sageli aparaati kuuli sissesurumiseks



Joon. 11. Aparaat metallide kõvaduse määramiseks kuuli sissesurumisega löögi abil.

löögi abil (joon. 11). See on käepärane selle poolest, et ta võimaldab metalli kõvadust proovida igasuguses olukorras.

Aparaat asetatakse tootele vertikaalselt. Löökrauale *1* antakse vasarahoop, mispuhul kuul *3* tekitab lohukese nii

proovitava metalli *5* pinnale (s. t. allapoole) kui ka erilisele etaloonliistule *2*, mis asetseb pealpool kuuli. Etaloonliist asetatakse aparaadi keha *4* koonilise osa avasse. Etalooni kõvadus on eelnevalt määratud ja peab olema teada.

Et arvutada kõvadust löögi abil sissesurumise menetlusel, mõõdetakse proovitava metalli ja etalooni jälgede läbimõõdud ning võrreldakse neid. Metalli kõvadus on seda suurem, mida väiksem on jälje läbimõõt, võrreldes etaloonil saadud jälje läbimõõduga.

Löögi abil sissesurumise menetlusel saadavad katsetulemused ei ole täpsed, sest mõlema jälje suurus võib löökkoormusel erineda, sõltuvalt proovitava metalli ja etalooni elastsusest. Selline kokkusattumine aga, et proovitava metalli ja etalooni elastsus on ühesugune, võib olla ainult juhuslik.

Praktikas tekib sageli vajadus võrrelda eri proovimismeetoditega saadud kõvadusarve. Selleks on koostatud eri tabelid, milledes tuuakse nimetatud suuruste seosed (tabel 2).

Tabel 2

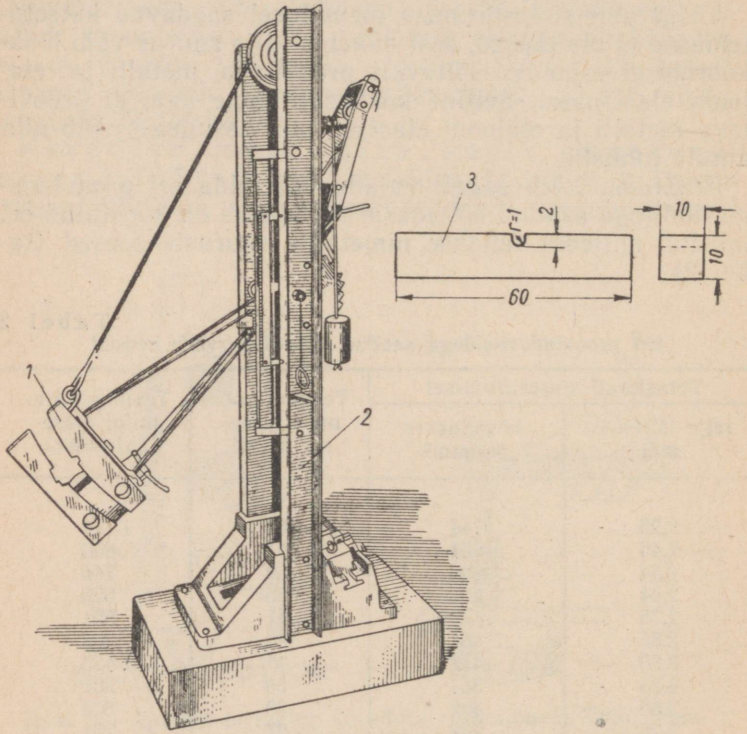
Eri proovimisviisidega saadud kõvadusarvude seosed

Teraskuuli sissesurumisel		Teemantkoonuse sissesurumisel	Teemantpüramiidi sissesurumisel
jälje läbimõõt mm	kõvadusarv kg/mm²		
2,25	744	69	1 114
2,46	621	61	800
2,54	600	59	746
2,64	538	55	625
2,75	495	51	551
2,85	461	48	509
3,00	418	44	435
3,25	351	38	361
3,50	302	33	305
3,75	262	27	261
4,00	228	22	226
4,25	202	—	201
4,50	179	—	177
4,75	159	—	159
5,00	143	—	144

Metallide löögitugevus. Tõmbe või sissesurumise proovil alluvad metallid aeglaselt kasvavate koormuste mõjule. Nende proovimisviisidega pole

võimalik kindlaks teha, missugust mõju võib metallile avaldada löökkoormus.

On olemas metalle ja sulameid, mis näitavad tõmbeproovil suurt pikenemist, kuid löökide mõjul osutuvad haprateks. Seejuures aga kasutatakse metalle küllalt sagedasti detailideks ja tööriistadeks, mis peavad töötamisel taluma lühiajalisi löökkoormusi.



Joon. 12. Pendelvasar löögitugevuse proovimiseks:
1 — pendel; *2* — statiiv; *3* — proovikeha.

Seepärast osutub tarvilikuks määrata, missugusel määral üksikud metallid on suutelised taluma löökkoormusi. Niisugust omadust nimetatakse tavaliselt löögitugevuseks.

Proovimine toimub masinatel, mida nimetatakse pendelvasarateks. Üks selliseid pendelvasaraid on näidatud joonisel 12.

Löögitugevuse määramiseks valmistatakse erilised proovikehad, mis kujutavad endast ruudukujulise ristlõikega liistusid (joon. 12). Proovikeha keskkohta on murdumise hõlbustamiseks lõigatud sälk sügavusega 2 mm ja ümmardusraadiusega 1 mm.

Pendel *1* (joon. 12) koos selle külge kinnitatud 10, 15 või 30 kg raskusega on kinnitatud kiikuvalt statiivi *2* külge. Pendel tõstetakse teatavale kõrgusele ja kinnitatakse sellesse asendisse lingi abil. Lingi vabastamisel langeb pendel alla ja lööb vastu proovikeha seda külge, mille vastas on sälk.

Proovikehade purunemine toimub mitmesugusel viisil. Habrastest metallidest proovikehad purunevad ilma kuju muutmata, kuna plastilistest metallidest proovikehad painduvad murdekoha juures märgatavalt.

Et mõõta metalli löögitugevust, arvutatakse kõigepealt, kui suur tööhulk A kulutati pendli raskuse poolt proovikeha purustamiseks. Löögitugevuse mõõtühikuks on selle tööhulga ja proovikeha sälgu kohal oleva ristlõike pinala F suhe.

Sel viisil saadud löögitugevuse suuruse mõõtühikuks on kgm/cm² ja teda tähistatakse tähega a_k:

$$a_k = \frac{A \text{ kgm}}{F \text{ cm}^2}.$$

Mõnede metallide ja sulamite löögitugevuse väärtused:

terastoorikud	2—7	nikkel	18—18,5
malm	0,5	tsink	0,6—0,7
vask	5—5,5		

6. Metallide tehnoloogilised proovimised

Eelkirjeldatud viisil proovitakse metalle mitmesugustel proovimismasinatel ja saavutatakse suur mõõtmise täpsus. Tehnoloogiliste proovimiste ülesandeks on aga määrata metallide sobivust mitmesugusteks töötlemisviisideks.

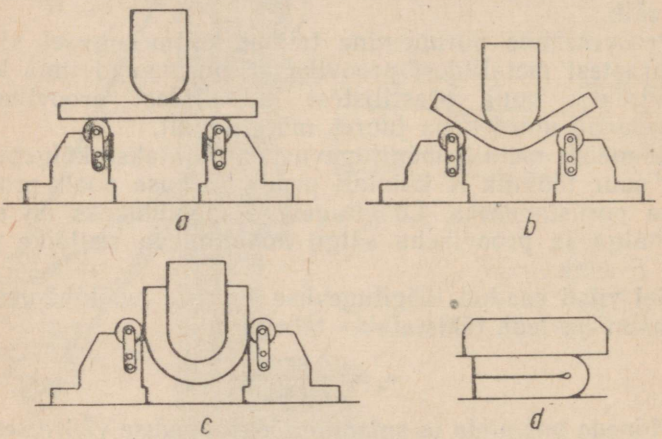
Täpsetest proovimistest erinevalt nimetatakse tehnoloogilisteks proovideks lihtsaimaid katseid ilma masinaid kasutamata ja ilma uuritavaid omadusi mõõtmata. Nii

näiteks võib metalli kõvadust määrata ligikaudselt meisli ja vasara abil, viiliga või muul viisil.

Mõned tehnoloogilised proovid on standarditud, s. t. neid tehakse kindlate reeglite järgi. Nende reeglitega on kindlaks määratud proovitavatest metallidest valmistatavate proovikehade mõõtmed ja kuju kui ka proovimiseks kasutatavad tööriistad ja rakised.

Niisuguste standarditud proovide hulka kuuluvad järgmised.

Plastiliste metallide paindeproov. Plastilisuse kindlakstegemiseks painutatakse metalli nõutaval määral, nagu seda tingib metalli kasutusotstarve. Joonisel 13 on kuju-

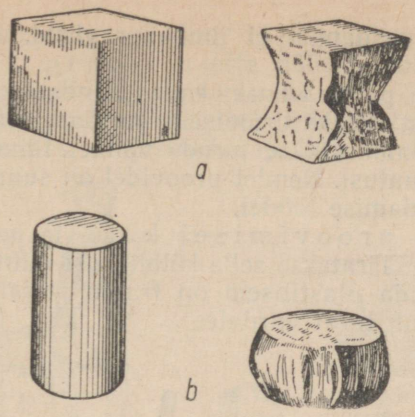


Joon. 13. Paindeproovi skeemid.

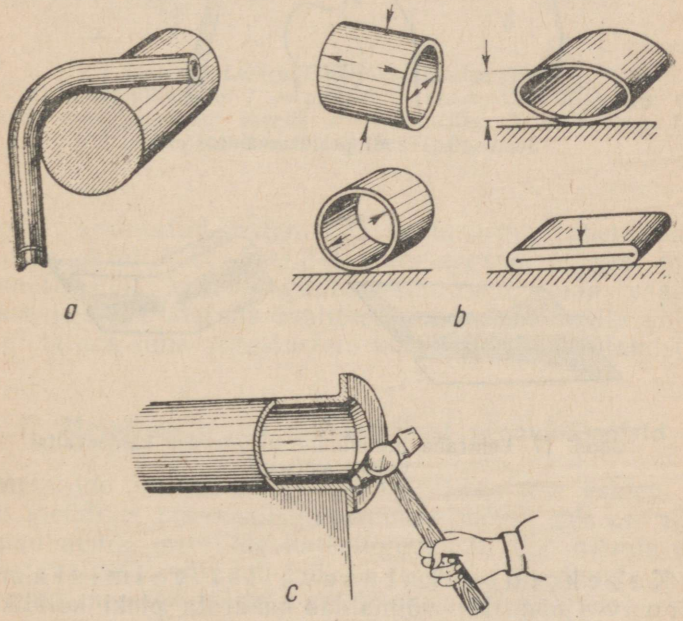
tatud: *a* — lähteasend proovimisel; *b* — paine kuni kindla nurgani; *c* — paine torni ümber kuni külgede paralleelsuseni; *d* — paine kuni proovikeha külgede täieliku kokkupuuteni.

Paindeproovi toimetatakse mõnikord kuumalt, mõnikord aga külmalt.

Jämenduspr o o v i külmas olekus kasutatakse neetide vms. toodete valmistamiseks ettenähtud metallide proovimiseks. Joonisel 14 on näidatud proovikehad enne ja pärast kokkulöömist. Kui pärast proovikeha lühenda-



Joon. 14. Jämendusproov külmalt:
a — malmist proovikeha enne ja pärast kokkulöömist; *b* — terasest proovikeha enne ja pärast kokkulöömist.

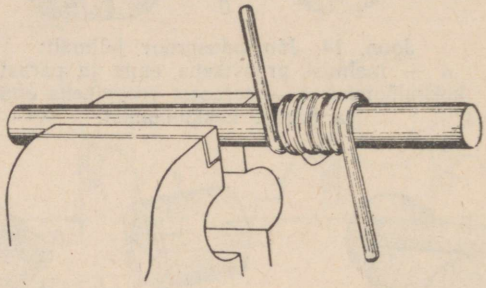


Joon. 15. Torude proovimine:
a — paindele kuumas või külmas olekus; *b* — laiakssurumisele; *c* — ääre väljakeeramisele.

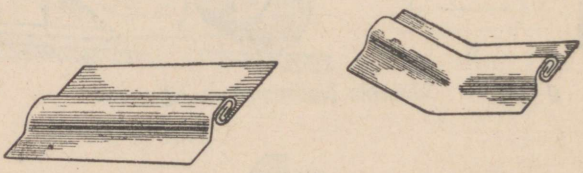
mist ja jämendamist ei ilmne pragusid, loetakse metall kõlblikuks.

Torude proovimisega paindele kuumas või külmas olekus, laiakssurumisele ja ääre väljakeeramisele (joon. 15) määratakse torude võimet taluda mitmesuguseid kujumuutusi. Nendel proovidel on suur tähtsus torustiku paigaldamise töödel.

Traadi proovimisel kokku- ja pealekeeramisega (joon. 16) määratakse selle kõlblikkust mitmesuguseks otstarbeks. Mida plastilisem on traadi metall, seda tihedamalt keerdub traat vardale.



Joon. 16. Traadi pealekeeramise proov.

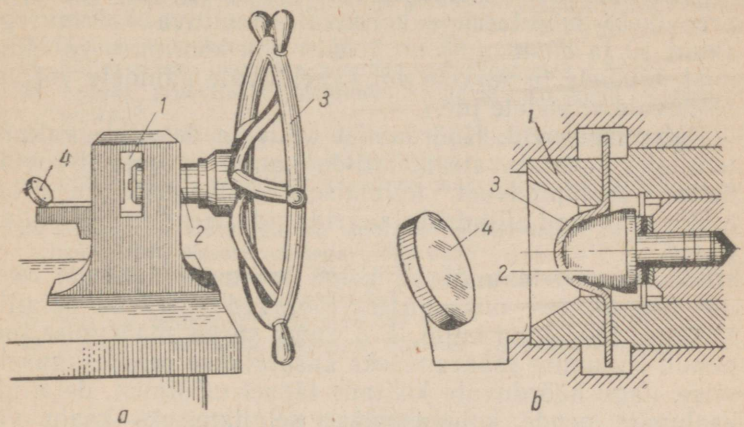


Joon. 17. Lehtraua proovimine kahekordse katusevaltsi valmistamisega.

Kahekordse katusevaltsi valmistamise proov (joon. 17) võimaldab määrata pleki kõlblikkust katuse- ja muudel töödel vajalike painutuste tegemiseks. Seda proovi tehakse kuni 0,8 mm paksuse plekiga külmas olekus.

Lehtmaterjali väljavajutamise (sügavtõmbamise) proov on ette nähtud külmstantsimiseks kasutatava metalli katsetamiseks.

Seda proovi teostatakse joonisel 18 kujutatud aparaadil. Proov seisab selles, et proovitavale lehtmetallile, mis on



Joon. 18. Lehtraua väljavajutamise proov:
a — aparaadi üldvaade: *1* — pilu; *2* — kruvi; *3* — käsiratas; *4* — peegel; *b* — aparaadi skeem: *1* — matriits; *2* — tempel; *3* — proovitav metall; *4* — peegel.

tihedalt kinnitatud matriitsi ja vastusuruja vahele, vajutatakse käsiratast keerates ümmarguse otsaga torni (templi) abil kuni pragude tekkimiseni, mida vaadeldakse peeglis. Metalli kvaliteeti määratakse selle võime järgi taluda ilma vigastusteta külmalt väljavajutamist.

7. Metallide muud mehaanilised proovimisviisid

Metallide väsivusproovid. Praktikas esineb sageli metallide purunemist koormuste mõjul, mis on väiksemad nende metallide katketugevusest. See nähtus esineb tavaliselt juhtudel, kui on tegemist korduvalt muutuva koormusega, näiteks kui tõmbele järgneb surve vms. Muutuvate koormuste sagedasel kordumisel tekkiva purunemise põhjust nimetatakse metallide väsivuseks, nende võimet taluda selliseid koormusi — väsivuskindluseks.

Metallide väsivuspurunemiste põhjuseks on katkemised kohtades, kus leidub kõrvalaineid, nagu räbuterasid, või kus esinevad peened sisemised praod. Nende järkjärguline liitumine tekitab suuri pragusid ja metalli purunemist.

Väsivusproove teostatakse eri masinatel, kus metallide proovikehi mõjutatakse korduvalt muutuva koormusega (kuni 10 ja enam miljonit tsüklit ehk koormuse vahelduvast, tõmbele ja survele või vahelduvale paindele või vahelduvale väändele jne.).

Kulumisproovid. Hõõrdumist taluvate detailide valmistamiseks kasutatavate metallide juures on vaja proovida nende vastupidavust kulumisele. Niisuguste detailide hulka kuuluvad silindrid, laagrid, piduriseadmed ja paljud teised.

Kulumisproovid annavad kõige paremaid tulemusi nendes tingimustes, missugustes töötavad vastavad detailid lõplikult töödeldud kujul, s. o. sama surve, määrimise jne. puhul. Kulumise määramiseks kasutatakse mitmesuguseid viise, nagu hõõrduvate kohtade täpset mõõtmist, detailide kaalumist nende kulumismäära selgitamiseks kaalu vähenemise järgi ja jäljendite viisi. Viimane viis seisab selles, et hõõrduva pinna sisse surutakse lohk kõvaduse proovimiseks kasutatava teemantpüramiidi abil. Kulumisel lohu mõõtmed vähenevad, mis ongi detaili kulumise mõõduks.

Kontrollküsimusi

1. Missuguseid metalle kasutatakse kõige enam tehnikas?
2. Mis on sulamid ja mis on nende tähtsus?
3. Missugustesse tähtsamatesse gruppidesse jagunevad metallide sulamid?
4. Missugune on metallide sisemine ehitus?
5. Kuidas toimub metallide tardumise protsess?
6. Missugune tähtsus on metallide terade suurusel?
7. Missugune võib olla metallide sulamite sisemine ehitus?
8. Missugused on metallide tähtsaimad füüsikalised omadused?
9. Mis on erikaal? Mispärast on praktiliselt tähtis teada erikaalu?
10. Kui suur on raua, vase, alumiiniumi, seatina, tina, tsingi ja magneesiumi erikaal?
11. Missuguse temperatuuri juures toimub nende metallide sulamine?
12. Missugused metallid juhivad soojust ja elektrivoolu kõige paremini?
13. Missugused metallide keemilised omadused on tehnikas kõige tähtsamad?
14. Mis on metallide korrosioon? Kuidas võideldakse korrosiooniga tehnikas?

15. Missugused on metallide tähtsaimad mehaanilised omadused?
16. Missuguseid mehaanilisi omadusi määratakse tõmbeprooviga?
17. Kuidas on ehitatud tõmbemasin?
18. Missuguste mõõtmete ja kujuga on metallide tõmbeproovikehad?
19. Mis on metalli tõmbetugevus ja kuidas arvutatakse selle suurust tõmbemasinal teostatud proovimise tulemuste järgi?
20. Kuidas toimub metallide elastsuse määramine?
21. Milles seisab metallide plastilisuse määramine?
22. Kuidas proovitakse metallide kõvadust teraskuuli sissesurumisega?
23. Missuguse ehitusega on aparaat metallide kõvaduse määramiseks teemantkoonuse sissesurumisega?
24. Milles seisab metallide kõvaduse määramine teemantpüramiidi abil?
25. Missuguse ehitusega on aparaat metalli kõvaduse määramiseks kuuli sissesurumisega löögi abil?
26. Mis on löögitugevus? Missuguse ehitusega on aparaat metallide selle omaduse määrmiseks?
27. Mis on tehnoloogilised proovid?
28. Kuidas proovitakse metallide väsivus- ja kulumiskindlust?

II PEATÜKK

RAUA-SÜSINIKUSULAMID

Tähtsaimad tööstuslikud sulamid — malm ja teras — kujutavad endast raua ja süsiniku sulameid. Nende sulamite omadused ja kasutatavus sõltuvad eelkõige nendes sisalduva süsiniku hulgast. Teraseks nimetatakse rauasüsinikusulamit süsinikusisaldusega mitte üle 1,7%, malmis aga leidub süsinikku 2 kuni 5%.

Peale süsiniku hulga sõltuvad malmi ja terase omadused ka veel süsiniku olekust, ja nimelt sellest, kas süsinik esineb raua ja süsiniku keemilise ühendina või vabas olekus.

Lõpuks mõjutab raua-süsinikusulamite omadusi suurel määral nendes leiduv räni, mangaani, fosfori ja väävli hulk, sest need elemendid esinevad kõikides terase ja malmi liikides.

Raua-süsinikusulamite kvaliteet sõltub suurel määral nende saamiseks kasutatavatest lähtematerjalidest ja tootmisviisidest.

1. Algteadmisi malmi tootmisest

Malmi tootmiseks kasutatakse rauamaake, s. o. raua ühendeid hapnikuga ja teiste elementidega. Rauamaaki-

dest on eriti suure tööstusliku tähtsusega magnetrauamaak ehk magnetiit ja punane rauamaak. Need on kõige väärtuslikumad maagid: nendes leidub kuni 70—72% rauda. Nende varud on NSV Liidus määratu suured. Magnetrauamaagi tähtsamad leiukohad on Uraalis, Krivoi Rogis ja Kurski oblastis. Punase rauamaagi kõige suuremaks leiukohaks on Krivoi Rog. Levinenumad on pruunid rauamaagid, mille rauasisaldus on 30—40%. Rohkelt leidub pruuni rauamaaki Lõuna-Uraalis (Bakalskis) ja Krimmis (Kertšis).

Maagis rauaühenditega segatult leiduvaid kõrvalaineid, nagu savi, lubjakivi ja räni, nimetatakse *aheraineks*. Tootmiskohtades rikastatakse maaki, s. o. eraldatakse sellest võimalikult rohkem aherainet, kasutades selleks peenestamist, pesemist, magnetilist eraldamist ja muid võtteid, et tõsta maagi rauasisalduse protsenti.

Rikastatud rauamaak antakse kõrgahjudesse, mida laaditakse maagi, kütuse ja räbustajate vahelduvate kihtidega.

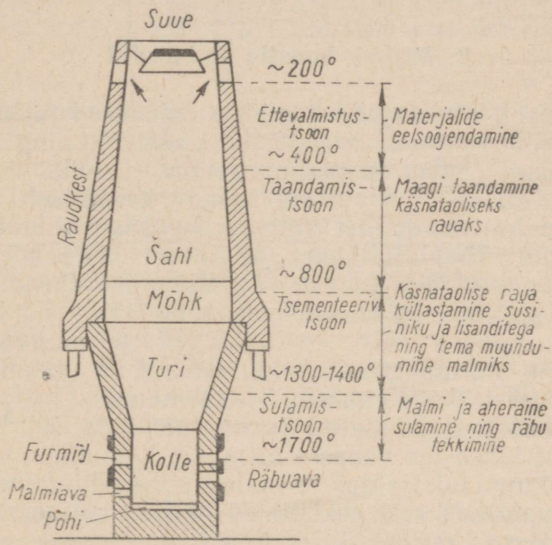
Kütusena kasutatakse malmi tootmisel koksi, mida saadakse kivisöe mittetäielikul põletamisel eri ahjudes — koksistamispatareides. Kõrgekvaliteedilise malmi saamiseks peavad koksil olema järgmised omadused: kõrge kütteväärtus, väike tuhasisaldus, küllaldane mehaaniline tugevus ja väike väävlisisaldus. Väävel avaldab kahjulikku mõju malmi omadustele — ta põhjustab malmis valuauke, ebaühtlast koostist ning muudab malmi raskesti voolavaks ja punarabedaks. Kahjulikult mõjub malmile ka fosfor, mis satub malmi sisse aherainetest. Fosfor teeb malmi külmrabedaks, s. o. ülemäära hapraks.

Räbustaja (lubjakivi) ülesandeks on alandada aherainete ja põlemata kütusejääkide sulamistemperatuuri, mis võimaldab neid aineid eraldada vedela räbu näol.

Nüüdisaegsed kõrgahjud on keerulised agregaadid määratu suure tootlikkusega, mis ulatub kuni 1500 t ja üle selle ööpäevas. Hea hooldamise puhul võib kõrgahi töötada õige pikka aega ilma kapitaalremondita. Nii näiteks on Magnitogorski Metallurgiakombinaadi kõrgahjule nr. 3 tehtud 10-aastase töötamise vältel keskmist remonti ainult ühel korral, mis on oskusliku hooldamise ja soojusrežiimist range kinnipidamise tulemus. Malmi tootmine on selles ahjus aastast aastasse suurenenud. See nähtub sellest,

et 1946. aastal oli ahju kasuliku mahu kasutuskoefitsient 0,98, 1953. aastal aga oli see juba 0,67 (see koefitsient saadakse kõrgahju kuupmeetrites antud kasuliku mahu jagamisel ööpäevas väljasulatatud malmikogusega tonnides).

Kõrgahjus (joon. 19) toimuva protsessi olemus seisab järgnevas. Koksi põlemine ja selle täielik ärapõlemine tulise õhu sissepuhumise kohtades tekitab kõrget tempe-



Joon. 19. Kõrgahju ehituse skeem.

ratuuri ja gaase, mis on suutelised taandama rauamaagist rauda, s. o. ära võtma rauaoksüüdidelt hapnikku. Taandatud raud kujutab endast tahket käsnataolist massi, mis järk-järgult rikastub süsinikuga, siis sulab ja valgub ahju koldesse. Seejuures süsinikuga rikastunud raud, s. t. malm lahustab veel räni, mangaani, fosforit ja väävlit, mis sisaldusid täites.

Malmi süsinikusisaldus kõigub 2 kuni 5% piirides. Räni- ja mangaanisisaldust piiravad malmilt nõutavad omadused. Fosfori- ja väävlisisaldus peab olema mini-

maalne ja piirdub protsendi kümnendikkude ja sajandikkudega. Peale malmi on kõrgahjutööstuse saadusteks veel räbud ja gaasid. Gaase kasutatakse eriliste seadmete — õhusoojendajate kuumendamiseks, milledest juhitakse kõrgahju kuuma õhku.

Räbusid kasutatakse vahetult ehitusmaterjalina. Peale selle valmistatakse peeneks jahvatatud räbu ja kustutatud lubja segus lubja-räbutsementi. Soojusisolatsiooniks kasutatakse erilisel viisil valmistatud peeneid räbukiudusid, mida nimetatakse räbuvatiks.

2. Malmi koostis ja sordid

Eespool oli nimetatud, et malmi omadused ja kasutusotstarve sõltuvad selle keemilisest koostisest ning ka sellest, millises olekus on malmis leiduv süsinik.

Vedelas malmis on süsinik rauaga keemiliselt seotud. Pärast malmi tardumist võib selles süsinikku leiduda mitte ainult kõva ja hapra tsementiidi näol, mis kujutab endast raua ja süsiniku keemilist ühendit, vaid osaliselt ka vabas olekus pehme grafiidi näol.

Malmis leiduva süsiniku see- või teistsugune olek sõltub räni- ja mangaanisisaldusest kui ka malmi jahtumise kiirusest. Mida rohkem leidub malmis räni ja mida aeglasemalt toimub malmi jahtumine, seda suurem osa süsinikust läheb üle vabasse olekusse, s. o. muundub grafiidiks. Mangaanisisaldus ja malmi kiire jahtumine mõjuvad vastupidiselt, s. o. takistavad grafiidi väljaeraldumist ja soodustavad tsementiidi säilimist.

Malm, mis sisaldab süsinikku tsementiidina, on valge murdepinnaga ja seda nimetatakse valgemalmiks. See malmiliik on väga kõva, väga habras ja halvasti töödeldav. Valgemalmi kasutatakse peamiselt terase tootmiseks ja nimetatakse seetõttu ka toormalmiks.

Kui malmis leidub süsinikku grafiidi näol, siis annab see malmi murdepinnale halli värvuse. Tumeda murdepinnaga malm on valgemalmist märksa pehmem, paremini töödeldav ja on hästi valatav, kuna ta on ülessulatatult hea voolavusega ja täidab hästi valuvorme. Hallmalm on masinaehituses tähtsaimaks sulamiks ja seda nimetatakse ka valumalmiks.

Andmeid halli valumalmi erinevate markide keemilise koostise kohta on toodud tabelis 3.

Tabel 3

Koksi-valumalm

Malmi mark	Elementide sisaldus %-des			
	räni	mangaan	fosfor	väävel
ЛК00	3,76—4,25	0,50—0,90	0,1—0,3	0,02—0,03
ЛК0	3,26—3,75	0,50—0,90	0,1—0,3	0,02—0,03
ЛК1	2,76—3,25	0,50—0,90	0,1—0,3	0,02—0,03
ЛК2	2,26—2,76	0,50—0,90	0,1—0,3	0,03—0,04
ЛК3	1,76—2,25	0,50—0,90	0,1—0,3	0,03—0,04
ЛК4	1,25—1,75	0,50—0,90	0,1—0,3	0,04—0,05

Hallmalmist tooteid valmistatakse valamise teel. Malmvalandite saamiseks sulatatakse kangidena saadavat kõrgahjumalmi erilistes nn. kuppelahjudes, lisades vanamalmi, terasejäätmeid ja räbustajaid. Sulatatavad materjalid (täidis) valitakse selliselt, et saadaks vajaliku keemilise koostisega malm, mis vastab valandite iseloomule.

On väga tähtis valida täidist õigesti, et kindlustada sellega neid kõrgeid nõudeid, mida esitatakse nüüdisaegses masinaehituses malmvalule.

ГОСТ 1412-48 kohaselt peab malmvalanditel olema teatud tõmbe- ja paindetugevus ning kõvadus. Need näitajad (tab. 4) on võetud aluseks valumalmi markeerimisel.

Tabel 4

Hallmalmi üksikute markide mehaanilised omadused

Malmi mark	Tõmbetugevus kg/mm²	Paindetugevus kg/mm²	Brinelli kõvadus kg/mm²
СЧ 12-28	12	28	143—229
СЧ 15-32	15	32	163—229
СЧ 18-36	18	36	170—229
СЧ 21-40	21	40	170—241
СЧ 24-44	24	44	170—241
СЧ 28-48	28	48	170—241
СЧ 32-52	32	52	170—241
СЧ 35-56	35	56	197—248
СЧ 38-60	38	60	207—262

Märkused. 1. Tähed СЧ tähendavad hallmalmi (sõnadest «Серый чугун»). 2. Esimese arvuga tähistatakse markide tõmbetugevust, teise

arvuga — paindetugevust. 3. Paindeproovil murtakse aeglaselt suureneva koormuse mõjul katki malmist proovikehad, mille läbimõõt on 30 mm ja pikkus 680 mm, kui tugede vahekaugus on 600 mm, või pikkus 340 mm, kui tugede vahekaugus on 300 mm. 4. Malmvalandite kõvadust piiratakse sellepärast, et suure kõvadusega malmi töötlemine tekitab raskusi.

Valumalmist valandeid kasutatakse väga laialdaselt ja nende kasutusotstarve sõltub malmi mehaanilistest omadustest. Malmidest СЧ 12-28, СЧ 15-32 ja СЧ 18-36 valandid on väikese ja keskmise tugevusega. Nendest malmimarkidest valmistatakse põllutöömasinate väikese vastutusega osi, tööpingiehituses aga — väiksemaid rihmarattaid, plaate, plaanseibe, jalgu, karpe, kaasi, kesti jne.

Suurema tugevusega malmvalandeid valmistatakse hallmalmist СЧ 21-40 ja tugevamatest malmimarkidest. Nendest markidest valatavate toodete loetelu on väga pikk. Nende hulka kuuluvad masinate, mootorite ja põllutööriistade vastutavad valandid, nagu silindrid, hammasrattad, alused, raamid, kered, hoorattad, traktorite ja autode silindriplokid, piduritrumlid, sidurikettad, plokikaaned, kolvid ning traktori ja automootorite silindrihülsid.

Veel suurema tugevusega valandeid saadakse malmi l e g e e r i m i s e g a, s. o. malmile erilisandite või suuremal hulgal terasmurru lisandamisega. Teiseks menetluseks on malmi struktuuri muutmine erilise termilise töötlemisega, niinimetatud m o d i f i t s e e r i m i s e g a. Modifitseeritud malmi saamiseks lisatakse sulamalmile väikestes kogustes erilisandeid, mis soodustavad grafiidi paremat eraldumist ja selle ühtlasemat jaotumist malmis õige väikeste lehekeste näol. Niisugune struktuur annab malmile, võrreldes tavalise malmiga, suurema tiheduse ja tugevuse ning vähendab sisepingeid. Modifitseeritud malmi suurem tugevus võimaldab vähendada valandite seina paksust ja seega ka valandite kaalu. Sellise malmi markeeringus tähed СМЧ tähendavad halli modifitseeritud malmi (sõnadest «серый модифицированный чугун»), kuna arvud näitavad tõmbe- ja paindetugevust.

Malmisid СМЧ 35-56 ja СМЧ 38-60 kasutatakse keerulise kujuga valandite jaoks, kus esinevad järsud üleminekud suurtelt paksustelt väikestele, nagu kiirekäiguliste mootorite raamid, silindrid, väntvõllid, hammasrattad, rattad jne.

Tempermalmist tooteid saadakse valgemalmist valandite pikaajalisel lõõmutamisel kindla temperatuuri juures — temperdamisel.

On olemas kaks valandite lõõmutamise viisi: neutraalses keskkonnas, näiteks liivas, ja oksüdeerivas keskkonnas — rauamaagis. Rauamaagis lõõmutamisel toimub valges malmis sisalduva süsiniku väljapõletamine selle ühinemise arvel rauamaagi hapnikuga. Liivas lõõmutamine, millele järgneb aeglane jahutamine, soodustab valges malmis leiduva süsiniku üleminekut grafiidiks.

Rabeda tsementiidi lagundumise tõttu muutub malm mõlemal juhul vähem hapraks, s. t. selle plastilisuse näitajad suurenevad tugevasti. Seda võib näha tabelis 5 toodud andmetest, kus on toodud tempermalmi margid ja nende mehaanilised omadused.

Tabel 5

Tempermalmi margid

Tootmise viis	Malmi mark	Tõmbetugevus kg/mm²	Suhteline pikenemine %	Brinelli kõvadus kg/mm²
Neutraalses keskkonnas lõõmutamine — grafitiseerimine . .	КЧ 37-12	37	8	149
	КЧ 35-10	35	6	149
	КЧ 32-8	33	3	149
	КЧ 30-6	30	4	163
Oksüdeerivas keskkonnas lõõmutamine — süsiniku väljapõletamine	КЧ 40-3	40	3	201
	КЧ 35-4	35	12	201
	КЧ 30-3	30	10	201

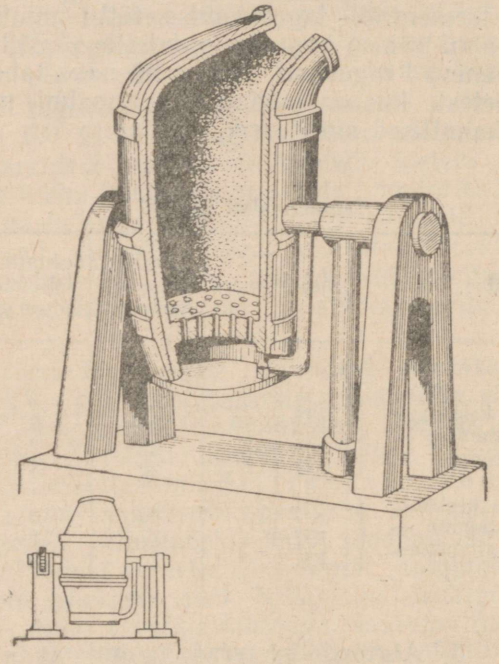
3. Algteadmisi terase tootmisest

Malmist erinevalt sisaldab teras vähem süsinikku (kuni 1,7%). Süsinik esineb terases ainult tsementiidi näol. Erandiks on eriline, niinimetatud grafitiseeritud teras. Terases leidub nagu malmiski räni, mangaani, fosforit ja väävlit, kuid tavalistes terasesortides on neid palju vähem kui malmis.

Eespool oli nimetatud, et terast saadakse peamiselt valgemalmist. Terase tootmise olemus seisab järelikult malmist süsiniku ja muude elementide eemaldamises pii-

rideni, mis on lubatavad terasele, ja nimelt: räni kuni 0,4—0,5%; magnaani kuni 0,8—0,9%; fosforit kuni 0,03—0,05%; väävlit kuni 0,02—0,06%.

Terase tootmise viisid. Terase koostis, omadused ja kvaliteet sõltuvad suurel määral selle tootmise viisist. Seepärast on terase valikul või selle kvaliteedi hindamisel tarvis teada, missugusel viisil seda on toodetud. Terase tootmise põhilisteks viisideks on: tootmine konverterites, tootmine martäänahjudes ja tootmine elektriahjudes.



Joon. 20. Konverteri ehitus.

Konverterprotsessi rakendati esmakordselt 1856. aastal ja see oli esimeseks terase hulgitootmise viisiks. Selle protsessi juures puhutakse õhku läbi sulavalgemalmi, mis on valatud eri agregaati — konverterisse (joon. 20). Kuna konverteri keskmine mahutavus on 15—20 tonni ja protsess kulgeb kiiresti (õhu läbipuhumine kestab 12—15 min.), võib konverterites saada terast

suuremal hulgal. Konverterterase kvaliteet ei ole kõrge, sest märgatav hulk rauda oksüdeerub õhu läbipuhumisel ja seejuures tekkivat ferrooksüüdi ei ole võimalik hiljem täielikult rauaks taandada. Ferrooksüüdisisaldus teeb terase valtsimisel rabedaks ja põhjustab veel teisigi puudusi. Pealegi ei loo konvertermenetlus tingimusi kahjulike lisandite — fosfori ja väävli sisalduse märgatavaks vähendamiseks.

Seepärast kasutatakse konverterterast peamiselt niisuguste toodete valmistamiseks, millede mehaanilisele omadusele ei esitata kõrgeid nõudeid, nagu näiteks põllutöö- ja muude masinate väikese vastutusega detailid, traat, naelad jne.

Konverterterase margid algavad tavaliselt tähtedega Б ja Т, mis tähendavad bessemer- ja toomasterast. Mõlemad protsessid on väliselt sarnased ja erinevad selle poolest, et bessemerkonverteri vooder on happelisest, toomaskonverteri vooder aga aluselisest materjalist.

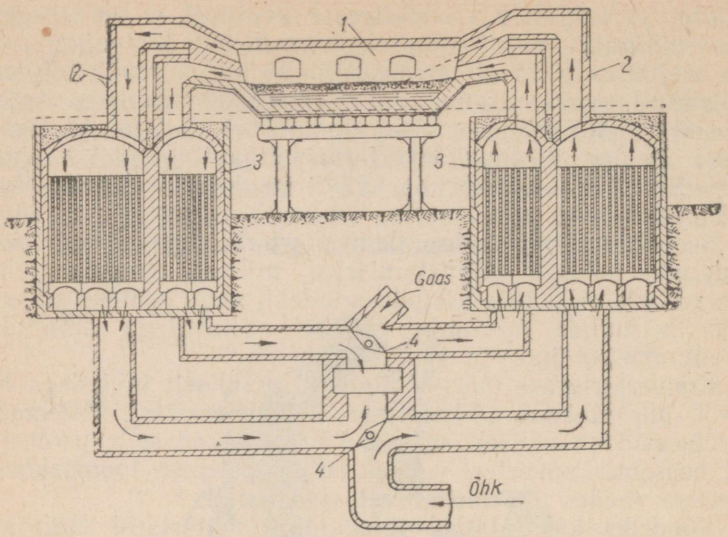
Voodriks kasutatavad tulekindlad materjalid mõjutavad suuresti saadava terase koostist ja kvaliteeti. Toomasteras paistab silma väiksema fosforisisalduse poolest ja leiab kasutamist katusepleki, rööbaste jne. valmistamisel. Konvertermenetlusel toodetakse kuni 15% terase kogutoodangust, kuna ülejääv suurem osa sulatatakse peamiselt martäänahjudes (joon. 21).

Martäänahjud töötavad tahke täitematerjaliga, mis laaditakse ahju tööruumi. Terast ei saada nendes ahjudes mitte ainult malmist, vaid ka metallimurrust või malmi ja metallimurru segust. Sel viisil osutub võimalikuks ära kasutada vanamalmi ja vanaterast, mida vastavalt metallide tootmise kasvamisele koguneb üle maa järjest rohkem.

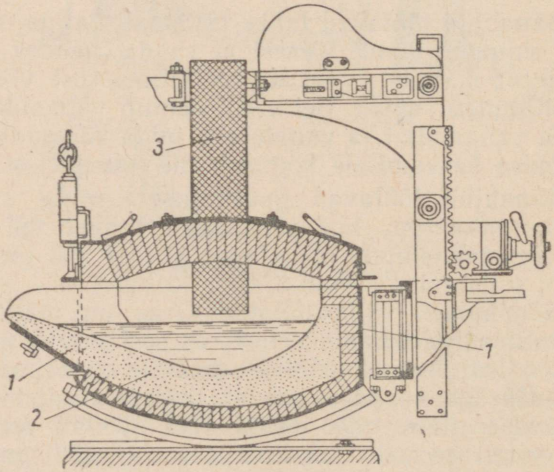
Martäänahjud töötavad gaaskütusel, mida saadakse gaasigeneraatoritest, kus põletatakse tahket või vedelat kütust. Martäänahjude mahutavus ulatub 350 tonnini ja üle selle; sulatamine kestab 6 kuni 10 tundi.

Martäänahjudes väljasulatatud teras on märksa kõrgema kvaliteediga kui konverterteras, sest martäänprotsessil tekib vähem ferrooksüüdi. Peale selle on võimalik suurema täpsusega saada nõutavat terase koostist ja ahju kõrge temperatuuri tõttu (kuni 1700—1800°) on võimalik viia terasesse selle omadusi parandavaid lisandeid.

Kõige kvaliteetsemat terast aga, mis on ühtlase koostisega, suure tihedusega, ilma tühemete ja kõrvaliste



Joon. 21. Martäänahju skeem:
1 — tööruum; *2* — püstkanalid; *3* — regeneraatorid; *4* — klapid.



Joon. 22. Kaarleekahju skeem:
1 — kast; *2* — vooder; *3* — elektroodid.

lisanditeta ning minimaalse väävli- ja fosforisisaldusega, on võimalik saada ainult elektriahjudes. Joonisel 22 on näidatud elektri-kaarleekahju ehitus. Soojusealliikaks on siin elektri-kaarleek, mis tekib kas ahju sisse ulatuvate elektroodide vahel või elektroodide ja sulametalli vahel. Kõrge temperatuur, mis tõuseb üle 2000°, oksüdeeriva toimega gaaside puudumine ja võimalus sulatamise protsessi hõlpsalt reguleerida, lubavad saada elektriahjudes heade mehaaniliste omadustega terast, samuti ka eriomadustega teraseid — roostekindlat, kuumakindlat ja teisi teraseid, vastavalt sotsialistliku tööstuse vajadustele.

Terase laialivalamine. Ühel või teisel viisil sulatatud teras lastakse erilistesse koppadesse, koppadest aga valatakse eri vormidesse, kus teras tardub. Sel viisil saadakse mitmesuguse suuruse ja kujuga valuplokid.

Isegi siis, kui terase sulatamise protsess on hoolikalt läbi viidud, võib saadud terasel laialivalamise protsessi ebaõige organiseerimise tõttu olla palju puudusi.

Valuplokkidel esinevad kõige sagedamini järgmised defektid: terase keemiline ebaühtlus, mida nimetatakse likvatsiooniks; lahtised ja kinnised urbed, mis tekivad vedelas metallis gaaside sisalduse tõttu; räbupesad, s. t. räbuga täidetud tühemed; kahanemisaugud, kobedus ja poorsus, s. o. valuploki kahanemise tagajärjel tekkivad suuremad ja väiksemad tühemed; praod, s. t. tardumisprotsessis tekkivad rebenemised, külgepõlenud kõrvalained ja muud pinnadefektid.

Valuplokkide ühed või teised defektid halvendavad valtsitud materjali, mida saadakse valuplokkide läbilaskmisega valtspinkidest ja mis kujutab endast lõppsaadust.

Terasesordid. Keemiliselt koostiselt jaguneb teras kahte pearühma: süsinik- ja legeeritud teraseks.

Süsinikteras sisaldab rauda, süsinikku, räni, mangaani, fosforit ja väävlit, mida nimetatakse tavalisteks koostiselementideks. Legeeritud teras sisaldab peale tavaliste koostiselementide veel omadusi parandavaid eri lisandeid, nagu niklit, kroomi, volframit ja teisi elemente.

Süsinikterased. Kõige rohkem mõjub süsinikterase omadustele süsinik, millest tulenebki selle teraserühma nimetus. Terase süsinikusisalduse suurenemisel tõuseb selle kõvadus, tugevus ja elastsus ning väheneb plastilisus.

Kasutusotstarbelt jaguneb süsinikteras konstruktsiooniteraseks, mis sisaldab süsinikku kuni 0,7%, ja tööriistateraseks, mis sisaldab rohkem süsinikku.

Süsinik-konstruktsiooniteras jaguneb riiklike standardite kohaselt tavaliseks konstruktsiooniteraseks ja kõrgema kvaliteediga süsinikkonstruktsiooniteraseks. Tavalise konstruktsiooniterase keemiline koostis on toodud tabelis 6.

Tabel 6

Martäänahjudes sulatatud terased (ГОСТ 380—41)

Terase margid	Elementide sisaldus protsentides				
	süsinik	mangaan	räni	väävel	fosfor
				mitte üle	
МСт. 0	Kuni 0,23	Ei normeerita		0,060	0,070
МСт. 1	0,07—0,12	0,35—0,50	Ei normeerita	0,055	0,050
МСт. 2	0,09—0,15	0,35—0,50	„	0,055	0,050
МСт. 3	0,14—0,22	0,35—0,60	0,12—0,35	0,055	0,050
МСт. 4	0,18—0,27	0,40—0,70	0,12—0,35	0,055	0,050
МСт. 5	0,28—0,37	0,50—0,80	0,17—0,35	0,055	0,050
МСт. 6	0,38—0,50	0,50—0,80	0,17—0,35	0,055	0,050
МСт. 7	0,50—0,63	0,55—0,80	0,17—0,35	0,055	0,050

Tabel 7

Süsinik-tööriistaterase üksikute markide iseloomustus süsinikusisalduse, kõvaduse ja kasutusotstarbe järgi

Terase mark	Süsiniku-sisaldus (%)	Kõvadus H_B	Kasutusotstarve (ligikaudne)
У 7	0,6—0,74	156—187	Meislid, sepa-vormrauad, stantsid, rauamärklid, sepavasarad, lukksepavasarad, puusepa tööriistad
У 8	0,75—0,85	156—187	Noad ja metallisaed, augurauad, puansoonid, rauamärklid, stantsid, kiviraiumise tööriistad
У 9	0,86—0,94	159—192	Augutemplid, kärnid, puidutöötlemise tööriistad
У 10	0,95—1,09	163—197	Lõiketerad, puurid, keermepuurid, hööritsad, keermepakid, rauasaelehed, viiliraiumise meislid
У 12	1,10—1,25	170—207	Metalli lõiketerad, freesid, kaabitsad, hööritsad
У 13	1,26—1,40	170—217	Kõvade metallide lõiketerad, habemenoad, kaabitsad, puurid

Kõrgema kvaliteediga süsinik-konstruktsiooniterast, mida sulatatakse elektriahjudes, markeeritakse numbritega, mis näitavad süsinikusisaldust sajandikes protsentides. On nähtud ette järgmised margid: 08; 10; 15; 20; 25; 30; 35; 40; 45; 50; 55; 60; 65 ja 70.

Loetletud terasemarke kasutatakse masinate vastutavate osade valmistamiseks.

Süsinik-tööriistaterase margid ja nende ligikaudne kasutusotstarve on toodud tabelis 7.

Legeeritud terased. Erilisanditega teraseid kasutatakse laialdaselt mitmesugustes tööstusharudes, kui on vaja valmistada eriti kõrgete mehaaniliste omadustega või mitmesuguste füüsikaliste ja keemiliste omadustega detaile.

Terase erilisanditest on eriti tähtsad: kroom, nikkel, volfram, koobalt, vanaadium, molübdeen, titaan, alumiinium ja vask. Legeerivate lisandite hulka kuuluvad ka räni ja mangaan, kui nende sisaldus on suurem eespool toodud piirnormidest.

Iga eelloetletud element annab terasele eriomadusi:

nikkel — plastilisust, tugevust ja korrosioonikindlust;

kroom — kõvadust ja tugevust plastilisuse samaaegsel vähendamisel ning kuuma- ja korrosioonikindlust;

volfram — kõvadust ja selle püsivust kõrgetel temperatuuridel;

koobalt — tugevust ja plastilisust;

vanaadium — tihedust, oksüüdide puudumist, peeneteralist struktuuri;

molübdeen — tugevust, kõvadust ja kuumakindlust;

titaan — kõvadust, tihedust ja peeneteralist struktuuri;

alumiinium — kuumakindlust;

vask — rooste- ja happekindlust;

räni — elastsust ja kõrgeid magnetilisi omadusi;

mangaan — tugevust ja kulumiskindlust.

Legeeritud teraseid on väga mitmesuguseid, sest nii lisakomponentide arvu kui ka nende hulka on võimalik muuta. On olemas kahe, kolme ja suurema lisakomponentide arvuga teraseid, misjuures lisandite sisaldus võib olla väiksem (madalalt legeeritud terased) või suurem (kõrgelt legeeritud terased).

Kasutusotstarbest sõltuvalt jagunevad legeeritud tera-

sed konstruktsiooni- ja tööriistateraseks ning eriliste füüsikaliste ning keemiliste omadustega terasteks.

Legeeritud terase koostist näitab selle mark. Riiklikele standarditele vastavalt kasutatakse NSV Liidus legeeritud teraste markeerimiseks tähti ning arve. Teraste erirühmi tähistatakse järgmiste tähtedega: Ж — roostekindel kroomteras; Я — roostekindel kroomnikkelteras; Е — magnetiline teras; Р — kiirlõiketeras; Ш — kuullaagrite teras.

Erilisandeid tähistatakse järgmiste tähtedega: Н — nikkel; Х — kroom; В — volfram; К — koobalt; Ф — vanaadium; М — molübdeen; С — räni; Г — mangaan; Т — titaan; Ю — alumiinium; Д —vask.

Arvudega, mis seisavad erilisandeid tähistavate tähtede järel, näidatakse nende lisandite sisaldust täisprotsentides; margi esimesed numbrid näitavad süsinikusisaldust kümnendikes või sajandikes protsentides. Süsinikusisalduse puhul üle 1% esimesed numbrid puuduvad.

Legeeritud konstruktsiooniterase kõrgemat kvaliteeti tähistatakse terase margi lõppu paigutatud tähega А.

Alljärgnevalt on toodud näiteid legeeritud teraste markide tähendusest.

45ХА-kroomteras, mis sisaldab 0,45% süsinikku ja alla 1% kroomi, on kõrgema kvaliteediga konstruktsiooniteras ning ette nähtud poltide, tikkpoltide, hammasrataste jne. jaoks.

12ХН3А — kroomnikkelteras, mis sisaldab 0,12% süsinikku, umbes 1% kroomi ja 3% niklit, on kõrgema kvaliteediga konstruktsiooniteras ning ette nähtud kolvisõrmede, nukkvõllide, vastutavate poltide, hammasrataste, tikkpoltide jne. valmistamiseks.

50ХФА — kroomvanaadiumteras, mis sisaldab 0,50% süsinikku ja 1% ümber kroomi ning niklit, on kõrgema kvaliteediga teras, mida kasutatakse mitmesuguste vedrude valmistamiseks.

ХВГ — kroomvolframmangaanteras, mis sisaldab üle 1% süsinikku (esimesed numbrid puuduvad), on tööriistateras, mida kasutatakse kontroll- ja mõõteriistade, šabloonide, lekaalide jne. valmistamiseks.

9ХС — kroomräniteras süsinikusisaldusega 0,9%, on tööriistateras puuride, keermepuuride, lõiketerade ja muude lõikeriistade valmistamiseks.

Tabel 8

Roostekindlate teraste margid

Terase margid		Terase koostis %					Ligikaudne kasutusotstarve
GOST-i järgi	teh. mark	süsinik	räni	mangaan	kroom	nikkel	
			mitte üle				
1X13	Ж-1	0,15	0,6	0,6	12,5—14,5	0,6	Kondensaatorid, aurutajad, soojendajad, pumbad, torustikud, turbiinide labidad jne.
2X13	Ж-2	0,16—0,24	0,6	0,6	12—14	0,6	Võllid, kolvivarred, klapid jne.
3X13	Ж-3	0,25—0,34	0,6	0,6	12—14	0,6	Vedrud, karburaatori nõelad jne.
4X13	Ж-4	0,35—0,45	0,6	0,6	12—14	0,6	Suure kõvaduse ja korrosioonikindlusega detailid
X17	Ж-17	0,12	0,8	0,7	16—18	0,6	Kõige suurema keemilise püsivusega detailid, mis töötavad kõige raskemates tingimustes

4. Kõvasulamid

Kõvasulamitel on masinaehituses suur tähtsus. On olemas kahte liiki kõvasulameid: valatud (pealekeevitatavad) ja metallkeraamilised kõvasulamid.

Valatud kõvasulameid saadakse nende koostisosade kokkusulatamisel tiigel- ja elektriahjudes. Nendest valatakse 5—10 mm läbimõõduga vardad ja keevitatakse siis peale kiirestikuluvatele masinaosadele või tööriistadele. Pealesulatamist kasutatakse mehaanilise kulumise vältimiseks niisugustel detailidel, nagu kivipurustajate lõuad, ekskavaatorite hambad, tigude tiivad, sahahõlmad, võlli- ja teljekaelad, laagriliuad jne.

Pealekeevitatavatest kõvasulamitest kasutatakse kõige rohkem stelliite ja sormaite.

Üksikud stelliitide margid koosnevad järgmistest elementidest: koobaltit 45—60%, kroomi 20—35%,

volframit 4,5—20%, süsinikku 1—2%, rauda 1—3%, räni kuni 2%.

Stelliitide koostisse kuuluvad kallihinnalised elemendid — koobalt ja volfram. Palju kättesaadavamad ja odavamad on *sormaidid*, mis on saanud oma nimetuse nende leiutamise koha, Gorki oblastis asuva Sormovo linna järgi.

Sormaidid koosnevad järgmistest elementidest: rauda 54%, kroomi 30%, niklit 8%, süsinikku 4%, räni 4%.

Metallkeraamilisi kõvasulameid saadakse paagutamise teel ja neid kasutatakse peamiselt kõrge tootlikkusega lõikeriistadele pealejootmiseks. Nende kõvasulamite kõvadus läheneb teemandi omale ega vähene, kui lõiketerad kuumenevad lõikamisel kuni 900—1000°, mis võimaldab tõsta lõikekiirust kuni 2000—2500 m/min. ja üle selle.

Metallkeraamiliste kõvasulamite tähtsamateks koostisosadeks on volframkarbiid ja titaankarbiid, mis kujutavad endast volframi ja titaani keemilisi ühendeid süsinikuga. Need kõvad ja haprad ühendid peenestatakse ja segatakse siis sitke koobalti pulbriga, mis on kõvasulamis sideaineks. Sellele järgneb kokkupressimine erilistes pressvormides ja paagutamine umbes 1400° temperatuuril.

Koobalti ja muude koostisosade hulka näitab metallkeraamilise kõvasulami mark.

Näiteks kuulub kõvasulami BK6 koostisse 6% koobaltit ja 94% volframkarbiidi; kõvasulami T15K6 koostisse kuulub 6% koobaltit, 15% titaankarbiidi ja 79% volframkarbiidi (volframkarbiidi hulk esimesel ja teisel juhul saadakse lahutamisega sajast).

Kontrollküsimusi

1. Mis on rauamaak? Missugused on tähtsamad rauamaagid?
2. Kuidas toimub rauamaagi ettevalmistamine sulatamiseks?
3. Mis on räbustajad ja missugune on nende ülesanne kõrgahjuprotsessis?
4. Missugused nõuded esitatakse malmi tootmiseks kasutatavale kütusele?
5. Milles seisab kõrgahjuprotsessi olemus?
6. Jutustage konverteri ehitusest ja töötamisest.
7. Kuidas on ehitatud ja kuidas töötab martäänahi?
8. Missugused eelised on terase tootmisel martäänmenetlusel konvertermenetlusega võrreldes?
9. Mispärast on elektriahjudes sulatatud teras kõrgema kvaliteediga?

10. Missugused on malmi tähtsamad sordid ja missugune on nende koostis ja kasutusotstarve?
11. Missugused on tempermalmi omadused? Milleks kasutatakse tempermalmi?
12. Missugustesse rühmadesse jaguneb teras oma keemiliselt koostiselt?
13. Kuidas mõjutab terase mehaanilisi omadusi süsinik?
14. Kuidas markeeritakse süsinik-konstruktsiooniterast?
15. Missugune markeerimisviis on ette nähtud süsinik-tööriistaterase jaoks?
16. Nimetage näitena mõned süsinikterase margid, milledest on valmistatud teie poolt töödeldavad detailid ja tööriistad.
17. Kuidas mõjutavad terase omadusi nikli, kroomi, molübdeeni, volframi, koobalti, vanaadiumi, titaani, räni, mangaani ja alumiiniumi erilisandid?
18. Missuguste reeglite järgi toimub legeeritud teraste markeerimine?
19. Mis on kõvasulamid?
20. Missugune on valatud kõvasulamite koostis, omadused ja kasutusotstarve?
21. Nimetage näitena mõned metallkeraamiliste kõvasulamite margid.

III PEATÜKK
METALLIDE TERMILINE TÖÖTLEMINE

1. Üldteadmisi

Metallide termiliseks töötlemiseks nimetatakse niisugust soojusprotsessi, mispuhul metalli kuumutatakse teatava kindla temperatuurini, hoitakse mõnda aega sel temperatuuril ja jahutatakse siis teatava kindla kiirusega. Termilise töötlemise ülesanne on muuta metalli või sulami omadusi.

Termilisel töötlemisel toimuvad metallis keerulised sisemised struktuurimuutused, mis põhjustavadki metalli omaduste muutumist.

Termiliselt töödeldakse nii raua-süsinikusulameid kui ka mõningaid värviliste metallide sulameid. Masinaehituses leiab kõige suuremat praktilist rakendamist siiski terase termiline töötlemine.

Termiliselt töödeldud terase ja sellest valmistatud detailide omadused sõltuvad kuumutustemperatuurist ja -kestusest, hoidmistemperatuurist ja -kestusest ning jahutamise kiirusest ja lõpptemperatuurist. Kõiki neid termilise töötlemise

TRÜ Raamatukogu

lemise tingimusi nimetatakse kokkuvõttes termilise töötlemise režiimiks.

Termilisel töötlemisel põhjustab uute omaduste tekkimist terase sisemise ehituse muutumine. Teaduslik seletus mitmesugustes kuumutamise ja jahutamise tingimustes toimuvate protsesside olemusele anti D. K. Tšernovi töödega. Järgnevalt laiendasid ja süvendasid S. S. Šteinberg, N. A. Minkovitš ja teised nõukogude teadlased oma töödes nii selle töötlemisviisi teooriat kui ka tehnoloogilisi protsesse.

Termiline töötlemine on detailide valmistamisel tavaliselt üheks viimistlusoperatsiooniks, mispärast selle teostamisel on väga tähtis vältida kõike seda, mis võib põhjustada praaki või alaväärtuslikku toodangut.

Suurt tähtsust omab termilisel töötlemisel kuumutusprotsessi õige teostamine. Kuumutamine peab toimuma järk-järgult, s. t. mitte liiga kiiresti; detail peab kuumenema igalt poolt ühtlaselt; kuumutamisel ei tohi detailid otseselt leegiga kokku puutuda; kuumutamise vältel tuleb mõõta temperatuuri ja hoida see antud piirides.

Praktikas kasutatavad kuumutusseadmed ei vasta alati eeltähendatud nõuetele. Nii näiteks tuleb detailide kuumutamiseks sageli kasutada sepaääse, kuigi need ei võimalda kuumutusprotsessile esitatavaid nõudeid täita.

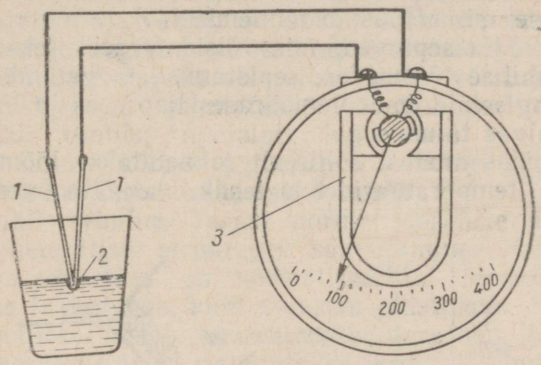
Kuumutusprotsessi on võimalik õigesti läbi viia muhvelahjudes, kus detailid on leegist isoleeritud. Veelgi paremateks kuumutusseadmeteks on vannidega ahjud, kus detaile kuumutatakse sulasoolade või sulaseatinaga täidetud vannides.

Masinaehitustehaste termilistes tsehhides kasutatakse sageli detailide karastamisel kuumutamiseks erilisi tunnelahjusid, kus detailide sisselaadimine, nende kuumutamine ja karastusvedelikku kastmine teostub konveierlindil automaatselt.

Temperatuuri mõõtmiseks ja kontrollimiseks kasutatakse termilisel töötlemisel erilisi mõõteriistu, mida nimetatakse püromeetriteks.

Joonisel 23 näidatud termoelektriline püromeeter koosneb termopaarist (s. o. kahest eri metallist traadist) ja galvanomeetrist. Püromeetri töötamine põhineb sellel, et traatide jootekoha kuumenemisel tekib termopaaris elektrivool, mille pinget mõõdab galvanomeeter. Termopaaris tekkiv pinge on võrdeline temperatuuriga: mida kõrgem

on jootekoha temperatuur, seda suurem on ka voolu pinge. Sel viisil osutub võimalikuks galvanomeetri näitude järgi mõõta ahju temperatuuri. Temperatuuri on võimalik ligikaudselt määrata hõõgvärvuste järgi, s. t. hõõguva metalli värvuse järgi. Hõõgvärvusi on võimalik jälgida 530° (helendumise algus) kuni 1300° (helevalge hõõgumine) piirides. Hõõgvärvuste tekkimise järjekord on toodud tabelis 9.



Joon. 23. Termoelektrilise püromeetri skeem:
1 — termopaar; *2* — jootekoht; *3* — galvanomeeter.

Tabel 9

Hõõgvärvused ja nendele vastavad temperatuurid

Hõõgvärvus	Temperatuur °C	Hõõgvärvus	Temperatuur °C
Tumepruun . . .	530—580	Helepunane . . .	830—900
Pruunikaspunane .	580—650	Oranž	900—1050
Tumepunane . . .	650—730	Tumekollane . . .	1050—1150
Tume-kirsipunane	730—770	Helekollane . . .	1150—1250
Kirsipunane . . .	770—800	Helevalge	1250—1300
Hele-kirsipunane	800—830		ja üle

Hõõgvärvuste järgi suudavad aga temperatuuri õigesti määrata ainult vilunud karastajad.

2. Terase termilise töötlemise liigid

Tähtsamateks termilise töötlemise liikideks on lõõmutamine, normaliseerimine, karastamine ja noolutamine.

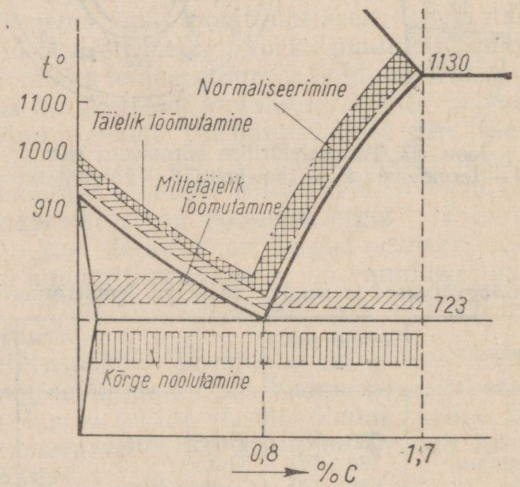
Lõõmutamine. Terase lõõmutamisel muutuvad mitmeti selle omadused:

1) struktuur muutub peeneteraliseks, mistõttu paranevad terase mehaanilised omadused;

2) teras saavutab kõige väiksema kõvaduse ja suurima plastilisuse, mis hõlbustab töötlemist;

3) kaovad sisepinged, mis võisid terases tekkida eelneva termilise töötlemise, sepistamise ja valamise tagajärjel ning avalduvad ülemäärases hapruses ja löökkoormuste halvas talumises.

Antud ülesannetest sõltuvalt toimetatakse lõõmutamist erinevatel temperatuuridel ja tehakse seetõttu vahet mitte-



Joon. 24. Kuumutustemperatuuri graafik süsinikterase lõõmutamisel.

täieliku ja täieliku lõõmutamise vahel (joon. 24). Nagu jooniselt näha, peab lõõmutamise temperatuur olema alati 20—30° võrra üle 723°, sest selle temperatuuri juures (723°), mida nimetatakse «esimeseks kriitiliseks punktiks», toimuvad terase sisemise ehituse tähtsamad muutused.

Mittetäielikul lõõmutamisel, mille eesmärgiks on ainult sisepingete kaotamine, kuumutatakse igasuguse süsinikusisaldusega terast ühe ja sama temperatuurini, s. t. kuni 750—760°. Täielikul lõõmutamisel kuumutatakse terast, mis sisaldab üle 0,8% süsinikku, sama temperatuurini; väiksema süsinikusisalduse puhul tuleb aga lõõmutustemperatuuri järk-järgult tõsta kuni 930—950° (joon. 24).

Nende temperatuurideni kuumutatud detaile hoitakse vastava temperatuuri juures täielikuks läbikuumenemiseks vajaliku aja vältel, mis sõltub detailide massist. Seejärel toimub aeglane jahutamine normaalse temperatuurini (20°) koos ahjuga või tulises liivas või tuhas.

Süsinikteraseid jahutatakse lõõmutamisel kiirusega 100—200° tunnis; madalalt legeerituid — kiirusega 50—60° tunnis; kõrgelt legeerituid — veelgi aeglasemalt. Lõõmutamine kestab vähemalt 8 tundi.

Normaliseerimine. Terase normaliseerimise ülesandeks on peeneteralise struktuuri saavutamine. Lõõmutatud terasega võrreldes on normaliseeritud terasel suurem kõvadus ja tugevus, kuid väiksem plastilisus.

Normaliseerimisel kuumutatakse terasdetailid lõõmutustemperatuurini ja jahutatakse seejärel õhus; selleks kulub märksa vähem aega kui lõõmutamiseks, mistõttu normaliseerimine osutub ökonoomsemaks.

Karastamine. Karastamise eesmärgiks on anda terasele maksimaalne kõvadus, mille tõttu see operatsioon on vastupidine lõõmutamisele. Karastamiseks kuumutatakse süsinikterast sama temperatuurini, mida vajatakse täielikuks lõõmutamiseks (joon. 24). Kuumutamise kestus sõltub detailide ristlõikest ja terase soojusjuhtivusest.

Silindrilise kujuga detailide kuumutamise ligikaudsed kestused, mille juurde on arvatud ka karastustemperatuuril hoidmise aeg, on järgmised:

ahjudes temperatuuriga 800° . .	0,5	min.	läbimõõdu	1	mm kohta
sulasoolades	0,25	„	„	1	„ „
sulaseatinas	0,1	„	„	1	„ „

Ruudukujulise ristlõikega detailide kuumutamisel suurendatakse seda aega 1,5 korda, plaatide kuumutamisel aga 2 korda. Karastustemperatuuril hoidmise kestus peab olema küllaldane detailide täielikuks läbikuumenemiseks.

Jahutamist toimetatakse suure kiirusega (150—200° sekundis), mis saavutatakse kuumutatud detailide kast-

misega vedelasse jahutuskeskkonda. Süsinikterase karastamisel valitakse jahutuskiirus sõltuvalt süsinikusisaldusest: mida suurem on terase süsinikusisaldus, seda väiksem peab olema selle jahutuskiirus, et vältida mitmesuguste defektide tekkimist. Eriti hoolikalt tuleb valida jahutuskiirust keerulise kujuga ja pikisuunas ebaühtlase ristlõikega detailide karastamisel.

Vedela keskkonna jahutusvõime sõltub selle temperatuurist, aurumissoojusest ja soojusjuhtivusest. Kui jahutuskiiruse ühikuks võtta leppeliselt jahtumise kiirus 20°-ses vees (tugev karastus), siis kuni 40°-ni soojendatud vees jahtumise kiirus väljendub arvuga 0,7; edasi vastavalt:

60°-ses vees väljendab jahtumise kiirust arv	0,5
80°-ses vees väljendab jahtumise kiirust arv	0,2
20°-ses õlis väljendab jahtumise kiirust arv	0,2—0,3
335°-ses sulaseatinas väljendab jahtumise kiirust arv . . .	0,05
10%-lises seebikivi või keedusoola vesilahuses 20° juures väljendab jahtumise kiirust arv	1,2

Õige kiire jahtumine ja tugev karastus saadakse seega külmas vees, eriti kui selles lahustada 10% keedusoola või seebikivi; keskmine karastus — tulises vees, õlis; nõrk karastus — sulaseatinas.

Tähtsamatest karastusviisidest kasutatakse järgmisi.

Ühes jahutuskeskkonnas (vees või õlis) karastamine, mis sobib lihtsa kujuga detailidele ja on kasutusel mehhaniseeritud karastamisel.

Kahes jahutuskeskkonnas, algul kiiresti jahutavas, seejärel aga aeglaselt jahutavas keskkonnas (näiteks vees ja siis õlis) karastamine vähendab karastushaprust ja detailide kuju moonutusi.

Karastamisel toimuvad terase sisemise ehituse järsud muutused, mis tekitavad mitmesuguseid defekte ja põhjustavad sageli detailide praakiminekut.

Kõige sagedamini ilmnevad karastamisel järgmised defektid: ülepõlemine, mispuhul metall hakkab terade vahel sulama ja nendes kohtades tekib tagi; suureteraline struktuur, mis tekib ülekuumutuse või väga kõrge ja pikaajalise kuumutuse tagajärjel; süsiniku väljapõlemine pinnakihist, mille kõvadus jääb karastamisel väikeseks; praod — katkemised suurimate pingete esinemise kohtades; kaardumine või detaili kuju ja mõõtmete muutumine.

Nimetatud puuduste vältimine on võimalik kuumutustemperatuuri ja -kestuse, karastustemperatuuril hoidmise kestuse, jahutuskiiruse ja lõpptemperatuuri õige valikuga. Suur tähtsus on ka detailide jahutusvedeliku sisse kastmise viisi õigel valikul.

Et vältida kõige sagedamini tekkivaid defekte — pragusid ja kaardumist, on soovitav pikki detaile kasta jahutusvedeliku sisse vertikaalselt ja neid seal üles-alla liigutada. Niisuguse jahutusviisi puhul jahtuvad detaili kõik pinnad ühesuguse kiirusega ja kaardumine on minimaalne, kuna horisontaalses asendis sissekastmisel ja vedeliku sees hoidmisel viivad aurumullid detaili ülemiselt pinnalt soojust ära kiiremini kui alumiselt ja detail kaardub.

Sageli karastatakse ainult detaili ühte osa, näiteks tööriista töötavat osa. Niisuguseks kohalikuks karastamiseks kuumutatakse ja hiljem jahutatakse ainult detaili vastavat osa või siis kuumutatakse kogu detaili, kuid vedeliku sisse kastetakse ainult karastamisele kuuluv osa. Sel juhul võib kasutada ka veejoa abil karastamist, s. o. juhtida detaili karastatavale osale jahutusvedeliku juga.

Pindkarastus. Masinaosade ja tööriistade pindkarastuse eesmärgiks on suurendada väliskihi kõvadust ja säilitada seejuures südamik pehmena ning plastilisena. Niisugust karastust vajavad sisepõlemismootorite väntvõllide kaelad, jaotusvõllide kaelad ja nukid, silindrihülsid ja kolvisõrmed, tööpinkide hammasrataste hambad, võllid ja spindlid jm. Pindkarastuseks on tarvis detaili kiiresti kuumutada ja sellele järgnevalt jahutada.

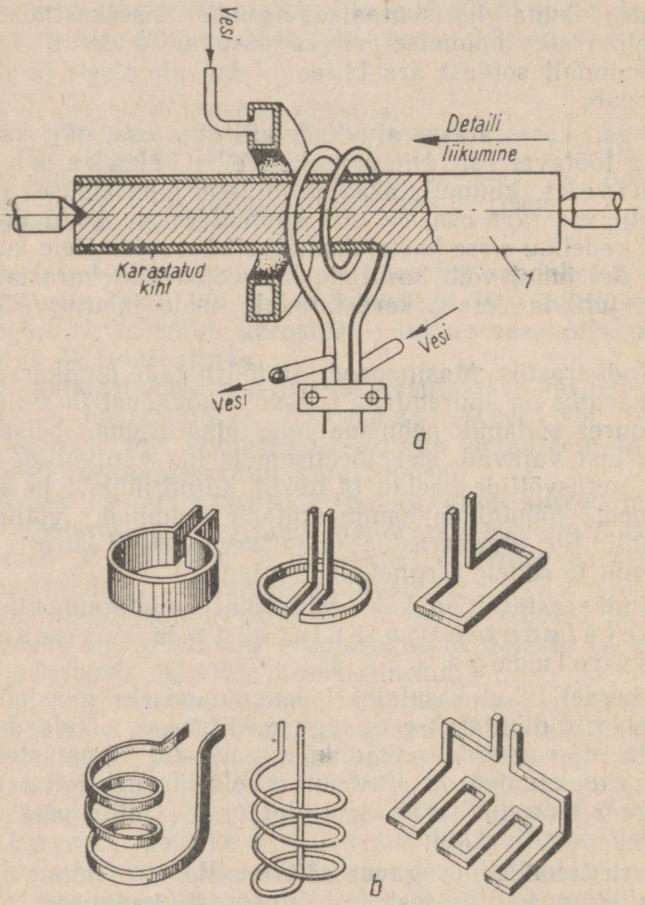
Pindkarastusel on kaks tähtsamat kuumutamisviisi — atsetüleeni-hapnikuleegiga ja kõrgesagedusvooludega.

Esimesel juhul kasutatakse kuumutamiseks gaasipõletit, mille leeki nihutatakse niisuguse kiirusega mööda detaili pinda, et see suudaks vajaliku sügavuseni karastustemperatuurini kuumeneda. Kuumutamisele järgneb jahutamine veega, mida juhitakse detailile torust, mille otsa kuju vastab detailide kujule.

Karastatud kihi sügavus sõltub selle viisi puhul põleti edasiliikumise kiirusest ja võimsusest, kaugusest põleti suudmiku ja detaili pinna vahel ning jahutusvedelikust.

Kõrgsagedusvooludega kuumutamise töötas esmakordselt välja prof. V. P. Vologdin. Selle viisi puhul asetatakse detail magnetivälja, mida tekitab induktorist läbijuhitav kõrge sagedusega vahelduv elektrivool.

Joonisel 25, a on kujutatud induktor, s. t. karastatava detaili kujule ja suurusele vastavalt painutatud vasktoru ning induktori kontuuri sisse paigutatud karastatav detail. Kuumutamine toimub mõne sekundiga, misjärel



Joon. 25. Induktorid kõrgsagedusvooludega kuumutamiseks.

detaili kohe jahutatakse induktori kõrval asetsevast torust detailile juhitava veega. Karastatud kihi sügavus sõltub voolu sagedusest ja kuumutamise kestusest ning on tavaliselt 1 kuni 10 mm piirides.

See karastusviis on kõrge tootlikkusega ja eriti käepärane masinaehitustehastes vooltootmise tingimustes.

Joonisel 25, b on näidatud mitmesuguse kujuga induktoreid, mida kasutatakse erineva kujuga detailide karastamiseks.

Noolutamine. Noolutamiseks nimetatakse termilist töötlemist, mida rakendatakse pärast terase karastamist selle hapruse vähendamiseks ja töödeldavuse parandamiseks. Eristatakse kõrget, keskmist ja madalat noolutamist.

Kõrgeks noolutamiseks kuumutatakse detaili kuni 500—700°-se temperatuurini. Seda kasutatakse peamiselt süsinikterasest detailide juures maksimaalse plastilisuse ja löögitugevuse saamiseks. Kõrget noolutamist nimetatakse terase «parendamiseks», kuna selles olekus on teras kõige paremate mehaaniliste omadustega.

Keskmisel noolutamisel kuumutatakse detaili kuni 250—450°-se temperatuurini. Seda kasutatakse suurt elastsust nõudvate detailide puhul, nagu vedrud, lehtvedrud jne.

Madalal noolutamisel kuumutatakse kuni 140—250°-se temperatuurini. See noolutusviis on eriti kohane pärast pindkarastust, pärast tsementeerimist ja kõikidel juhtudel, kui on tarvis detailide suurt kõvadust ja kulumiskindlust. Karastamisel saadud kõvadus väheneb noolutustemperatuuri tõstmisel ja nimelt:

kuni 200°	kuumutamisel	14%	võrra
„ 300°	„	40%	„
„ 500°	„	87%	„

Üle 600° kuumutamisel kaob karastuskõvadus täielikult ja teras omandab esialgse kõvaduse.

Kõikidel juhtudel tuleb pärast noolutustemperatuuri saavutamist hoida metalli sellel temperatuuril kuni täieliku läbikuumenemiseni. Jahutamise kiirus noolutamise tulemusi oluliselt ei mõjuta. Erandiks on legeeritud terase kõrge noolutamine, mille juures tuleb jahutada kiiresti, et vältida niinimetatud «noolutushaprust».

Noolutamise operatsiooni tuleb teostada ahjudes ja mõõta täpselt temperatuuri püromeetri abil. Praktikas

määratakse siiski noolutusmäära sageli noolutatava terase välispinna värvuse järgi. Neid värvusi nimetatakse *muutevärvusteks*. Need tekivad seepärast, et raud hakkab kuumutamisel kattuma õhukese oksüüdikirmega, mille värvus sõltub kirme paksusest. Puhtale terasepinnale ilmuvate muutevärvuste tekkimise järjekord on näidatud tabelis 10.

Tabel 10

Muutevärvused ja nendele vastavad temperatuurid

Muutevärvus	Temperatuur °C	Muutevärvus	Temperatuur °C
Helekollane	220	Lilla	285
Õlgkollane	240	Rukkilillesinine . . .	295
Pruunikaskollane . .	255	Helesinine	315
Pruunikaspunane . .	265	Hall	Üle 330
Purpurpunane . . .	275		

Tuleb silmas pidada, et toodud vahekorrad terase kuumutustemperatuuri ja välispinna värvuse vahel on kehtivad süsinikteraste puhul. Legeeritud terastel, milledel on suurem oksüdeerumiskindlus, niisuguseid vahekordi ei esine.

Lihtsaimaks terase noolutamise võtteks on detaili kuumutamine hõõguvtulisel plaadil kuni vastava muutevärvuse ilmumiseni.

Terase termokeemiline töötlemine. Mitmesuguste termilise töötlemise protsesside kõrval leiavad suurt praktilist kasutamist niisugused termilise töötlemise viisid, millede puhul ei muutu mitte ainult terase sisemine ehitus, vaid ka selle *koostis*. Terase koostis muutub difusiooni teel, s. t. kuumutatud terase väliskihi sisse tungivad mitmesugused elemendid, nagu süsinik, lämmastik, kroom, alumiinium jt. Sel viisil saab põhimaterjali omadusi säilitades anda detailide väliskihile uued omadused.

Niisugustest protsessidest on kõige enam levinud *tsementeerimine*, mispuhul viiakse läbi mitte rohkem kui 0,2% süsinikku sisaldava pehme terase väliskihi rikastamine süsinikuga. Tsementeerimise ülesandeks on detailide suure kõvaduse, tugevuse ja kulumiskindlusega väliskihi saavutamine pehme ja plastilise südamiku säilitamisel. Tsementeeritakse hammasrattaid, kolvisõrmi,

käigukastide võlle, nukkvõlle, pukse ja muid süsinik- ja legeeritud terasest valmistatud detaile.

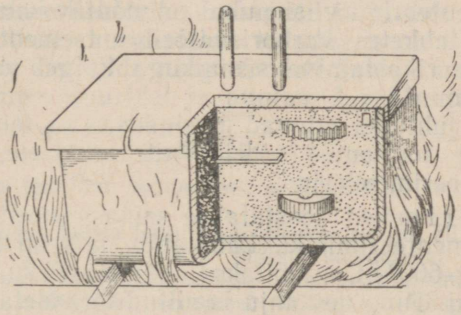
Tsementeerimiseks kuumutatakse terast süsinikurikkas keskkonnas 890—930° juures teatava aja vältel, mis on tarvilik nõutava paksusega süsinikurikka kihi saamiseks.

Keskkonna materjalist sõltuvalt võib tsementeerimine toimuda tahketes või gaasilistes ainetes (karborisaatoritest).

Näiteid tahketest karborisaatoritest: 1. Kasesütt — 60%; baariumkarbonaati — 40%; 2. Kasesütt — 65%; baariumkarbonaati — 25%; koksi — 5%; soodat — 5%.

Tahkete karborisaatoritega tsementeerimine on kõige kättesaadavamaks süsinikuga rikastamise viisiks. See protsess viiakse läbi igas ahjus, kus on võimalik saavutada kuumutustemperatuuri kuni 950°. Sel viisil tsementeerimine toimub järgmiselt.

Detailid laotakse metallkastidesse ja kaetakse igast küljest karborisaatoriga (joon. 26). Seejärel asetatakse kas-



Joon. 26. Tsementeerimine tahkes karborisaatoris.

tid ahju, kus neid hoitakse umbes 900° temperatuuri juures aja vältel, mis sõltub süsinikuga rikastatava kihi nõutavast sügavusest. Süsinikuga rikastatava kihi paksuse kontrollimiseks asetatakse kasti sisse läbi kasti kaanes olevate eriliste aukude niinimetatud proovivardad. Nende varraste selle osa murdekoha järgi, mis asetses karborisaatoris, on võimalik kindlaks teha süsinikuga rikastatud kihi sügavust, kuna see paistab silma oma peeneteralise

ehitusega. Nõutava paksuse saavutamisel võetakse kastid ahjust välja.

Tsementeerimisprotsessi lõpetamisel jahutatakse detaile koos kastidega, s. t. aeglaselt, millele järgneb karastamine suure kõvadusega väliskihi saamiseks.

Mõnikord võetakse kastid lahti kohe pärast nende väljavõtmist ahjust ja kastetakse tsementeeritavad detailid kohe jahutusvedelikku, et vältida nende teistkordset kuumutamist. See võte võimaldab karastamise protsessi kiirendada, kuid ei anna alati täpseid tulemusi. Seepärast kasutatakse seda mittevastutavate detailide puhul.

Et saada detailide või tööriistade välispinnal suure kõvadusega, kuid väikese sügavusega (0,1—0,2 mm) väliskihti, toimitakse mõnikord järgmisel viisil.

Kuni 800—850°-ni kuumutatud detail kaetakse ferritsüaankaaliumi (kollase veresoola) kihiga, hoitakse mõnda aega sellel temperatuuril ja jahutatakse siis vees. Kihi kõvadus sõltub detailide ahjus hoidmise kestusest.

Gaasilises keskkonnas tsementeerimiseks kasutatakse vingugaasi, metaani ja teisi süsinikku sisaldavaid gaase, juhtides neid läbi ahju, kus on tsementeeritavad detailid. Selle tsementeerimisviisi puhul on nõutav sama temperatuur, mis tahketes karborisaatorites tsementeerimiselgi, kuid terase rikastamine süsinikuga kulgeb umbes kolm korda kiiremini.

Paljudel juhtudel alluvad masinaosad ka teistele termokeemilistele töötlemisviisidele: nitreerimisele, tsüaneerimisele, aliteerimisele jne.

N i t r e e r i m i s t teostatakse samasuguselt nagu gaasidega tsementeerimistki. Läbi ahju, mis on kuumutatud kuni 500—600°-ni, juhitakse lämmastikku sisaldavat ammoniaaki. Tungides ahju laaditud terasdetailide pinnakihti, ühineb lämmastik rauaga ja moodustab väga kõvu ühendeid.

Pärast nitreerimist on detailidel väga kõva pinnakiht, nad kuluvad hõõrdumisel vähe ega roosteta. Kõige paremini on nitreeritavad mark 38XMIOA, 30XIOA ja teised väikese süsinikusisaldusega ning madalalt legeeritud terased.

T s ü a n e e r i m i n e seisab terase pinnakihi üheaegses küllastamises süsiniku ja lämmastikuga, et tõsta sellega detailide kõvadust ja tugevust. Tsüaneerimist toimetatakse tahkes ja vedelas keskkonnas kui ka gaasides.

Tähtsaimaks viisiks on tsüaneerimine sulatatud tsüaansoolades 750—850° temperatuuril 3 tunni vältel, millele järgneb karastamine. Seda töötlemisviisi kasutatakse poltide, mutrite, võllikute, hammasrataste ja teiste detailide jaoks, mis on valmistatud väikese süsinikusisaldusega süsinik- ja legeeritud terasest.

Gaasilisel tsüaneerimisel kuumutatakse detaile süsinikku ja ammoniaaki sisaldavas gaasilises keskkonnas. Protsess kestab 1 kuni 9 tundi 750—850°-sel temperatuuril ja seda kasutatakse suurtel koormustel töötavate hammasrataste töötlemiseks (autode ja traktorite käigukastid ja tagasillad).

Aliteerimine seisab terasdetailide välispinna küllastamises alumiiniumiga. Aliteerimisel pakitakse detailid kastidesse koos seguga, mis sisaldab 48% alumiiniumi, 50% alumiiniumoksüüdi ja 2% salmiaaki. Selles segus hoitakse detaile 5 kuni 15 tundi 900 kuni 1050° temperatuuri juures.

Alumiiniumiga küllastatud terase välispind on kõrgetel temperatuuridel oksüdeerumisele hästi vastupidav, mis võimaldab aliteeritud terast kasutada sisepõlemismootorite väljalaskekollektorite, traktorite ja autode gaasigeneraatorite kollete, aurukatelde torude, tsementeerimiskastide ja teiste detailide ning toodete jaoks, mis töötavad kõrgetel temperatuuridel ja puutuvad kokku leegiga.

Kontrollküsimusi

1. Mis on termiline töötlemine ja millised on selle tähtsamad liigid?
2. Mida tuleb mõista termilise töötlemise režiimi all?
3. Kuidas tuleb terasdetaile õigesti kuumutada? Missuguseid kuumutusseadmeid kasutatakse termilisel töötlemisel?
4. Kuidas mõõdetakse termilisel töötlemisel kuumutusseadmete temperatuuri?
5. Mis on lõõmutamine, missugune on selle otstarve ja teostamisviis?
6. Mis otstarbel ja kuidas toimetatakse normaliseerimist?
7. Kuidas karastatakse terast? Missugused on tähtsamad karastamise viisid?
8. Loetlege karastamisel asetleidvad defektid, seletage ära nende põhjused ja näidake ära nende vältimise viisid.
9. Mis on pindkarastus? Mis otstarbel ja kuidas seda tehakse?
10. Mis ülesanne on noolutamisel? Kuidas teostatakse noolutamist?
11. Mis on muutevärvused? Missugusel temperatuuril ja missuguses järjekorras need ilmuvad?
12. Loetlege termokeemilise töötlemise liigid ja selgitage nende ülesanded.

13. Milles seisab detailide tsementeerimine? Missugused on tsementeerimise ülesanded?
14. Seletage ära terase nitreerimise, tsüaneerimise ja aliteerimise olemus ja ülesanded.

IV PEATÜKK

METALLIDE SEPISTAMINE JA KEEVITAMINE

1. Üldteadmisi

Iga põllutöömasin või põllutööriist, kombain või traktor koosneb paljudest üksikosadest ehk detailidest. Masinate detailide valmistamine toimub nende valamise, sepistamise, keevitamise ja mehaanilise töötlemise teel. Valatud, keevitatud ja sepistatud detailide toorikuid töödeldakse tavaliselt tööpinkidel, et anda detailidele nõutav kuju, täpsed mõõtmed ja vajalik pinnasiledus.

Sepistamiseks nimetatakse kuumutatud metalli survetöötlemist käsi- või mehaanilise vasara löökidega või pressside abil. Sepistatud detaile nimetatakse sepisteks. Sepiseid kasutatakse iga masina valmistamisel. Peale masinaosade valmistatakse sepistamise teel ka mitmesuguseid tööriistu, mis on tarvilikud põllutöömasinate ja traktorite remontimisel.

Sepistamise teel on võimalik valmistada väga tugevaid detaile. Traktorimootori kõige suurema vastutusega osad, nagu väntvõllid, kepsud, sisse- ja väljalaskeklapid, kettakujuliste terashammasrataste toorikud, laagrite kered jne. valmistatakse sepistamise või stantsimise teel. Nii näiteks on Tšeljabinski Traktoritehases välja töötatud ja juurutatud progressiivne menetlus pika rummuga laagrikere sepiste valmistamiseks traktori C-80 jaoks; sel menetlusel valmistatakse sepiseid vänttüüpi sepapressil liuguri ühe käiguga.

Detailide sepistamisel väheneb märgatavalt metallikulu ja lüheneb detailide toorikute või tööriistade valmistamiseks tarvilik aeg. Seetõttu võimaldab sepistamine teiste valmistusviisidega võrreldes alandada detailide omahinda. Põllutöömasinate tehastes valmistatakse sepistamise teel uusi detaile massiliselt, kuna aga masina-traktorijaamade tingimustes teostatakse sepistamisega lihtsamaid remonttöid. Niisuguste tööde hulka kuuluvad adrahõlma väljatagumine, äkkepulga või adratalla jne. ning

lihtsate tööriistade (meislite, mutrivõtme jne.) sepistamine.

Kasutatakse käsitsi- ja masinsepistamist.

Käsitsisepistamist teostatakse vastavate sepatööriistadega alasil. Käsitsisepistamise teel võib valmistada väiksema kaalu ja mõõtmetega sepiseid.

Masinsepistamist toimetatakse mehaanilistel vasaratel, kasutades nende liikuvate osade energiat, või pressidel, kus vormitakse metalli liuguri rõhumisega. Mehaanilistel vasaratel valmistatakse keskmise kaaluga ja väiksemate mõõtmetega sepiseid, pressidel sepistatakse aga raskeid, suurte mõõtmetega detaile.

Detailide valmistamise viisilt jaguneb sepistamine vabaks sepistamiseks ja stantsimiseks. Vaba sepistamist iseloomustab asjaolu, et kuumutatud metalli mõõtmete ja kuju muutumine (metalli voolamine) pole millegagi piiratud. Stantsimisel aga toimub sepiste valmistamine sepistamise stantsides (erilistes metallvormides), mis piiravad metalli voolamist.

Masina-traktorijaamade töötingimustes kasutatakse vaba sepistamist nii käsitsi kui ka pneumaatilise (suruõhu-) vasara all.

2. Sepiste valmistamiseks kasutatavad lähtematerjalid

Sepiseid valmistatakse terasest ja värvilistest metallidest toorikutest. Kõige sagedamini kasutatakse sepiste valmistamiseks terast. Sepistamise toorikute lähtematerjalideks on terasvaluplokid ja valtsitud teras. Terasvaluplokid on mitmesuguse kuju, suuruse ja kaaluga — mõnest kilogrammist kuni 250 tonnini. Masina-traktorijaamade töötingimustes kasutatakse sepistamiseks peamiselt valtsitud terast.

Valtsitud materjal jaguneb leht- ja sorditeraseks, kusjuures viimase hulka kuulub ka profiilmaterjal. Masina-traktorijaamades kasutatakse traktorite ja põllutöömasinate jaoks sepiste valmistamisel peamiselt sorditerast (ümmargust, ruut-, latt- ja nurkterast).

3. Sepistamisel kasutatav kütus

Nüüdisaegsete masinaehitustehaste sepatsehhides kasutatakse tahket, vedelat ja gaasitaolist kütust. Peale selle kasutatakse praegusel ajal metalli kuumutamiseks suuremal määral ka elektrienergiat.

Kütust iseloomustab selle kütteväärtus, s. o. soojuse (kalorite) [1] hulk, mida eraldab põlemisel 1 kg tahket või vedelat kütust (või 1m³ gaasitaolist kütust). Sepääsidel põletatakse kivisütt, mis sisaldab rohkesti pigi. Niisugune kivisüsi on musta värvi ja pigi läikega (ilma hallide tükkideta), sisaldab võrdlemisi vähe tuhka (kuni 8%) ja väävlit (kuni 0,8%) ning paakub põlemisel. Paakumine võimaldab põlemisel saada kivisöe välispinnal tugevat koorikut, mis koondab kuumust kuumutatavale metallile. Sepasüte kütteväärtus ulatub kuni 7000 kcal/kg.

Sepasüsi ei tohi murduda, puruneda ega kihtideks laguneda. Mattpinnaga ja murdekohal kihinev süsi ei kõlba sepatöödeks. Enne kasutamist peenestatakse sepasüsi väiksemateks tükkideks. Sepasüte põlemisel sulab tekkiv tuhk tagiga kokku, moodustades räbu. Sepiste 100 kg kohta kulub 60—80 kg kivisütt. Sepasüte 1 m³ kaal on 750—800 kg.

Sepääsidel põletatakse ka koksi, mida saadakse mitmesugustest kivisöesortidest erilistes koksiahjudes. Koks sisaldab vähesel määral tuhka ja väävlit. Koksi kütteväärtus ulatub kuni 7800 kcal/kg.

Heaks, kuid kalliks sepääside kütuseks on puusüsi. Selles peaaegu ei olegi väävlit, mis on kahjulikuks lisandiks, ja puusöe põlemisel tekib õige vähesel määral tuhka. Puusöe kütteväärtus ulatub kuni 7800 kcal/kg.

Sepääside jaoks kasutatakse ka vedelat (masuuti) ja gaasitaolist kütust. Sepistamistöödeks kasutatavates kuumutusahjudes põletatakse kivisütt, masuuti, gaasi ja rakendatakse ka elektrikütet.

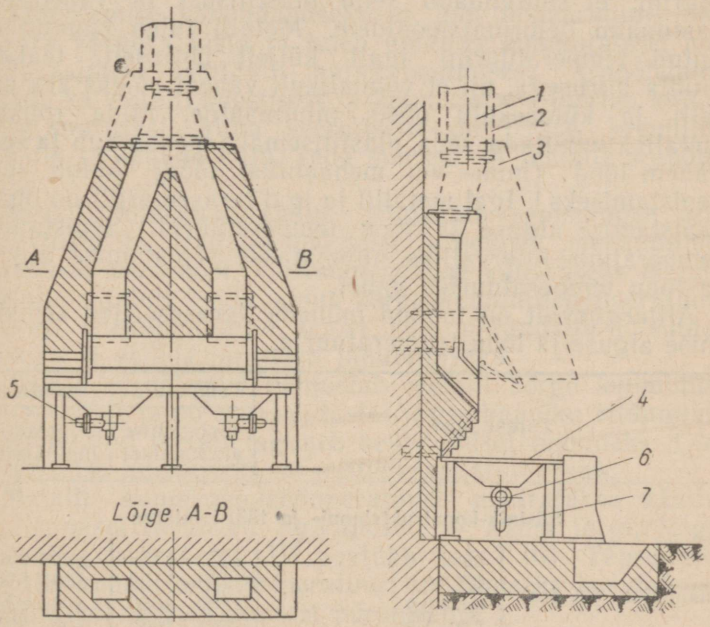
Kütus koosneb põhiliselt süsinikust, vesinikust, hapnikust, väävlist, lämmastikust, veest ja tuhast, milledest süsinik, vesinik ja väävel on põlevosadeks. Hapnik ei põle, kuid toetab põlemist. Teised kütuse koostisse kuuluvad ained ei põle ega soodusta põlemist (osutuvad kütuse «ballastiks»).

Põlemiseks nimetatakse kütuse põlevosade ühinemist hapnikuga, mis on õhu koostisosaks. Kütuse täieliku põlemise saavutamiseks tuleb kütteseadmesse juhtida küllaldasel määral õhku. Põlemise tagajärjel tekib soojus, mida kasutatakse metalli kuumutamiseks.

[1] Väikeseks kaloriks nimetatakse soojushulka, mis on tarvilik 1 g vee soojendamiseks 1 kraadi võrra. 1000 väikest kalorit moodustab 1 suure kalori, mida tähistatakse kcal.

4. Sepääs, selle ehitus ja töötamine

Sepääsid on lahtist ja kinnist tüüpi. Lahtist ääsi kasutatakse käsitsi sepistamisel lühikeste toorikute täielikuks või ka pikkade toorikute osaliseks (kohalikuks) kuumutamiseks. Lühikeste toorikute painutamisel ja jämendamisel kasutatakse samuti kohalikku kuumutamist lahtistel ääsidel. Mehaanilise vasara all sepiste masstootmisel lahtiseid ääse ei kasutata. Nende asemel rakendatakse kinniseid sepääse või kuumutusahjusid.



Joon. 27. Kahekordse loomuliku tõmbega lahtine sepääs:
1 — sisemine toru; *2* — väline toru; *3* — kumm; *4* — tulepesa; *5* — õhutoru; *6* — furm; *7* — luuk tuha eemaldamiseks.

Joonisel 27 on kujutatud kahekordse loomuliku tõmbega lahtine sepääs. Ääsil tekkiv suits eemaldub kahe teineteise sisse asetatud toru *1* ja *2* kaudu. Teatav osa suitsu (põlemissaadusi) väljub läbi sisemise toru *1*, muu osa eemaldub aga kummi *3* kaudu välisesse torusse *2*.

Välimist toru läbiv suits soojendab sisemist toru ja soodustab seega sisemises torus tõmmet. Ääsil on kaks tulepesa. Tulepesa *4* on vooderdatud tulekindla materjaliga. Tulepesa sisse juhitakse alt furmi *6* kaudu õhku, mis saabub mööda toru *5* ventilaatorist. Ääsi seest tuha (räbu) eemaldamiseks on furmil luuk *7*.

5. Metalli kuumutamine

Enne sepistamist kuumutatakse metall kõrge temperatuurini, et suurendada selle plastilisust ja vähendada vastupanu deformatsioonidele. Metalli tuleb kuumutada antud temperatuurini igalt küljelt ühtlaselt, teatava kindla kiirusega, nii et võimalikult vähem põleks ära metalli ja kütusekulu oleks minimaalne. Mida rohkem metalli kuumutada, seda plastilisemaks see muutub ja seda vähem tööd (inim- või mehaanilist tööd) kulub selle sepistamiseks [1]. Igal metallil ja igal terasemargil on omad sepistamise alguse ja lõpu temperatuurid. Sepistamise temperatuuri-intervalliks nimetatakse sepistamise alguse ja lõpu temperatuuride vahet.

Alljärgnevalt on toodud mõnede terasesortide sepistamise alguse ja lõpu temperatuurid.

Terase sort	Temperatuur (kraadides) sepistamise alustamisel	sepistamise lõpetamisel
Süsinik-konstruktsiooni- ja tööriistateras		
Süsinikku (%-des) kuni 0,3	1200—1150	800—850
0,3—0,5	1150—1100	800—850
0,5—0,9	1100—1050	800—850
0,9—1,5	1050—1000	800—850
Legeeritud konstruktsiooni- ja tööriistateras		
Madalalt legeeritud	1100	825—850
Keskmiselt legeeritud	1100—1150	850—875
Kõrgelt legeeritud	1150	875—900
Kiirlõike-tööriistateras		
Margid P-18 ja P-9	1180—1150	920—1000

[1] Nii näiteks on 0,42%-lise süsinikusisaldusega süsinikterase tõmbetugevus toatemperatuuril 64,5 kg/mm², kuumutamisel temperatuurile 1000° aga kõigest 3,8 kg/mm².

Kvaliteetse sepise saamiseks on väga tähtis lõpetada sepistamine antud margi jaoks ettenähtud temperatuuril. Sepistamise jätkamine madalal temperatuuril põhjustab kalestumist (pinnakõvenduse tõusmist) ja pragusid.

Metalli kuumutamisel kõrge temperatuurini ühineb õhuhapnik rauaga ja tekitab tagi (metalli oksüdeerumist ehk «ärapõlemist»). Tagi tekib ka sepistamisel, kui tuline metall puutub kokku õhuga. Metalli «ärapõlemise» kaod toovad määratu suurt kahju rahvamajandusele. Sepaääsidel põleb igal kuumutamisel metalli ära 5—8%, kuumutusahjudes — 0,5—1%.

Ärapõlemise vähendamiseks ei tohi temperatuuri ülemäära kõrgeks tõsta ja tuleb hoiduda kuumutatava metalli asjatust ääsil või ahjus hoidmisest. Ärapõlemine sõltub ka metalli koostisest ja kuumutatava tooriku kujust ning suurusest. Mida keerulisem on terase keemiline koostis ja sepiste kuju, seda suurem on metalli ärapõlemine.

Metalli ülekuumutamine põhjustab sepistamise ajal rebestuste ja pragude tekkimist ja sepiste mehaaniliste omaduste alanemist. Ülekuumenemise vältimiseks ei tohi metalli asjatult hoida ahjus kõrge kuumutustemperatuuri juures. Ülekuumutatud sepist võib parandada lõõmutamisega ja sellele järgneva jahutamisega.

Metalli ülepõlemist põhjustab metalli kõrge kuumutustemperatuur ja põlemissaadustes liigse hapniku leidumine. Ülepõletatud metall laguneb sepistamisel tükkideks. Ülepõletamise tulemuseks on mitteparandatav praak.

Metalli kuumenemistemperatuuri määratakse käsitsi sepistamisel tavaliselt ligikaudselt — silma järgi, jälgides hõõgvärvusi (vt. III peatükk, tabel 10). Täpsemaks metalli kuumenemistemperatuuri mõõtmiseks kasutatakse optilist või termoelektrilist püromeetrit.

6. Ääsi käsitsemine

Enne töö alustamist tuleb ääsi tulepesa tuhast (räbust) ja kütusejäätmetest puhastada. Furm ummistub sageli räbuga ja vajab seepärast puhastamist ning läbipuhumist. Otstarbekohane on üle kontrollida kogu õhuga toitmise süsteem — õhutorustik ja siibrid.

Pärast ääsi ülevaatust ja puhastamist võib alustada süütamist. Süütamiseks kasutatakse laaste, õliseid kaltse

või tuliseid süsi. Süütamiseks tuleb õhutorustiku siiber koomale tõmmata, s. o. jätta õhu läbipääsuks väike pragu. Pärast laastude süttimist tuleb järk-järgult lisada sütt ja anda rohkem õhku. Töötamise ajal on soovitav hoida tuld ääsil ühtlasena. Metall kuumeneb kõige paremini heleda, kergesti suitseva leegi puhul. Seesuguse (taandava) leegi puhul ei põle metalli palju ära ega ole karta ülepõlemist.

Tiheda suitsu puhul, mis katab kinni ääsi leegi, kuumeneb metall aeglaselt ja kulub palju kütust, kuna põlemata kütuseosakesed väljuvad koos suitsuga korstnasse.

Otstarbekohane on kaitsta metalli sissepuhutava õhu jahutava toime eest furmil asetseva söekihiga, mille paksus peab olema vähemalt 100 mm. Tugev puhumine võib kütusetükke ka ääsilt välja heita. Et saada leeki kinnikatvat sütekoorikut, raputatakse metallile peale süsi, niisutatakse neid veega ja tihendatakse kergelt labidakesega. Kui aga vajatakse lahtist leeki, tuleb sütekoorik roobi abil purustada.

Tuleb takistada väävli tungimist difusiooni teel metalli sisse. Selleks on soovitav asetada metall ääsile pärast seda, kui söed on põlema hakanud ja väävel välja põlenud.

Tooriku ühtlasemaks kuumenemiseks tuleb teda aeg-ajalt ääsil ringi pöörata. Värsket sütt on soovitav lisada mitte otse põlemiskoldesse (et vältida põlemistemperatuuri järsku alanemist), vaid ääsi servadele, kust seda labidakesega aeg-ajalt kolde keskkoha poole tõugatakse. Furm kipub ääsi töötamisel räbuga ummistuma ja seda on tarvis alumise luugi kaudu süstemaatiliselt puhastada. Furmi puhastamise ajaks tuleb õhutoru sulgeda.

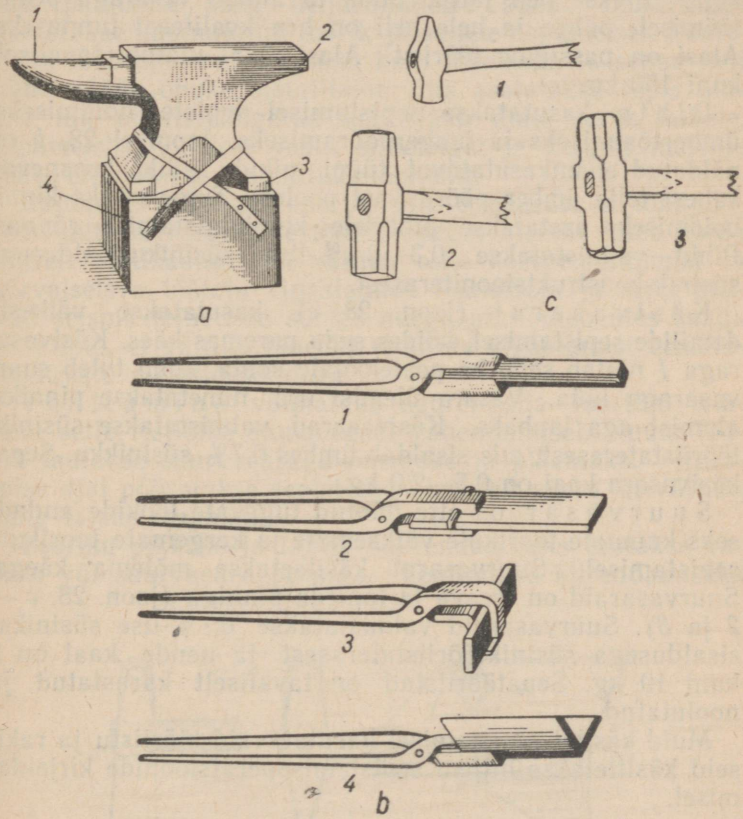
Ääsil töötamise lõpetamisel suletakse õhutoru ja koristatakse ääs — puhastatakse koldest räbu, eemaldatakse põlemata kütusetükid jne.

Tahkel kütusel töötava sepaääsi puuduseks tuleb lugeda metalli kokkupuutumist väävlit sisaldava kütusega (välja arvatud puusüsi), suuri soojuskadusid põlemissaadustega ja ka metalli kõrget ärapõlemise protsenti. Sepasüte kulu on umbes 50—60 kg kuumutatava metalli 100 kg kohta. Sepaääsi soojuslik kasutegur on kõigest 5—7%. Ometi on aga sepaääsil ka olulisi eeliseid. Nende hulka tuleb lugeda ääsi lihtsat ehitust, ning ääsi kiire süütamise ja kustutamise võimalust, mis on eriti tähtis remonttööde puhul. Peale selle võimaldab ääs kohalikku kuumutamist

(mis on tähtis painutamisel ja jämendamisel) ja kindlustab sepakeevitamiseks vajalikke kõrgeid temperatuure. Kantavatel ääsidel on suur tähtsus lihtsatel remonttöödel välitingimustes.

7. Sepatööriistad

A l a s i (joon. 28, *a*) on aluseks, mis metalli sepistamisel võtab vastu käsi- ja suurvasara lööke. Alasi valatakse



Joon. 28. Sepistamise tööriistad:
a — alasi; *b* — pihid (*1* — nõgusate mokkadega neljakandiliste ja ümmarguste lattide hoidmiseks; *2* — lamedate mokkadega ja ristvardaga; *3* — lamedate mokkadega ristpihid; *4* — nurkraua pihid); *c* — käsivasar ja suurvasarad (*1* — käsivasar; *2* — terava pinniga suurvasar; *3* — lameda pinniga suurvasar).

tervikuna terasest. Alasi pealispinda nimetatakse tööpinnaks. Alasites on tavaliselt ümmargused ja ruudukujulised augud; ümmargust auku kasutatakse aukude sisselöömiseks, ruudukujulist aga mitmesuguste rakiste — vormimisaluse, klambri, aasa, šablooni jne. kinnitamiseks. Alasi teravat otsa ehk sarve *1* kasutatakse sepiste painutamiseks. Alasi teine ots *2* on neljakandiline ja see on ette nähtud täisnurga all painutamiseks. Alasi seisab käppadel *3* ja kinnitatakse klambritega *4* puitpaku külge. Alasi kvaliteeti kontrollitakse heli järgi, mida ta annab vasaraga pealelöömisel; puhas ja hele heli on hea kvaliteedi tunnuseks. Alasi on passiivne tööriist. Alasi kaal ulatub tavaliselt kuni 150 kg.

P i h t e kasutatakse sepistamisel sepiste hoidmiseks, ümbertõstmiseks ja ümberpööramiseks. Joonisel 28, *b* on näidatud enamkasutatavat tüüpi pihid. Pihid koosnevad kahest telje ümber pöörduvast poolest. Tugevamaks kinnihoidmiseks asetatakse pihtidele kinnipigistamise rõngas. Pihid valmistatakse 0,3—0,4%-lise süsinikusisaldusega süsinik-konstruktsiooniterasest.

K ä s i v a s a r a t (joon. 28, *c*) kasutatakse väikeste detailide sepistamisel, hoides seda paremas käes. Käsivasaraga *1* näitab sepp ka pealelööjale kohta, kuhu tuleb suurvasaraga lüüa. Vasara ülemist osa nimetatakse pinniks, alumist aga laubaks. Käsivasarad valmistatakse süsiniktööriistaterasest, mis sisaldab umbes 0,7% süsinikku. Sepakäsivasara kaal on 0,5—2,0 kg.

S u u r v a s a r on ette nähtud tugevate löökide andmiseks kuumale toorikule väiksemate ja kergemate toorikute sepistamisel. Suurvasarat käsitsetakse mõlema käega. Suurvasaraid on terava ja lameda pinniga (joon. 28, *c* — *2* ja *3*). Suurvasaraid valmistatakse 0,7%-lise süsinikusisaldusega süsiniktööriistaterasest ja nende kaal on 2 kuni 10 kg. Sepatööriistad on tavaliselt karastatud ja noolutatud.

Muid käsitsi sepistamisel kasutatavaid tööriistu ja rakiseid käsitletakse hiljem sepistamisoperatsioonide kirjeldamisel.

8. Tähtsamad sepistamisoperatsioonid

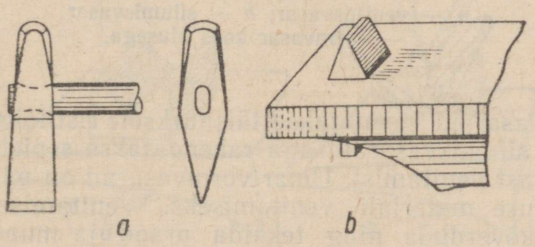
Tähtsamate sepistamisoperatsioonide hulka kuuluvad: raiumine, venitamine, jämendamine, painutamine, aukude läbilöömine ja sepakeevitamine.

Raiumisega eraldatakse tooriku või sepise küljest metallitükke. Raiumise teel eemaldatakse ka sepiste välispinnalt väliseid defekte (peeneid pinnapragusid, väljaulatuvaid nukke jne.). Raiumise all mõeldakse nii täielikku maharaiumist kui ka sisselõigete tegemist. Tavaliselt toimub raiumine kuumalt, kui metall on kuumutatud kuni 850—950°. Metalli raiutakse sepameisli abil (joon. 29, *a*), mis valmistatakse tööriistaterasest. Raiumise kiirendamiseks ja kergendamiseks kasutatakse lõikerauda (joon. 29, *b*), mis pannakse alasi neljakandilisse auku. Lõikerauale asetatakse kuumutatud toorik ja sellele sepameisel. Pealelööja lööb sepameislile seni, kuni lõikeraua ja sepameisli vahele jääb õhuke metallikiht. Siis asetatakse sepis alasile nii, et sisselõigatud koht jääb alasi serva kohale, sepameislit hoitakse vastu sisselõiget ja kergelt meislile lüües eraldatakse metallitükk lõplikult.

Raiumine on ohtlik operatsioon. Seepärast ei tohi töötada mittekorrasolevate tööriistadega. Meislit tuleb hoida täpselt vertikaalselt, et vältida selle kõrvalepõrkamist ja kõrvalseisva töötaja vigastamist. Pealelööja ja sepp peavad seisma teineteise suhtes nurga all. Tuleb üles seada ka kilbid, et vältida lähedal viibijate vigastamist eemalelendavate metallitükkidega.

Venitamine võimaldab suurendada toortüki pikkust selle ristlõike samaaegsel vähendamisel. Kuum toorik taotakse suurvasaraga õhemaks ja pikemaks. Venitamise ajal pööratakse sepist aeg-ajalt 90° võrra, et vältida selle laiakstagumist.

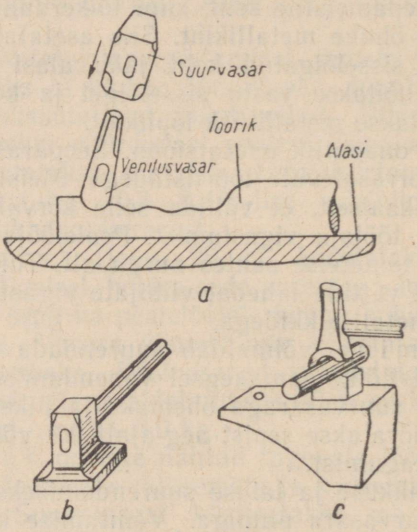
Tooriku pikkuse ja laiuse suurendamiseks taotakse vasara või suurvasara pinniga. Venitamise kiirendamiseks



Joon. 29. Raiumisel kasutatavad tööriistad ja rakised:
***a* — sepameisel; *b* — lõikeraud.**

tuleb lüüa vasara või suurvasara lauba servaga. Venitamisel antakse toorikule alati kõigepealt ruudukujuline ristlõige. Nii näiteks kui jämedamast ümmargusest toorikust on tarvis venitada peenike, kuid samuti ümmargune varb, taotakse toorik kõigepealt ruutu, siis kaheksakandiliseks ja lõpuks nõutava läbimõõduga ümmarguseks. Suurema läbimõõduga ringilt otse väiksema läbimõõduga ringile venitamine tekitaks sepises pragusid.

Venitamiseks kasutatakse mitmesuguseid tööriistu (joon. 30) ja nimelt venitus-, silmus- ja vormvasaraid.



Joon. 30. Venitamisel kasutatavad tööriistad ja rakised:
a — venitusvasar; *b* — silumisvasar;
c — vormvasar koos alusega.

Venitusvasaraid kasutatakse täisnurksete ristilõigete venitamisel, silumisvasaraid aga rakendatakse sepiste silumiseks pärast venitamist. Ümar-vormvasarad on nähtud ette ümmarguse materjali venitamiseks. Venitamisel võivad sepised kõverduda ning tekkida praod ja muud pinnadefektid.

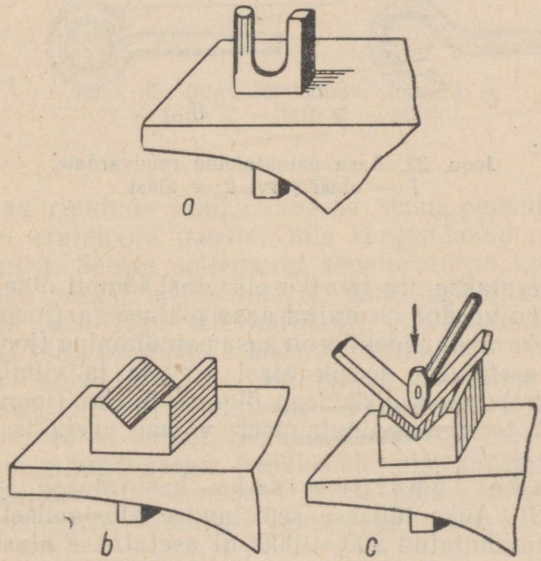
L a i a k s t a g u m i n e (lamestamine) on niisugune venitamine, kus peamiselt suureneb tooriku laius, väikse-

mal määral aga selle pikkus. Metalli laiakstagumist alustatakse tavaliselt keskelt.

J ä m e n d a m i n e võimaldab suurendada tooriku ristlõiget ja vähendada selle pikkust. Jämendada võib toorikut kogu pikkuses, selle keskkohas või otstel. Jämendamisel pööratakse toorikut oma telje ümber. Jämendatav toorik ei tohi olla pikem kui 2—2,5 läbimõõtu või ruudu külge, sest toorik võib muidu painduda. Peale tooriku paindumise võib jämendamisel ristlõige moonduda või sepises tekkida pragusid.

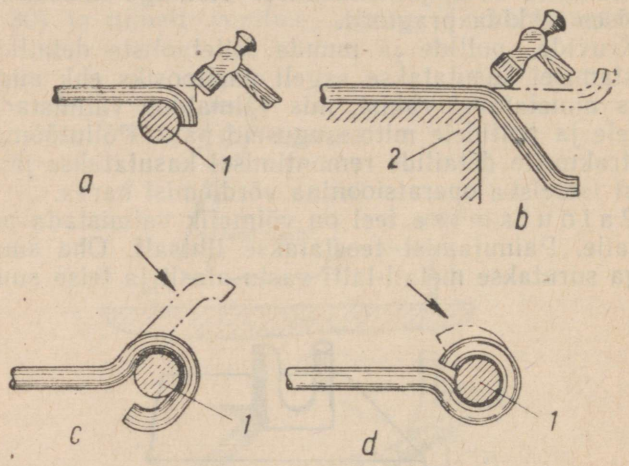
Kruvide, poltide ja muude selletaoliste detailide valmistamisel kasutatakse sageli naeltoosiks ehk auguplaadiks nimetatavat rakist, mis võimaldab valmistada kruvidele ja poltidele mitmesuguseid päid. Põllutöömasinate ja traktorite detailide remontimisel kasutatakse jämendamist iseseisva operatsioonina võrdlemisi harva.

P a i n u t a m i s e teel on võimalik valmistada paljusid detaile. Painutamist teostatakse lihtsalt. Ühe suurvasaraga surutakse metall-latti vastu alasit ja teise suurvasa-



Joon. 31. Painutamisel kasutatavad rakised:
a — kahvel; *b* — nurkalus; *c* — täisnurga kujundamine venitusvasara ja nurkaluse kasutamisel.

raga toimetatakse painutamist. Kui on olemas mehaaniline vasar, pigistatakse latt selle vahele kinni ja painutatakse siis suurvasara abil. Painutamisel kasutatakse laialdaselt mitmesuguseid rakiseid (joon. 31). Alljärgnevalt on toodud metallvardale väikese aasa painutamise tehnoloogia (joon. 32). Tooriku ots asetatakse alasi servale ja vasaralöökidega painutatakse ära varda ots (joon. 32, *a*).



Joon. 32. Aasa painutamine raudvardale:
1 — alasi sarv; *2* — alasi.

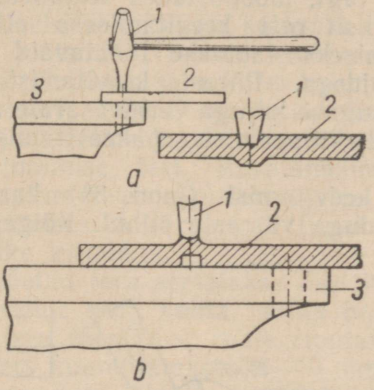
Nüüd keeratakse ära tooriku ots alasi tömbil otsal kaugusel, mis on võrdne sirutatud aasa pikkusega (joon. 32, *b*). Järgmiseks operatsiooniks on aasa painutamine (joon. 32, *c*). Lõpuks asetatakse toorik alasi servale ja viimistletakse aasa kergete vasaralöökidega õigesse mõõtu (joon. 32, *d*). Jahtunud tooriku painutamisel võivad metallis tekkida praod.

Aukude läbilöömiseks kasutatakse sepatorni (joon. 33). Auke lüüakse sepistamise alustamisel. Detail, mis on kuumutatud 900—1000°-ni asetatakse alasi augule selle kohaga, kuhu lüüakse auk. Nüüd asetatakse toorikule sepatorn ja lüüakse see suurvasara kergete löökidega toorikusse ligikaudu selle poole paksuse võrra

(joon. 33, *a*). Seejärel võetakse sepatorn välja ja asetatakse ta tooriku vastasküljel asuvale kumerusele (joon. 33, *b*). Nüüd piisab mõnest löögist sepatornile, et auku läbi lüüa.

Auk silutakse lõplikult üle, kui toode on peaaegu valmis.

Sepatorne on ruudukujulise ristlõikega ja ümmargusi mitmesuguses suuruses. Pärast iga lööki tuleb sepatorni loksutada, et see ei kiiluks toorikusse kinni. Otstarbe-



Joon. 33. Augu läbilöömine torniga:
1 — torn; *2* — latt; *3* — alasi.

kohane on riputada läbilöödavasse auku puusütt. Selle põlemisel eralduvad gaasid, mis kergendavad sepatorni väljavõtmist. Seoses sellega, et sepatornid on koonilised, tuleb auku pärast läbilöömist eri tornidega siluda. Auke tuleb läbi lüüa väga ettevaatlikult, et vältida telgjoone nihkumist ning pragude ja kiskude tekkimist.

Sepakeevitamine võimaldab plastilise olekuni kuumutatud metallitükke üheks tervikuks liita, rakendades selleks välist survet. Sepakeevitamisega teostatud liited on suure tugevusega. Sepakeevitamist kasutatakse nii uute detailide valmistamiseks (mida pole võimalik tavaliste sepistamise võtetega valmistada) kui ka remonttöödel.

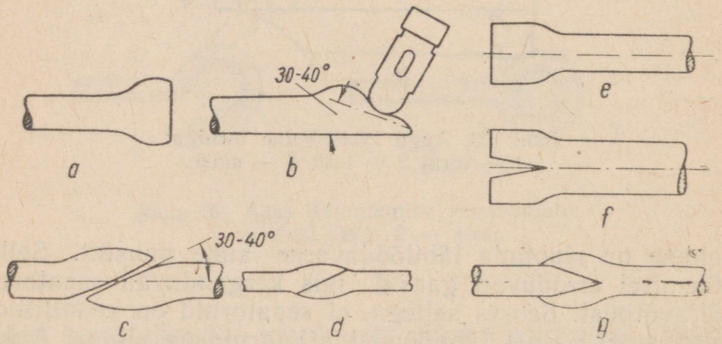
Pehme konstruktsiooniteras on keevitatav raskusteta. Sepakeevitamine koosneb järgmistest operatsioonidest: 1) otste ettevalmistamine keevitamiseks; 2) kuumutamine;

3) keevitamine; 4) keevituskoha läbitagumine ja viimistlemine. Keevitamiseks kuumutamise temperatuur on 1275—1350°.

Väikese süsinikusisaldusega terast kuumutatakse keevitamiseks helevalge hõõgumiseni (metall sädeleb); süsinikterast kuumutatakse valge kollaka varjundiga hõõgumiseni. Kokkukeevitatavatele otstele riputatakse peent jõeliiva (räbustajat), mis on segatud booraksiga. Räbustaja lahustab tagi, moodustades seejuures räbu, ja võimaldab sel viisil otsi keevitamiseks ette valmistada. Kokkukeevitamiseks taotakse liidetavaid osi kiirete ja tugevate löökidega. Pärast keevitamist viimistletakse detaile mitmesuguse kujuga vormvasarate abil.

On olemas kaks peamist sepakeevitamise viisi: pealistikku ja sisselõikena.

Pealistikku keevitamist (joon. 34) kasutatakse väiksema läbimõõduga varraste puhul. Kõigepealt jämenda-



Joon. 34. Keevitamine pealistikku ja sisselõikes.

takse otsad (joon. 34, *a*) ja siis sepistatakse nendele kaldpinnad (joon. 34, *b*). Kaldpinnad peavad olema keskelt kumerad, et räbu oleks nendelt kergesti väljataotav. Pärast keevitustemperatuurini kuumutamist ja kaldpindade puhastamist räbust asetatakse kaldpinnad teineteisele (joon. 34, *c*) ja taotakse keevituskoht üle (joon. 34, *d*). Pealistikku kokkukeevitamine on kõige enam levinud.

Sisselõikena keevitamist (vt. joon. 34) kasutatakse üle 60 mm läbimõõduga varbade puhul. Sisselõikena keevita-

mine on kõige tugevamaks keevitamisviisiks. Kõigepealt kuumutatakse ühe varva otsa, jämendatakse seda (joon. 34, *e*) ja raiutakse siis lõhki (joon. 34, *f*). Seejärel sepistatakse teise varva ots kiilukujuliseks ja pistetakse esimese varva sisselõikesse. Teineteisele sobitatud otsad kuumutatakse keevitustemperatuurini ja taotakse siis üle (joon. 34, *g*). Keevitamisel võivad esineda järgmised defektid: ristlõike vähenemine keevituskohas, läbikeevitamatus õmbluse keskkohas jne.

Traktoriadra üheks kõige enam kuluvaks osaks on adratera. Adratera töötamine toimub erakorraliselt rasketes tingimustes, mis põhjustab selle kiiret kulumist. Töötamise algul kulub lõikeserv, seejärel aga tera keha ise. Adratera esialgset kuju ja mõõtmeid on võimalik taastada varujämendi väljapinnimise teel. Adratera remont seisab lõikeserva väljapinnimises sepistamise teel, selle teritamises ja karastamises. Alljärgnevalt tuuakse nende operatsioonide lühike kirjeldus.

Adralt mahavõetud tera asetatakse ääsi keskkohta, kus kuumutatakse ainult seda kohta, mida hakatakse välja pinnima. Adratera ülejäänud osale riputatakse värsket sütt. Adratera serv kuumutatakse 30—40 mm laiuselt kuni helepunase hõõgumiseni (980°). Pärast kuumutamist asetatakse adratera alasile töötava pinnaga allapoole. Varu väljapinnimist alustatakse ninast (tagumiselt küljelt) sepavasara pinniga. Adratera sepistamine toimub tavaliselt selle vahepealse kuumutamisega. Jahtunud adratera pinnimine, kui selle värvus muutub tumedaks, võib tekitada pragusid. Adratera õiget väljapinnimist kontrollitakse šablooniga.

Pärast väljapinnimist adratera õgvendatakse ja teritatakse selle töötavat külge (jahtunud olekus) viiliga või käial.

Adratera karastamiseks kuumutatakse seda kuni 850°-ni (kirsipunase värvuseni). Jahutamine toimub kuni 30—40°-ni soojendatud vees niikaua, kuni lõpeb vee pulbitsemine. Pärast seda võetakse adratera välja ja jahutatakse õhus. Noolutamiseks kuumutatakse adratera uuesti kuni 300°-ni, millele järgneb vees jahutamine. Karastamiseks kuumutamisel ja jahutamisel adratera sageli kaardub. Seepärast tuleb adratera kuumutamiseks asetada ääsile vertikaalselt, lõikeservaga allapoole, taotledes seejuures adratera nihutamisega lõikeserva ühtlast

kuumenemist. Vette kastmine toimub serviti, selg ees. Pragunemise ja kaardumise vältimiseks ei tohi adratera lapiti vette kasta. Karastatud adratera kõvadust proovitakse viiliga, mis ei tohi lõikeservale kriimustusi jätta.

Adraterad valmistatakse 0,7%-lise süsinikusisaldusega süsinikterasest.

9. Tähtsamad ohutustehnika eeskirjad käsitsi sepistamisel

Õnnetusjuhtumite vältimiseks peavad käsitsi sepistamisel kasutatavad tööriistad — pihid, vasarad ja suurvasarad kui ka muud rakised olema korras. Tagi on lubatud alasilt eemaldada ainult metallharja või kraabiga. Kätega ei tohi tagi isegi siis koristada, kui kindad on käes. Sepistamistöid ei tohi teha märjal või õlisel alasil, kuna vee ja õli pritsmed ja aurud võivad põletusi tekitada. Ülepõletatud metalli sepistamisel võivad laialilendavad metallitükid põhjustada vigastusi.

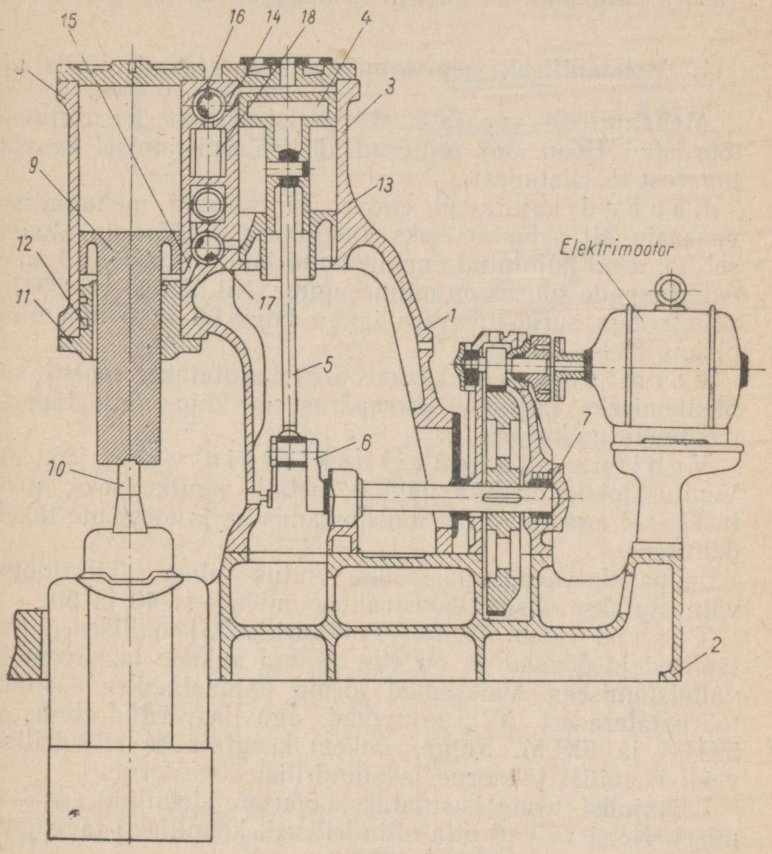
Süstemaatiliselt tuleb hoolitseda sepa töökoha puhtuse eest ega tohi lubada sepiste ja metalli jäätmete alasi lähedale kuhjumist, kuna sellest võib tekkida õnnetusjuhtumeid. Sepistamisel tuleb tingimata kanda ettenähtud eririietust ja kaitseprille.

10. Algteadmisi suruõhuvasara ehitusest ja töötamisest

Masina-traktorijaamadele on muu seadmestiku hulgas ette nähtud ka suruõhuvasarad. Nendel vasaratel on langevate osade kaal (vasara võimsus) 100—2 000 kg. Kuni 250 kg võimsusega suruõhuvasarad on käsi- ja pedaaljuhtimisega, üle 250 kg aga — ainult käsijuhtimisega.

Joonisel 35 on skemaatiliselt näidatud suruõhuvasara ehitus. Vasar töötab individuaalse elektrimootoriga. Malmraamile *2* kinnitatud malmist valatud korpuse *1* ülemises osas on kompressori silinder *3*. Selles silindris toimub vasara töötamiseks tarviliku õhu kokkusurumine. Kompressori kolb *4* on kepsu *5* abil ühendatud võlli *7* vasakpoolses otsas asuva vändaga *6*. Töösilindris *8* liigub kolb *9*, mille alumise otsa külge on kinnitatud vasar *10*. Puks *11* on kolvi *9* juhtijaks. Selleks et vältida kolvi pöördumist silindris, on olemas plaadid *12*. Kompressori silinder on alumise kaane *13* kaudu ühenduses atmosfääriga. Kanalid *14* ja *15* ühendavad kompressorisilindrit töösilind-

riga. Kanal *15* ühendab silindreid allpool kolbe *4* ja *9*, kanal *14* aga pealpool kolbe. Silindriliste siibrite *16* ja *17* vahel asetseb kamber *18*. Siibrite juhtimine toimub käepidemega. Kompressori kolvi allalaskumisel tekib kolvi peal hõren-



Joon. 35. Suruõhuvasara ehituse skeem.

dus, kolvi all aga surutakse õhk kokku. Samaaegselt tekib kolvi *9* peal ka hõrendus. Kompressori kolvi all kokkusurutud õhk voolab mööda kanalit *15* töösilindri kolvi alla, mis tõuseb üles. Kompressori kolvi *4* tõusmisel kolb *9* laskub alla.

Suruõhuvasara töötamiseks ei vajata kompressorijaama ega aurukatelt. Vasara kasutegur (vasara poolt sooritatud töö ja vasara käitamiseks kulutatud töö suhe) on 40—60%. Suruõhuvasara puuduseks on see, et võimatu on muuta vasara langemise kõrgust ja raske on saada üksikuid lööke.

11. Mehaaniliseks sepistamiseks kasutatavad tööriistad

Mehaaniliste vasarate all sepistamiseks kasutatavad tööriistad (joon. 36) erinevad käsitsi sepistamisel kasutatavatest tööriistadest.

Laubad kujutavad endast tähtsamaid mehaaniliste vasarate all sepistamiseks kasutatavaid tööriistu. Joonisel 36, *a* on kujutatud enamlevinud laupade tüübid. Lamedate laupade suurus on mitmesugune. Nii näiteks on 200 kg võimsusega suruõhuvasara lauba laius 90—110 mm ning pikkus 200—220 mm.

Vormlaupasid (joon. 36, *b*) kasutatakse sepiste viimistlemiseks ja neile korrapärasema kuju ning täpsete mõõtmete andmiseks.

Venitus- ja süvitusklotsid (joon. 36, *c*). Venitusklotsid on ette nähtud metalli venitamiseks, süvitusklotsid aga süvendite moodustamiseks ja toorikute tükeldamiseks.

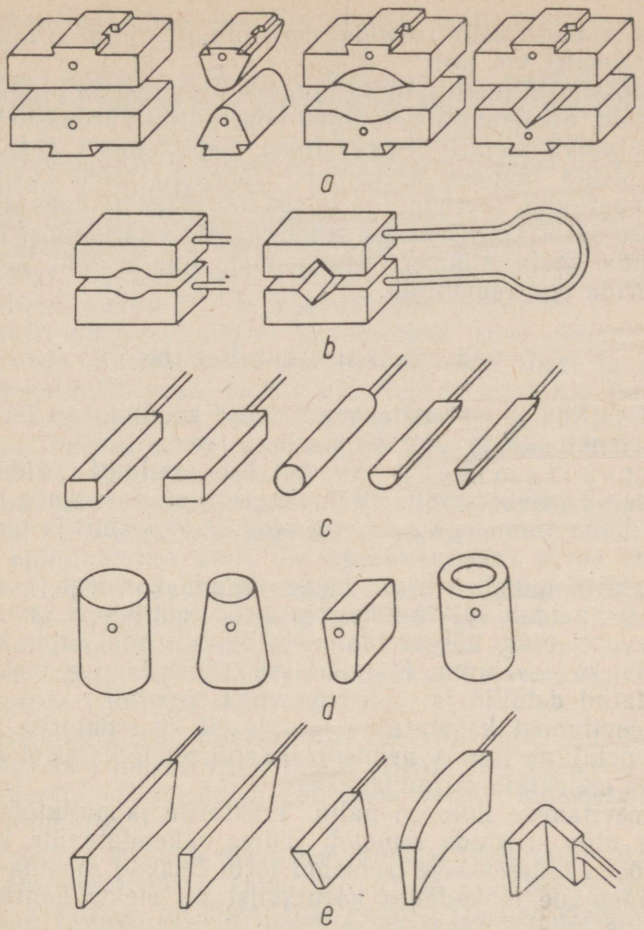
Laupasid, vormlaupasid ja venitus- ning süvitusklotse valmistatakse süsinik-konstruktsiooniterasest 40 ja 50.

Tornid (joon. 36, *d*) — silindrilised, koonilised, kiilutaolised ja õõnsad — on ette nähtud aukude ja süvendite valmistamiseks. Väiksemad tornid valmistatakse süsinik-tööriistaterasest У7, suuremad aga legeeritud terasest 5ХНМ ja 5ХГМ. Kõige rohkem kasutatakse silindrilisi, veidi koonilisi täistorne ja silindrilisi õõnestorne.

Erikujulisi torne kasutatakse õõnsate detailide sepistamisel. Need võivad olla silindrilised, koonilised ja vaadikujulised.

Kirveid (joon. 36, *e*) kasutatakse tooriku otseselt liigse metalli maharaiumiseks kui ka sepise süvenditest metalli väljaraiumiseks. Kirved võivad olla kahe- ja ühepoolsed, kiilukujulised, väljalõikamise laupade jaoks ja nurkkirved. Kirveid valmistatakse legeeritud terasest 5ХНМ ja 5ХГМ. Kirveste käepidemeid valmistatakse süsinikkonstruktsiooniterasest 15 ja 25.

Õhukeste lattide külmalt raiumist teostatakse ruutudega.



Joon. 36. Mehaanilisel sepistamisel kasutatavad tööriistad:
a — laubad; *b* — vormlaubad; *c* — venitus- ja süvitusklotsid;
d — tornid; *e* — kirved.

12. Suruõhuvasara teenindamine

Enne töö alustamist kontrollitakse, kas töökoht on korras, vasar määritud ning laubad kindlalt kinnitatud. Eriti hoolikalt tuleb kontrollida laupade seisukorda ning eemaldada nendelt õli ja tagi. Vasara korrasoleku kontrollimi-

seks lastakse sellel mõnda aega tühjalt töötada, tagudes praaksepist või latti.

Töötamisel tuleb jälgida laupade kinnitust ja pingutada kiilusid. Süstemaatiliselt tuleb kontrollida pürometri abil sepistatava metalli temperatuuri. Sepistamisel peab toorik olema laupade keskkohas. Tööriistu tuleb käsitseda ettevaatlikult, sest pihid ja teised tööriistad võidaks suruda sepise sisse. Ohtlik on ka sepistamisel lasta ülemist laupa taguda vastu alumist. Sepistamise ajal ei tohi vasarat määrida ega remontida.

13. Metallide keevitamine

Metallide ja sulamite keevitamist kasutatakse laialdaselt traktorite ja põllutöömasinate remontimisel.

Keevitamiseks nimetatakse metalldetailide või toodete lahtivõetamatu liite saamise protsessi nende kohaliku kuumutamisega sula- või plastilise olekuni ja mehaanilise surve rakendamisega või ilma selleta.

Lahtivõetamatu liite teiste saamisviisidega võrreldes võimaldab keevitamine tõsta töö tootlikkust ja liidete tugevust ning vähendada metallikulu, mis aitab kaasa toodangu omahinna alandamisele. Keevitamise teel valmistatud detailid ja tooted on väga tugevad.

Keevitamist kasutatakse laialdaselt ka traktorite valatud detailide juures nende mehaanilisel töötamisel avastatud defektide parandamiseks.

Keevitamise liike on palju. Traktorite ja põllutöömasinate ning -riistade remondi juures rakendatavate keevitustööde mitmekesise iseloomu tõttu leiavad masina-traktorijaamade töökodades kasutamist nii elektri-kaarkeevitamine kui ka gaas- (atsetüleeni ja hapnikuga) keevitamine. Selleks on töökojad varustatud elektrikeevitamise ja gaaskeevitamise aparaatidega.

Elektri-kaarkeevitamine. Meie maa on elektri-kaarkeevitamise kodumaaks. Kuulus vene füüsik V. V. Petrov avastas 1802. aastal elektrikaarleegi ja osutas võimalustele kasutada selle soojust metallide sulatamiseks. Vene insenerid N. N. Benardos 1882. aastal ja N. G. Salavjanov 1888. aastal kasutasid esmakordselt elektri-kaarleeki metallide keevitamiseks. Niisuguse keevitamise puhul kasutatakse kokkukeevitatavate detailide ja lisamaterjali (või metallelektroodi) kohalikuks sulatamiseks keevi-

tuskohas tekitatava elektri-kaarleegi poolt eralduvat soojust.

Kõige rohkem on levinud keevitamine elektri-kaarleegiga, mida tekitatakse keevitatava pinna ja metallelektroodi vahel. Viimane on tavaliselt traadikujuline.

Keevisõmbluse kvaliteet sõltub suurel määral vastavate metallide keevitatavusest. Keevitatavuseks nimetatakse metalli võimet kujundada tugevaid lahtivõetamatuid liiteid teise või sama metalliga. Nendel metallidel, milledest valmistatakse traktori detaile (malm, teras, värvilised metallid), on keevitatavus rahuldav.

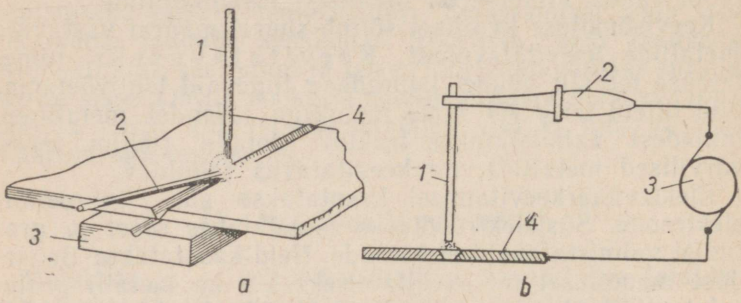
Elektri-kaarkeevitamisel kasutatakse süsi- ja metallelektroode. Süsielektroodideks nimetatakse söest ja grafiidist valmistatavaid elektroode. Neid kasutatakse Benardose menetlusel nii keevitamiseks kui ka metalli pealesulatamiseks ja elektri-kaarleegiga lõikamiseks. Süsielektroodid valmistatakse 8—30 mm läbimõõduga ja 200—300 mm pikkuste varbade näol. Grafiitelektroodidega töötamisel võib kasutada tugevamat voolu kui süsielektroodide puhul.

Metallelektroode valmistatakse eri traadist pikkusega 300—450 mm. Kõige rohkem kasutatakse 4 mm läbimõõduga elektroode. Metallelektroodid võivad olla paljad või kaetud; kõige sagedamini kasutatakse keevitamisel mitmesuguste katetega elektroode.

Lisamaterjaliks nimetatakse metalli, mida juhitakse keevituskoha juurde väljastpoolt (Benardose menetlus) ja mis ülessulatatult moodustab koos vedela alusmetalliga keevisõmbluse.

Benardose meetodi järgi keevitamisel tekib elektri-kaarleek süsielektroodi *1* (joon. 37, *a*) ja keevitatava pinna vahel. Elektrood on ühendatud vooluallika ühe klemmiga. Vooluallika teine klemm on ühendatud plaadiga *3*, millele asetatakse keevitatav detail. Kui keevitatavat detaili elektroodiga hetkeks puudutada ja siis elektrood eemaldada, tekib nende vahel elektri-kaarleek. Kaarleegi sisse, mille temperatuur on umbes 3500°, juhitakse traadikujulist lisamaterjali *2*. Kaarleek sulatab üles detaili kokkukeevitatavate osade servad ja lisamaterjali, kusjuures sulametall täidab kokkukeevitatavate osade vahelise pilu. Kui elektrood keevituskohalt eemaldada, siis sulametall jahtudes tardub ja kujundab keevituskohal tugeva õmbluse *4*, mis liidab detaili kokkukeevitatavad osad.

Joonisel 37, *b* on skemaatiliselt näidatud elektri-kaarkeevitamine Slavjanovi meetodil. Lisamaterjaliks on selle keevitusmeetodi puhul metallelektrood. Elektri-kaarleek tekib elektroodi ja keevitatava detaili vahel.



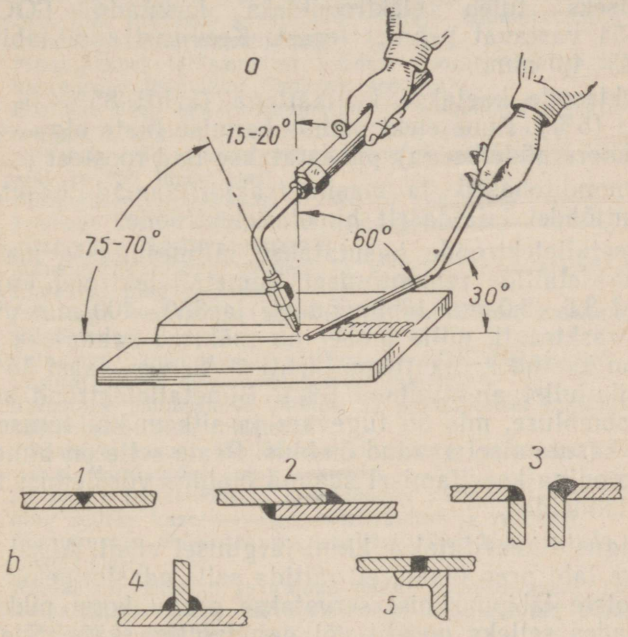
Joon. 37. Kaarkeevitamise skeem:
a — N. N. Benardose menetlusel: *1* — süsielektrood; *2* — lisamaterjal; *3* — plaat; *4* — keevisõmblus; *b* — N. G. Slavjanovi menetlusel: *1* — metallelektrood; *2* — elektroodihoidja; *3* — vooluallikas; *4* — keevitatav detail.

Elektri-kaarkeevitamist, samuti ka sel puhul tarvilikku kaarleegi pikkust reguleerib keevitaja käsitsi. Meie maal lõi aga akadeemik E. O. Paton esimesena maailmas kõrge tootlikkusega automaatkeevitamise, mida laialdaselt rakendatakse masinaehituses. Niisugune keevitamine võimaldab eriseadmete abil elektrooditraati keevisõmbluse suunas ette anda ja kaarleeki juhtida automaatselt.

Gaaskeevitamine. Gaaskeevitamisel kasutatakse soojusallikana mõne gaasi, enamasti atsetüleeni põletamisel saadavat leeki. Atsetüleeni kütteväärtus on 11 500 kcal/m³, ning leegi temperatuur hapnikuga põlemisel ulatub kuni 3100°. Segunedes keevituspõletis hapnikuga, annab atsetüleen selle segu põlemisel püsiva leegi. Keevituspõleti abil on võimalik suunata gaasileeki kuumutatava metalli igasse kohta. Põleti kere võimaldab hoida seda nõutavas tööasendis. Põleti kere küljes on ka ventiilid atsetüleeni ja hapniku juurdevoolu reguleerimiseks. Atsetüleeni ja hapniku segunemine toimub segunemiskambris. Põleti lõpeb suudmikuga, millest väljub segunemiskambris valmistatud põlevsegu. Keevituspõleteid valmistatakse madala ja kõrge rõhuga põlevgaasile.

Gaaskeevitamist teostatakse mitmesugusel viisil ja mitmesuguste võtetega. Põleti liikumise viisi järgi tehakse vahet parempoolse ja vasakpoolse keevitamise vahel. Parempoolsel keevitamisel liigub põleti lisamaterjali ees, vasakpoolsel keevitamisel — selle järel. Rohkem kasutatakse parempoolset keevitamist.

Joonisel 38 on kujutatud parempoolse keevitamise skeem ja tähtsamad keevisõmbluste tüübid.



Joon. 38. Parempoolse keevitamise skeem ja keevisõmbluste põhitüübid: *a* — parempoolse keevitamise skeem; *b* — keevisõmbluste põhitüübid: *1* — põkkõmblus; *2* — ülekatteõmblus; *3* — nurkõmblus; *4* — vastakõmblus; *5* — elekterneet.

Gaasileegiga on ka võimalik metalle lõigata ja kõvasulameid peale keevitada.

Keevisõmbluse defektid — läbikeevitamatus, poorsus jt. — alandavad keevitamise teel valmistatud toodete mehaanilisi omadusi.

Keevitamise ja pealesulatamise tööde kvaliteet trakto-

rite ja põllutöömasinate ning -riistade montaažil ja remontimisel sõltub suurel määral sellest, kuidas detailid on keevitamiseks ette valmistatud. Keevitamisele ja pealesulatamisele kuuluvad pinnad tuleb mustusest, rasvadest ja roostest terasharja abil või treipingil hoolikalt puhastada. Kulunud keere tuleb traktoridetailidel enne keevitamist väljapuurimise või ületreimise teel eemaldada. Veerelaagrite all kulunud võllikaeladele pealekeevitamisel tuleb need eelnevalt üle treida. Kvaliteetse keevisõmbluse saamiseks tuleb elektroodideks kasutada ГОСТ-ile 2246-54 vastavat pehmet terast. Keevitustraadi läbimõõt on 1,0—4,0 mm.

Elektroode kaetakse kriitkattega (kriiti 85% ja vesiklaasi 15%). Enne elektroodide katmist (kate olgu vedela hapukoore püdelusega) puhastatakse nad roostest ja õlist.

Remonditehased ja masina-traktorijaamad kasutavad remonttöödel laialdaselt bimetallelektroode.

Bimetallelektroode kasutatakse mitmesuguste malmist traktoridetailide remontimisel. Bimetallelektrood kujutab endast 3,5—5,0 mm läbimõõduga ja 350—400 mm pikkusega vasktraati, mille ümber on mähitud raudplekk ning mis on kaetud kriitkattega (kriiti 80%, vesiklaasi 15% ja pulbrikujulist alumiiniumi 5%). Bimetallelektrood annab keevisõmbluse, mis on tugevam ja sitkem kui teraselektroodi kasutamisel saadud õmblus. Peale selle on bimetallelektroodiga keevitamisel saadud õmblus võrdlemisi hõlpsalt töödeldav.

Pragusid keevitatakse kinni järgmisel viisil. Algul puuritakse läbi prao otsad, et vältida selle edasiminekut. Pärast otste läbipuurimist servatakse pragu kogu pikkuses, kasutades selleks meislit või paindvõlliga käia. Seejärel toimub keevitamine, mida tuleb teostada lühikeste õmblustega, et vältida malmi ülekuumenemist ja sellega kaasneda võivat valgenemist.

Üleliidulise Põllumajandusliku Masinaehituse Teadusliku Uurimise Instituudi poolt on välja töötatud uus tehnoloogia adraterade remontimiseks pealekeevitamise teel. Täielikult kulunud adraterad, kui neid taastada selle tehnoloogia järgi segu ВИСХОМ-9 pealekeevitamisega, on sama kulumiskindlusega nagu uuedki. Kulunud adratera taastamistööde maksumus on umbes pool uue adratera hinnast.

Gaaskeevitamist kasutatakse laialdaselt põllutöömasinate ja -riistade remontimisel. Nii näiteks taastatakse gaaskeevitamisega mitmesuguseid malmdetaile (ketasäkete kronsteine jt.), keevitatakse kinni kütusepaake jne.

Kontrollküsimusi

1. Mida nimetatakse sepiseks? Mida nimetatakse sepistamiseks?
2. Mida nimetatakse vaba-sepistamiseks ja mida stantsimiseks?
3. Mis liiki kütuseid kasutatakse metalli kuumutamiseks sepaääsidel ja kuumutusahjudes?
4. Missugustest tähtsamatest osadest koosneb lahtist tüüpi ja kahekordse loomuliku tõmbega sepaääs?
5. Loetlege ääsil metalli kuumutamisel võimalikud defektid. Missuguste abinõudega on võimalik neid ära hoida?
6. Jutustage ääsi teenindamisest enne töö alustamist, töötamise ajal ja töö lõpetamisel.
7. Missugused on sepaääsi eelised ja puudused?
8. Loetlege käsitsi sepistamisel kasutatavaid sepatööriistu ja selgitage iga tööriista otstarvet.
9. Jutustage raiumise võtetest ja raiumisel kasutatavatest tööriistadest ning rakistest.
10. Jutustage venitamise võtetest ja venitamisel kasutatavatest tööriistadest.
11. Jutustage jämendamise võtetest ja selle operatsiooni juures kasutatavatest tööriistadest ning rakistest.
12. Jutustage painutamise võtetest ja painutamisel kasutatavatest tööriistadest ning rakistest.
13. Jutustage aukude läbilöömise võtetest ja seejuures kasutatavatest tööriistadest ning rakistest.
14. Jutustage pealistikku ja sisselõikesse sepakeevitamise võtetest ning selleks kasutatavatest tööriistadest ja rakistest.
15. Missugustest ohutustehnika reeglitest tuleb kinni pidada käsitsi sepistamisel?
16. Kuidas on ehitatud ja kuidas töötab suruõhuvasar? Loetlege mehaanilise vasara all sepistamisel kasutatavaid tähtsamaid tööriistu ja selgitage nende ülesannet.
17. Mida nimetatakse keevitamiseks? Missuguseid elektrikeevitamise viise tuntakse?
18. Jutustage elektri-kaarkeevitamisest N. N. Benardose meetodi järgi.
19. Jutustage elektri-kaarkeevitamisest N. G. Slavjanovi meetodi järgi.
20. Jutustage elektri-kaarkeevitamisest bimetallelektroodiga.
21. Jutustage gaaskeevitamise soojusallikatest, põleti ehitusest ja töötamisest ning metallide gaaskeevitamise viisidest ja võtetest.

V PEATÜKK

VÄRVILISED METALLID JA NENDE SULAMID

1. Üldteadmisi

Värvilisi metalle ja nende sulameid kasutatakse laialdaselt traktoriehituses. Neil on kõrge korrosioonikindlus, s. t. nad ei roosteta. Värvilised metallid on aga märksa kallimad ja defitsiitsemad kui mustad metallid. Seepärast on nende kasutamine mõistlik ainult sel juhul, kui ei osutu võimalikuks asendada värvilisi metalle teiste odavamate ja kättesaadavamate sulamitega.

Traktorite mitmete detailide ja eriliste laagrisulamite valmistamiseks kasutatakse vaske, alumiiniumi, seatina, tina, tsinki ja antimoni.

Vask on punase värvusega metall. Tema sulamistemperatuur on 1083°, erikaal 8,92 g/cm³. Vask on hea elektrijuhtivuse, korrosioonikindluse ja plastilisusega. Masinaosade valmistamiseks puhast vaske peaaegu ei kasutata, sest selle mehaanilised omadused on madalad. Vask sulab hästi kokku teiste metallidega, moodustades sulameid. Vasesulameid kasutatakse masinaehituses laialdaselt.

Vasest valmistatakse traktori siduri veetavketta friktsioonkatte kinnitamise neetisid, auru ärajuhtimise torusid, termostaadi stutsereid (traktoritele КД-35, ДТ-54 jt.), bimetallelektroode traktorite detailide taastamiseks remonttöödel ja jootetõlvikuid. Traktorite monteerimisel kasutatakse vaskneetisid ka veel traktori pidurilintide kinnitamiseks jne.

Alumiinium on hõbevalge värvusega metall. Alumiinium kuulub kergete metallide hulka; tema erikaal on 2,7 g/cm³, sulamistemperatuur 658°. Alumiiniumil on hea elektrijuhtivus ja plastilisus. Alumiiniumisulameid kasutatakse traktoriehituses võrdlemisi laialdaselt. Nii näiteks valmistatakse alumiiniumisulamist traktorite C-80 ja КД-35 mootorite kolvid ja paljud muud detailid. Alumiiniumi kasutatakse ka diiselmootorite raam- ja kepsulaagrite bimetall-laagriliudade valmistamiseks.

Magneesium kujutab endast hõbevalge värvusega väga kerget metalli sulamistemperatuuriga 651° ja erikaaluga 1,74 g/cm³. Magneesiumil on suur korrosiooni-

kindlus. Magneesium kuulub alumiiniumi baasil valmistatavate antifriktsioonsulamite koostisse. Neid sulameid kasutatakse traktorite laagrite voodrina.

Seatina on sinakashalli värvusega metall, erikaaluga 11,3 g/cm³ ja sulamistemperatuuriga 327°. Seatina on plastiline ja on survega isegi külmalt hõlpsasti töödeldav. Seatinast moodustatakse rida sulameid — joodiseid, mida kasutatakse traktoridetailide jootmiseks, ja laagrisulameid, mida kasutatakse traktori laagriliudade voodrina (babiidid Б16, Б6 ja БТ) jne. Seatina kuulub ka traktoriehituses kasutatava tähtsa sulami — seatinapronksi koostisse.

Tina on hõbevalge pehme metall. Tina erikaal on 7,3 g/cm³, sulamistemperatuur 252°. Tina paistab silma korrosioonikindlusega ja kõrge plastilisusega; teda võib külmalt õhukesteks lehtedeks valtsida. Tina O1 kasutatakse joodise ПОС-30 valmistamiseks veeradiaatori südamiku jootmisel; marki O2 — babiidi Б83 ja joodise ПОС-61 valmistamiseks: marki O3 — joodise ПОС-40 valmistamiseks ja marki O4 — teiste babiitide, joodiste ja vähese tinasisaldusega sulamite valmistamiseks. Joodiseid ja babiite kasutatakse traktoriehituses laialdaselt.

Tsink on sinakasvalge värvusega metall. Tsingi erikaal on 7,14 g/cm³, sulamistemperatuur 419°. Tavalisel temperatuuril on tsink habras, kuni 110°-ni soojendatult aga väga plastiline. Tsink paistab silma hea korrosioonikindlusega.

Tsinki kasutatakse pehme tsingitud teraspleki valmistamiseks, millest tehakse traktorite ja kombainide mootorite kütuse- ja veepaake ning muid detaile. Tsingitud terasest valmistatakse ka sarja pikenduse žalusiisõela kamme, kuna konsooltigudega lõikusmasin on varustatud tsingitud terasest transportööriplaatidega.

Happed ja leelised mõjuvad tsingile sööbivalt, mida tuleb tsingitud terasest detailide remontimisel arvestada.

Nikkel on kollakasvalge värvusega metall, väga kõva ja magnetiliste omadustega. Nikli erikaal on 8,9 g/cm³, sulamistemperatuur 1452°. Niklit iseloomustab suur korrosioonikindlus. Puhtuse määrast sõltuvalt eristatakse järgmisi nikli marke: H0, H1, H2, H3 ja H4. Niklit H0 kasutatakse traktorite laagrisulamite valmistamiseks ning terasdetailide katmiseks, kaitseks korrosiooni eest.

Antimon kujutab endast metallilise läikega hõbevalget ainet, mille erikaal on 6,7 g/cm³ ja sulamistemperatuur 630°. Antimon kuulub autode ja traktorite laagrivoodriks kasutatavate antifriktsioonsulamite koostisse.

2. Messingid

Messing on vasesulam, mille tähtsamaks legeerivaks koostisosaks (komponendiks) [1] on tsink. Mõnikord nimetatakse messingit ka valgevaseks. Messingites leidub kuni 58% tsinki. Praktiliselt leiavad enam kasutamist messingid, mis sisaldavad tsinki kuni 40%. Messingi värvus ja mehaanilised omadused sõltuvad tsingisisaldusest. Nii näiteks on 18—20%-lise tsingisisalduse puhul messingi värvus kollakaspunane, 20—30%-lise puhul — pruunikaskollane, 30—40%-lise puhul — helekollane, 42%-lise puhul — hélepunane jne.

Kõige suurem plastilisus on messingitel, mis sisaldavad umbes 30% tsinki; kõige suurema tugevusega on aga messingid, mis sisaldavad umbes 45% tsinki. Messingil on vasega võrreldes suurem tugevus.

On olemas tavalisi ja erimessingeid. Tavalised messingid on vase ja tsingi sulamid. Erimessingid sisaldavad peale vase ja tsingi veel tina, niklit, alumiiniumi, mangaani ja muid metalle. Erimessingitel on suurem kõvadus ja tugevus, kõrge korrosioonikindlus ning plastilisus.

Messingit, mis sisaldab kuni 12% tsinki, nimetatakse tombakiks ja tähistatakse tähega T. Messingit, mille tsingisisaldus on 19—22%, nimetatakse pooltombakiks.

Messingid on mitmesuguste tehnoloogiliste omadustega. Mitmed messingid on plastilised ja seetõttu survega hästi töödeldavad. Teised messingid on hästi valatavad ja neid kasutatakse valumaterjalidena. Messingeid markeeritakse järgmiselt. Tähistus algab tähega Л, mis tähendab messingit (vene keeles «latun»). Tähele Л järgnevad teised tähed, mis näitavad messingi koostisse kuuluvaid teisi elemente. Nende tähtede järjestus sõltub vastavate komponentide kvantitatiivsest sisaldusest messin-

[1] Komponendiks nimetatakse sulami koostisse kuuluvat keemilist elementi. Legeerivaks komponendiks nimetatakse komponenti, mida viiakse sulamisse vajalike tehniliste omaduste saamiseks.

gis. Komponenti, mida leidub sulamis rohkem kui iga teist üksikult võttes, tähistatakse vastava tähega kohe tähe Л järel. Tähtedele järgnevad üksteisest kriipsudega eraldatud arvud; nendest esimene näitab ligikaudset vase sisaldust protsentides, järgmised näitavad legeerivate komponentide hulka. Nii näiteks on mark ЛА77-2 messingi tähistus loetav järgmiselt: alumiiniummessing, mis sisaldab umbes 77% vaske ja keskmiselt 2% alumiiniumi, kuna ülejääk on tsink. Mark ЛМцА57-3-1 [1] messingi tähistust loetakse järgmiselt: mangaan-alumiiniummessing, mis sisaldab umbes 57% vaske, keskmiselt 3% mangaani, ligikaudu 1% alumiiniumi ja ülejäänud osas tsinki.

Survetöötlemiseks ja valamiseks ettenähtud messingite margid määrab kindlaks ГОСТ 1019-47. Alljärgnevalt on toodud mõnede traktoriehituses enamkasutatavate messingisortide margid ja keemiline koostis.

Tabel 11

Traktoriehituses kasutatavate messingite margid ja keemiline koostis

Messingi nimetus	Messingi mark	Keemiline koostis (%-des, ülejääk tsink)				
		vask	seatina	mangaan	nikkel	muid lisandeid
Tombak . .	ЛТ96	95—97	—	—	—	0,3
Pooltombak	Л80	79—81	—	—	—	0,3
Messing . .	Л68	67—70	—	—	—	0,3
Mangaan-messing	ЛМц58-2	57—60	—	1,0—2,0	—	1,2
Seatina-messing	ЛС74-3	72,0—75,0	2,4—3,0	—	—	0,25
Nikkel-messing	ЛН65-5	64—67	—	—	5,0—6,5	0,3

Tabelis toodud messingimargid on töödeldavad külmalt ja kuumalt valtsimise, tõmbamise ja pressimise teel.

Messing ЛТ96 (tombak) on kõrgete mehaaniliste omadustega, korrosioonikindel ja survega nii kuumalt kui ka külmalt hästi töödeldav. Messingist ЛТ96 valmistatakse radiaatoritorusid, linte, lehti jne.

Messingit Л80 (pooltombak) iseloomustavad kõrged mehaanilised omadused, hea korrosioonikindlus ja surve-

[1] Mangaanisisaldust messingites ja pronksides tähistatakse tähtedega Мц.

töödeldavus nii külmalt kui ka kuumalt. Messingist Л80 valmistatakse gofreeritud torusid traktoritele С-80, võrke, linte jm.

Messing Л68 on kõrgete mehaaniliste omadustega, korrosioonikindel ja survega nii külmalt kui ka kuumalt hästi töödeldav. Messingist Л68 valmistatakse mitmesuguseid detaile autodele, traktoritele, soojusagregaatidele jne.

Messing ЛМц58-2 paistab silma heade mehaaniliste omadustega, kõrge korrosioonikindlusega ja hea survetöödeldavusega kuumas olekus. Mangaanmessingid on ka hea kuumakindlusega. Messingist ЛМц58-2 valmistatakse autode ja traktorite elektriseadmete detaile.

Messingitel ЛС74-3 ja ЛС64-2 on kõrged antifriktsiooniomadused ning nad on tööpinkidel täiesti rahuldavalt töödeldavad. Tuleb märkida, et suurem osa messingimarkidest pole tööpinkidel rahuldavalt töödeldavad, sest laast ei eraldu terast, «kleepub» selle külge ja raskendab messingdetailide ning -toodete valmistamist ja mehaanilist töötlemist. Messingitest ЛС74-3 ja ЛС64-2 valmistatakse detaile auto-, traktori- ja kellatööstusele. Messingit ЛС59-1 kasutatakse traktorite КД-35, ДТ-54 jt. magneeto katkesti hoova telje valmistamiseks.

Messing ЛН65-5 on kõrge korrosioonikindlusega ja kõrgete antifriktsiooniliste omadustega [1], heade mehaaniliste omadustega ja hästi töödeldav nii kuumalt kui ka külmalt. Messingist ЛН65-5 valmistatakse detaile traktoriehituses, laevaehituses jne.

Valumessingi mõningate markide tähtsamad mehaanilised omadused ja erikaal on toodud alljärgnevalt.

Messingi mark	Tõmbetugevus kg/mm²	Suhteline pikenemine %	Erikaal
ЛА67-2,5	40/30	15/12	8,5
ЛАЖ60-1-1	42/38	18/20	8,5
ЛКС80-3-3	30/25	15/10	8,6

[1] Kulumiskindlus hõõrdumisel.

3. Pronks

Pronksiks nimetatakse igasuguseid vasesulameid, välja arvatud messingid. Pronksi värvus sõltub tinasisaldusest. Nii on pronksi värvus umbes 5%-lise tinasisalduse puhul kollane, 10—12%-lise puhul — oranž, 28%-lise puhul ja üle selle — valge. Tinasisalduse suurenemisel kuni 17% tõuseb pronksi kõvadus ja tõmbetugevus. Praktikas kasutatavad pronksid sisaldavad tavaliselt 10—12% tina. Plastilised on ainult need pronksid, mis sisaldavad kuni 7—8% tina. Pronks, mis sisaldab vähemalt 14% tina, on karastatav.

Viimase 10—12 aasta vältel on leidnud kasutamist rida vasesulameid, kus esinevad teised elemendid — alumiinium, räni, seatina, nikkel, mangaan jt. Tina kui defitsiitset elementi neis sulamites üldse ei esine.

Pronkside markeerimisviis on samasugune kui messingitel. Tähistus algab tähtedega Бр., mis tähendavad (vene keeles) pronksi, edasi järgnevad sulami koostisse kuuluvate tähtsamate komponentide nimetuste algtähed ning tähtedele järgnevad arvud tähendavad nende keskmist sisaldust protsentides. Nii näiteks loetakse pronksi marki Бр. ОЦСН 3-7-5-1 järgmiselt: tina-tsink-seatina-nikkelpronks, mis sisaldab tina (О) umbes 3,0%, tsinki (Ц) keskmiselt 7%, seatina (С) ligikaudu 5% ja niklit (Н) keskmiselt 1%. Kasutatakse tinapronkse ja tinata ehk eripronkse. Tinapronksid omakorda jagunevad valu-tinapronksiks ja survega töödeldavaks tinapronksiks.

Valupronksid on heade mehaaniliste, antifriktsiooniliste ja korrosioonikindlate omadustega. Seetõttu kasutatakse neid armatuurideks ja mitmesuguste konstruktsioonide detailideks ning antifriktsioonsulamite valmistamiseks.

Armatuuri ja konstruktsioonide detailide valmistamiseks on kohased valupronksid Бр. ОЦСН 3-8-4-1 ja Бр. ОЦС 3-13-4.

Antifriktsioonsulamite valmistamiseks kasutatakse valutinapronkse Бр. ОЦС 5-6-5 ja Бр. ОЦС 4-8-5.

Survega töödeldavatest tinapronksidest võib nimetada marke Бр. ОФ 6,5-015 ja Бр. ОЦС 4-4-2,5. Neid pronkse kasutatakse traktorite õlipumpade vedavhammasrataste võllide pukside jaoks (näiteks traktoril С-80) ning klappide, kraanide, pumbakerede jne. jaoks. Pronksist

Бр. ОЦ 4-3 valmistatakse traktorite КД-35, ДТ-54 generaatori ühenduskontakti liiste jne.

Tinapronksid on kallid ja defitsiitsed sulamid.

Tinapronkside puuduseks on mehaaniliste omaduste alanemine võrdlemisi väikese kuumenemise puhul; temperatuurini 200° kuumutatud tinapronks kaotab oma tugevuse.

Tinasisalduseta ehk eripronksid kujutavad endast vasesulameid, mis sisaldavad erilisanditena alumiiniumi, tsinki, niklit, mangaani, rauda jne. Need pronksid paistavad silma kõrgete mehaaniliste ja antifriktsiooniliste omaduste kui ka korrosioonikindluse poolest. Eripronksid on defitsiitsete tinapronkside rahuldavateks asendajateks.

Alljärgnevalt on toodud andmeid mõnede antifriktsiooniliste omadustega eripronkside tähtsamate markide kohta.

Tabel 12

Antifriktsioonilised eripronksid

Pronksi nimetus	Pronksi mark	Keemiline koostis (%-des, ülejääk vask)				
		alumiinium	raud	seatina	nikkel	kokku muid lisandeid
Alumiinium-raudpronks	Бр. АЖ 9-4	8,0—10,0	2,4—4,0	—	—	1,7
Alumiinium-raud-seatinapronks	Бр.АЖС 7-1,5-1,5	6,0—8,0	1,0—1,5	1,0—1,5	—	1,5
Alumiinium-raud-nikkelpronks	Бр.АЖН 10-4-4	9,5—11,0	3,5—5,5	—	3,5—5,5	0,6
Räni-mangaanpronks	Бр. КМц 3-1	—	—	Mangaani 1,0—1,5	Räni 2,75—3,5	1,1

Pronks Бр. АЖ 9-4 on kõrgete mehaaniliste ja antifriktsiooniliste omadustega, hästi valatav ning küllalt plastiline. Sellest pronksist valmistatakse traktori С-80 töömõõtja spiraalhammasrattaid, pukse, mitmesugust armatuuri ja muid detaile. Pronksist АМц 9-2 valmistatakse traktorite КД-35 ja ДТ-54 magneeto hammasrataste pukse, samuti ka teisi detaile. Pronksi Бр. АЖС 7-1,5-1,5 iseloomustavad kõrged antifriktsioonilised omadused ja hea valatavus. Pronksil Бр. АЖН 10-4-4 on suur tugevus, kulumiskindlus ja kuumakindlus. See pronks on tinapronkside heaks asendajaks.

Räni pronksid paistavad silma kõrgete mehaaniliste ja antifriktsiooniliste omaduste, hea valatavuse ja korrosi-

oonikindluse poolest. Seatina lisandiga räänipronkse (marki Бр.КС 3-4) kasutatakse laagriliudade valmistamiseks.

Tinasisalduseta eripronkside tõmbetugevus on 30—65 kg/mm² piirides, kõvadus 100—170 H_B ja suhteline venivus 5—30%.

Pronks on kulumiskindel antifriktsioonsulam. Teda kasutatakse laialdaselt liugelaagritena töötavate pukside valmistamiseks. Pronksist valmistatakse näiteks traktorija automootorite kepsude ülemiste peade pukse, klappide nookurite pukse ja muid hõõrdumisega töötavaid detaile.

4. Laagrisulamid

Antifriktsioon- ehk laagrisulameid kasutatakse peamiselt mootorite kepsu- ja raamlaagrite voodrite valamiseks. Need sulamid on väga kulumiskindlad ega põhjusta väntvõlli kaelte suurt kulumist.

Laagrisulameid kasutatakse rasketes töötingimustes, mispärast nad peavad vastama erinõuetele.

Auto- ja traktoriehituses kasutatakse järgmisi laagrisulameid: 1) tinababiite, 2) seatinapronkse ja 3) alumiiniumi baasil valmistatud antifriktsioonsulameid.

Babiidid. Babiidid koosnevad plastilistest metallidest — tinast ja seatinast — ning vase, antimoni, nikli jt. lisanditest. Antifriktsioonsulami küllalt sitke põhimass, mis koosneb tinast või seatinast, kindlustab selle hea sissetöötamise, kuna antimonist ja vasesulamitest koosnevad kõvad osakesed võimaldavad babiidikihil vastu võtta võrdlemisi kõrgeid erisurveid (survet pinnaühiku kohta).

Tinababiite kasutatakse autode, kombainide ja traktorite mootorite kepsu- ja raamlaagrite voodri valamiseks. Nende babiidimarkide kalliduse tõttu, mis sisaldavad umbes 83% tina, on aga nende kasutamine piiratud.

Kõrge tinasisaldusega babiidi Б83[1] koostis on järgmine: 10—12% antimoni, 5,5—6,5% vaske, mitte üle 0,55% lisandeid ja ülejääk (umbes 83%) tina. Seda babiiti kasutatakse laialdaselt vastutavate mehhanismide, masinate, elektrimootorite jne. laagrite voodri valamiseks.

Nikkelbabiit БН on järgmise koostisega: 13—15% antimoni, 1,5—2,0% vaske, 1,25—1,75% kadmiumi, 0,75—

[1] Б — tähendab babiiti.

1,25% niklit, 0,5—0,9% arseeni, 9—11% tina, mitte üle 0,4% lisandeid ja ülejäägina (umbes 70%) seatina.

See babiit on odavam, kuid oma omadustelt peaaegu ei jää maha kõrge tinasisaldusega babiitidest ja seda kasutatakse suurema osa traktorite kepsu- ja raamlaagrite, automootorite laagrite, auruturbiinide, elektrivedurite jms. laagrite voodri valamiseks.

Telluurbabiidil БТ on pehmeks põhimassiks seatina ja tina ning ta sisaldab 14—16% antimoni, 0,7—1,1% vaske, 0,05—0,2% telluuri, 9—11% tina, mitte üle 0,6% lisandeid. Ülejääk on seatina.

Tinababiit Б16 sisaldab 15—17% antimoni, 1,5—2,0% vaske, 15—17% tina ja mitte üle 0,6% lisandeid. Ülejääk on seatina. Seda babiiti kasutatakse mootorite, elektrivedurite jms. kandelaagrite ülemiste poolte voodri valamiseks.

Vähese tinasisaldusega babiit Б6 koosneb järgmistest komponentidest: 14—16% antimoni, 2,5—3,0% vaske, 1,75—2,25% kadmiumi, 0,6—1,0% arseeni, 5—6% tina, mitte üle 0,4% lisandeid. Ülejääk on seatina. Seda babiiti kasutatakse tööpinkide, ventilaatorite jms. laagrite voodri valamiseks.

Traktoril ХТЗ-7 on kepsu laagriliudade voodriks õhuke kiht vähese tinasisaldusega babiiti.

Seatinapronks. Erisurvete ja võllide pöörlemiskiiruste suurenemine traktorimootorite kui ka muude kiirekäiguliste masinate laagrites on viinud selleni, et isegi kõrge tinasisaldusega babiidid osutuvad nende ebaküllaldase tugevuse tõttu mittevastupidavateks. Sellistel juhtudel kasutatakse seatinapronksi.

Seatinapronksi kasutatakse traktorite ДТ-54 ja КД-35 raskesti koormatud väntvõlli laagrite voodriks. Babiitidega võrreldes on seatinapronks tugevam, kulumiskindlam ja suurema soojusjuhtivusega; seda kasutatakse laialdaselt diiselmootorites. Traktori КД-35 seatinapronksist voodriga laagrid on õhukeseseinalised ja suure täpsusega valmistatud, millega on saavutatud nende vastastikune vahetatavus ja puudub vajadus reguleerimisvahelehtede järele.

ГОСТ-is 493-41 on näidatud seatinapronks mark Бр.С30, mis sisaldab 27—33% seatina, kuna ülejäägiks on vask. Seatinapronksist vooder valatakse terasele. Ometi on tarvis märkida, et seatinapronksi valmistamise tehno-

loogia on küllaltki keeruline. Laagri kvaliteetse antifriktsioonkihi saamiseks tuleb laagri voodriks valatud seatinapronksi kiiresti jahutada, milleks seda piserdatakse pulverisaatori abil. Aeglasel jahtumisel eraldub seatina vasest, mis põhjustab antifriktsioonkihi struktuuri ebaühtlust. Seatinapronksi puuduseks babiidiga võrreldes on selle nõrk sissetöötamisvõime, mis raskendab laagriliua mehaanilist töötlemist.

Alumiiniumi baasil valmistatud antifriktsioonsulamid. Teadusliku uurimise asutiste poolt teostatud uurimistega on tehtud kindlaks, et traktorimootorite laagrites võib seatinapronksi asendada alumiiniumi baasil valmistatud antifriktsioonsulamitega, neid vähese süsinikusisaldusega terasest või duralumiiniumist alusele peale kandes (plakeerides).

Antifriktsioonilise alumiiniumsulami АСМ valmistamiseks, mis sisaldab 3,5—5,0% antimoni, 0,5—0,7% magneesiumi ja ülejäägina alumiiniumi, kasutatakse alumiiniumi Al, antimoni СУ-1 või СУ-2 ja magneesiumi Мг-1.

Alumiiniumsulamiga kaetud bimetall-laagriliudasid (sulami АСМ kiht terasalusel) hakati kasutama diiselmootorite raam- ja kepsulaagrites; niisugused laagriliuad on küllalt kulumiskindlad.

Häid töötulemusi on näidanud ka antifriktsioon-alumiiniumsulamiga АСС 6-5 (6% antimoni, 5% seatina) laagrid. See sulam kantakse duralumiinist alusele.

Kontrollküsimusi

1. Missuguseid värvilisi metalle kasutatakse traktoriehituses? Missugused on värviliste metallide omadused?
2. Mida nimetatakse messingiks? Kuidas toimub messingite markeerimine?
3. Missugused omadused on iseloomulikud messingitele? Missuguste detailide valmistamiseks kasutatakse traktoriehituses messingeid?
4. Mida nimetatakse pronksiks? Missugused on tähtsamad pronkside grupid?
5. Missugused omadused iseloomustavad eripronkse?
6. Missugused omadused on tinapronksidel ja missuguste detailide valmistamiseks neid traktoriehituses kasutatakse?
7. Milleks kasutatakse laagrisulameid? Nimetage auto- ja traktoriehituses kasutatavaid laagrisulameid.
8. Mida nimetatakse tinababiidiks?
9. Missugustest tähtsamatest komponentidest koosneb sulam Б83 ja mis otstarbeks seda kasutatakse?
10. Missugustest tähtsamatest komponentidest koosneb sulam БН ja mis otstarbeks seda kasutatakse?

11. Missugustest tähtsamatest komponentidest koosneb sulam БТ ja mis otstarbeks seda kasutatakse?
12. Missugustest tähtsamatest komponentidest koosneb sulam Б6 ja missuguste detailide valmistamiseks seda kasutatakse?
13. Missugused omadused on seatinapronksil ja mis otstarbeks seda traktoriehituses kasutatakse?
14. Missuguseid alumiiniumi baasil valmistatud antifriktsioonsulameid kasutatakse traktorite laagriliudade voodriks? Missugustest tähtsamatest elementidest koosnevad alumiiniumi baasil valmistatud laagrisulamid?

VI PEATÜKK

MITTEMETALLILISED MATERJALID

Traktoriehituses kasutatakse laialdaselt mitmesuguseid mittemetallilisi materjale, nagu puitu, plastmasse, abrasiivmaterjale jne.

1. Puit

Puitu kasutatakse põllutöömasinate valmistamisel. Suuri koormusi taluvad põllutöömasinate detailid valmistatakse kõvadest puiduliikidest. Nende hulka kuuluvad pöök, tamm, pärn jt. Kaske ja mändi kasutatakse väiksema vastutusega detailideks ja pakkimiskastide materjaliks. Puidust valmistatakse ka mõningaid traktorite remondil kasutatavaid tööriistu, nagu puitvasaraid, väljalöömise torne jm.

Puitmaterjali kasutamine mitmetes masinaehituse harudes on seletatav selle odavuse, rahuldava tugevuse, väikese erikaalu (kerguse) ja hõlpsa mehaanilise töödeldavusega. Peale selle on puitmaterjal hästi vastupidav hapete, leeliste ja soolade toimele. Puidu puuduste hulka tuleb lugeda suurt veeimavust, kerget süttimist ja kiiret kõdunemist, samuti ka puitmaterjali ebaühtlast ehitust, mille tagajärjel puidu omadused pole alati ühesugused.

Puidu tugevus sõltub paljudest teguritest ja eelkõige selle niiskusest. Puitmaterjali niiskust iseloomustab selles leiduv vee hulk. Õhukuiv puit, kui seda hoida tavalistes tingimustes, sisaldab 15—20%[1] niiskust.

P ö ö k i kasutatakse kombainide ja muude põllutöömasinate kõige vastutusrikkamate detailide valmistamiseks. Nii valmistatakse pöögist kombaini lõikusmasina haspli kodarad ja laagrid, peksumasina söötebiiteri vahelehed, põhupuistaja ülemine ja alumine laager, sarja sõela

[1] Nõukogude Liidu Euroopa-osa keskvööndis.

varb ja esimene liist, sarja pikenduse tõmmits ja keskmine liist, rappuva libaslaua rippliistud jne.

M ä n d i kasutatakse kombainide ja muude põllutöömasinate mitmesuguste detailide valmistamiseks. Männist valmistatakse kombaini haspli labad ja labade katteliistud. Põhupuistajal valmistatakse männist rehakeste parem- ja vasakpoolsed liistud, rappuva libaslaua parem- ja vasakpoolsed äärelauad, ülemiste ja alumiste sõelte katteliistud. Ka teratigu klotsid ja vahelehed valmistatakse samuti männist.

K a s k e kasutatakse samuti laialdaselt kombainide ja põllutöömasinate mitmesuguste detailide valmistamiseks. Nii näiteks valmistatakse kasest sarjade parem- ja vasakpoolsed küljelauad ning põhukoguja tagumine klappsein. Konsooltigudega lõikusmasinal on kasest vikatikeps, tsentraaltransportööri juhtliistud jne.

Puitdetailid monteeritakse sõlmedeks liimi, poltide, naelte ja puidukruvide abil.

K a s e v i n e e r i valmistatakse õhukestest kasepuidulehtedest, mis liimitakse kokku vaiguga või õhukeste bakeliitlehtedega. Peale vineeri valmistatakse kasepuidulehtedest ka mitmesuguseid detaile. Kasepuidulehti valmistatakse paksusega 0,4—1,5 mm. Nende niiskus ei tohi ületada 10%.

Kasutusotstarbest ja lehtede ehitusest sõltuvalt on kindlaks määratud järgmised vineeri margid: a) suurema jäikusega ilmastikukindel (ebaühtlase kihipaksusega) vineer БПС-1 välispaneelide jaoks ja b) ühtlase kihipaksusega vineer БС-1 ja БП-1. Mehaaniliste omaduste poolest jaguneb vineer БС-1 ja БП-1 1. ja 2. sordiks, kuna vineerist БПС-1 on olemas ainult 1. sort. Vineerilehtede suuruseks on markidel БС-1 ja БП-1: laius 800 mm ja pikkus 1000 mm (ja üle selle); margil БПС-1: laius 1250 mm ja pikkus 1200 mm (ja üle selle). Vineeri paksuseks on ette nähtud margil БП-1 1—3 mm, margil БС-1 2—10 mm ja margil БПС-1 1—6 mm. Vineeri niiskus kõigub 5—9% piirides. Tõmbetugevus piki kiudusid on 675—800 kg/cm^2.

P ä r n a kasutatakse traktori C-65 plokk-karteri kaane tihendite valmistamiseks.

L i g n o s t o o n i kasutatakse põllutöö-masinaehituses suurte pöörlemiskiiruste ja väikeste erisurvega töötavate hammasrataste ja laagrite valmistamiseks.

2. Plastmassid

Plastmasse kasutatakse ka traktoriehituses. Plastmasside kasutamine on tingitud nende väikesest erikaalust, küllalt kõrgetest mehaanilistest omadustest ja hõlpsast mehaanilisest töödeldavusest. Nad on madala soojusjuhtivusega, mitte-hügroskoopilised (ei ime niiskust) ja korrosioonikindlad, peale selle aga ka headeks elektrivoolu isolaatoriteks. Plastmasside puuduseks tuleb lugeda nende madalat kuumakindlust.

Plastmassid koosnevad vaigust ja täiteainest. Enamalt jaolt kasutatakse plastmassides vaiguna vedelat bakeliiti või resoolvaiku. Sitkusest sõltuvalt lastakse välja kolme bakeliidi marki: А, Б ja В. Vedelat bakeliiti leidub bakeliitlakis, mida kasutatakse traktori С-80 karteri sisepinna katmiseks. Vedelat bakeliiti kasutatakse ka liimina. Nii näiteks joodetakse külgülekande tihendis gofreeritud messingtoru ühe otsaga terasketaste külge, toru teise otsa külge liimitakse aga bakeliitliimiga БФ 4 korgist ja nahast valmistatud tihendid. Bakeliidist valmistatakse traktori КД-35 magneeto jagajad.

Täiteainena kasutatakse puuvillriiet, paberit, puuvillajäätmeid, puidujahu jm.

Mõned läbipaistvad plastmassid, nagu näiteks orgaaniline klaas, koosnevad ainult vaikudest, s. t. ei sisalda täiteaineid.

Väikesteks tooteasjadeks tarvitatav tekstoliit kujutab endast kihilist plastmassi, mis on saadud sirgete kihtidena laotud ja kunstvaiguga või vaikude seguga immutatud kangalaiuste riidetükkide kuumalt kokkupressimise teel. Tekstoliidist valmistatakse jagaja Р-33 korpuse isoleerpuksid, magneeto katkesti isoleerseib, magneeto suur hammasratas, magneeto kaane nurgik jm. Tekstoliiti ПТ kasutatakse isolaatorina traktorite КД-35, С-80 jt. esilaternates. Tekstoliidi värvus on helekollasest kuni tumepruunini.

Tekstoliidi täiteaineks on puuvillriie. Tekstoliitlehtede ja -plaatide paksus on 0,5 kuni 70,0 mm, nende laius ja pikkus aga mitmesugune. Tekstoliidi erikaal on 1,3—1,4 g/cm^3 (kergem kui alumiinium ja isegi kergem kui magneesium); tõmbetugevus on 1200—1600 kg/cm^2. Tekstoliit talub soojenemist kuni 125°.

Elektrotehniline lehttekstoliit. Kasutusotstarbest sõltuvalt toodetakse elektrotehnilist lehttekstoliiti järgmistes markides: А, Б, В, Г ja СТ. Tekstoliidist Б valmistatakse katkesti isoleervaheleht, magneeto plaat ja isoleerseib jm. Elektrotehnilist konstruktsiooni- ja elektriisoleertekstoliiti turustatakse 400×400 mm suuruste lehtede või plaatidena, mille paksus on 0,5 kuni 50 mm. Tõmbetugevus piki lehte lõime suunas 500—900 kg/cm²; kõvadus 30 H_B; erikaal 1,3—1,6 g/cm³. Elektrotehniline tekstoliit talub soojenemist kuni 125—185°.

Elektrotehniline getinaks. Getinaks kujutab endast kihilist pressitud materjali, mis koosneb kahest või enamast paberilehest, mis on immutatud kunstvaiguga või vaikude seguga.

Getinaksi kasutatakse magneeto trafodes ja mitmesuguste detailide — plaatide, vahelehtede, väikeste hammasrataste, paneelide jms. valmistamiseks.

Getinaksi valmistatakse 0,20 kuni 50,0 mm paksuste lehtedena. Tõmbetugevus piki lehte on 700—1000 kg/cm², kõvadus 25 H_B ning erikaal 1,25 ja 1,4 g/cm³. Getinaksi soojuskindlus on 150°.

Karboliiti (ümmargust) kasutatakse harjahoidja isoleerpukside jt. detailide valmistamiseks.

3. Isoleerained

Traktoriehituses kasutatakse mitmesuguseid isoleeraineid.

Elektrotehnilist eboniiti kasutatakse elektriisoleerainena. Traktoril С-80 valmistatakse eboniidist (või tekstoliidist) reduktsiooniklapp.

Eboniiti toodetakse plaatide, varbade ja torude näol kahes margis: А ja Б. Plaatide paksus on 5,0—75,0 mm, nende pikkus mitte alla 250 mm.

Eboniit on lõikamisega ja stantsimisega hõlpsasti töödeldav. Stantsitakse kuni 5,0 mm paksusi ettesoojendatud plaate. Eboniidi värvus on must (või pruunika tooniga), erikaal mitte üle 1,25 g/cm³; soojuskindlus 50—80°; eboniidi kõvadus on küllalt suur.

Soojusisoleeerkartongi valmistatakse puitkiududest ühekihilisena ja kasutatakse soojusisolatsiooniks. Kartongi toodetakse 1 300×1 000 mm suuruste ja 7—13

mm paksuste lehtedena. Niiskus ei ületa 12%, veeimavus 24 tunni vältel (15—25° juures) 30% ja tõmbetugevus 25 kg/cm².

Elektri-isoleerkartong ЭМ on ette nähtud transformaatoriõlis töötamiseks.

Elektripresspaan ehk elektri-isoleerkartong ЭВ on ette nähtud õhus kasutamiseks. Kartongi lastakse välja glaseerituna kas rullides või lehtedes. Presspaani paksus on 0,1—3 mm; tõmbetugevus pikisuunas on 0,1—0,5 mm paksuse puhul 700 kg/cm², niiskus mitte üle 10%. Presspaanist valmistatakse magneeto kuullaagri välisrõnga alla käiv seib jm.

Kummit kasutatakse tihenditena kütusetorustiku stutserites ja ventilaatoririhma jaoks. Kummist valmistatakse ka traktori C-80 õlifiltri tihendusrõngas ning traktorite КД-35 ja ДТ-54 magneetode kaante tihendid. Peale selle kasutatakse kummit traktorite «Beloruss» ja «Universal», samuti teiste põllutöömasinate rataste välis- ja sisekummide valmistamiseks.

Kasutusotstarbest ja ekspluatatsioonilistest nõuetest sõltuvalt jaguneb kummi klassidesse: 1 — normaalne isoleerkummi; 2 — kuumakindel isoleerkummi; 3 — õli- ja bensiinikindel isoleerkummi; 4 — tavaline voolikukummi; 5 — õli- ja bensiinikindel voolikukummi. Kummi tõmbetugevus on 15—60 kg/cm², suhteline venivus 200—300%. Kummit koos puuvillpunutisega kasutatakse elektrijuhtmete isolatsiooniks. Selline isolatsioon on vastupidav niiskusele. Kummi puuduseks tuleb lugeda selle madalat kuumakindlust; soojendatult kuni 60—70°-ni muutub kummi rabedaks ja praguneb.

Isoleerpaela valmistatakse kitsastest puuvillriidest paeltest neile kummisegu kihti peale kandes. Gummeeritud lint keritakse rulli ja kasutatakse elektrijuhtmete isoleerimiseks. Gummeeritud riidest valmistatakse ploki toru juurde suunduv voolik, õhupuhastaja sisemine ketas, kinnitusliist plokipea jaoks jm.

Vilgukivi kasutatakse masinaehituses laialdaselt, eriti isoleerainena igasugustes elektrotehnilistes riistades. Vilgukivi sulamistemperatuur on 1200°, erikaal 2,8—3,2 g/cm².

4. Vahelehtede, tihendite ja topendite materjalid

Traktoriehituses kasutatakse laialdaselt vahelehtede, tihendite ja topendite materjale.

Asbest on mineraal, mis on lõhestatav peenteks painduvateks kiududeks, mida on võimalik küllaldase pikkuse puhul niidiks korrutada. Asbest on püsiv kuumutamisel kuni 600°-ni, tema sulamistemperatuur on 1500°. Asbest talub halvasti hapete mõju. Eristatakse tükkasbesti ja mehaanilise rikastamise teel saadavat asbesti. Viimane koosneb mitmesuguse pikkusega kiudude ja nende agregaatide[1] segust. Pikkadest asbestikiududest valmistatakse asbestnööre, lühikestest kiududest aga asbestpappi. Asbestist ja õhukesest raud- või vaskplekist valmistatakse tihendeid õlipumba survetorule, silindriploki kaanele jne. Jõuülekande sidurite friktsioonsektorid või kettad valmistatakse messingtraatidega asbestlindist, mis on immutatud bakeliitvaiguga. Asbestnöörist valmistatakse traktori C-65 radiaatoritorude topendid.

Lehtfiiber kujutab endast kaltsu- või paberimassi, mis on tsinkkloriidi lahusega immutatud ja seejärel kokku pressitud. Fiibrit kasutatakse traktoriehituses. Fiibrist valmistatakse käiviti isoleerseibe, ankru tugiseibe, siduri vedrude hoidetihvtide seibe jne. Kasutusotstarbest sõltuvalt valmistatakse viit marki lehtfiibrit: ФТ (tehniline), ФЭ (elektrotehniline), ФК ja ФП (väiketoodeteks) ning ФПК (hapnikukindlateks tihenditeks). Fiibrit ФТ valmistatakse 0,6—25 mm paksuste lehtedena. 0,6—0,8 mm paksuse fiibri tõmbetugevus on 600 kg/cm². Fiiber ФТ on väikese õliimavusega. Fiibri puuduseks on suur veeimavus (24 tunni vältel kuni 65%), mistõttu fiiber kuivamisel kaardub ja muudab oma kuju.

Paraniiti valmistatakse asbestist, kautšukist ja täiteainetest. Paraniiti toodetakse halli värvusega lehtedena. Teda kasutatakse metallpindade niisuguste liitekohtade tihendamiseks, mis töötavad vees, küllastatud ja ülekuumendatud aurus, õhus või inertsetes gaasides (lämmastik jt.). Eriti kohane on paraniit detailide niisuguste liitekohtade tihendamiseks, mis töötavad bensiinis, petrooleumis või õlis. Paraniidi lehtede suurus on 300×400

[1] Agregaadiks nimetatakse muutmata kujuga kiude sisaldavaid asbestitükke.

kuni 1 200×1 500 mm, nende paksus 2,5—6,0 mm. Vees ja aurus talub paraniit kuni 50 kg/cm² rõhku ja kuni 450° temperatuuri, petrooleumi ja õli sees aga normaalsel temperatuuril — kuni 75 kg/cm² rõhku. Paraniidi erikaal ei ületa 2 g/cm³.

Tehnilist nahka kasutatakse masinaehituses masinate nahkdetailide, tihendite, veorihmade ja muude mitmesuguste esemete valmistamiseks. Traktoriehituses kasutatakse 1,5—2,5 mm ja paksemat tehnilist nahka mansettide ja tihendite jaoks. Nahka kasutatakse ka traktorite КД-35, ДТ-54 jt. bensiini- ja õlikraanide, karteri ventilatsioonitoru kaane ja õli sissekallamise ava kaane tihendite jaoks. Traktori С-80 roomiku tihendusrõngas ja topendimansett valmistatakse samuti nahast.

Korki kasutatakse tihenditeks, mis valmistatakse korgipuru kokkupressimise teel ja rakendatakse mitmesuguste liidete tihendamiseks. Korktihenditest korgipuru väljapudenemise vältimiseks liimitakse need tavaliselt kahe kartongi vahele.

Paberist tihendeid kasutatakse traktorite ja põllutöömasinate nendes sõlmedes, kus ei teki kõrgeid temperatuure. Nii näiteks kasutatakse paberist tihendeid traktorite КД-35, ДТ-54 jt. karterite, õli mõõtetoru, karteri alumise poole luukide jne. juures. Paberist tihendeid kasutatakse ka traktori СХТЗ jaotusvõlli tagumise puksi ja karteri välise rõhutasanditoru jaoks. Tihendid valmistatakse küllaldase paksusega tavalisest karedast paberist. Tiheduse saavutamiseks määritakse pabertihendeid enne kohaleasetamist õliga.

Kartongist tihendeid kasutatakse vee väljalasketoru, õhufiltri horisontaalse õhutoru jne. juures.

Klingeriit kujutab endast tihendusmaterjali, mis on valmistatud grafiidiga, mennikuga, raudoksüüdiga ja kautšukiga segatud asbestist. Klingeriiti toodetakse lehtedena.

Klingeriittihendid (väljalasketorul jm.) taluvad temperatuuri kuni 185° ja rõhku kuni 12 atü. Enne kohaleasetamist määritakse klingeriittihendeid õliga. Kõrge temperatuuri mõjul muutuvad klingeriittihendid tugevateks ja elastseteks.

Tugevad tihendid asetatakse traktorite koostamise ja remondi puhul tavaliselt kohale valgel värvil, vesiklaasil ja tinamennikul.

Villast poolkaredat tehnilist v i l t i lastakse välja sõltuvalt sellest valmistatavate detailide kasutusotstarbest järgmistes sortides: 1) topendivilt, mida kasutatakse määrdeõlide kinnipidamiseks hõõrdumiskohtades ja hõõrdumiskohtade kaitsmiseks vee ja õli eest; 2) tihendivilt, mida kasutatakse isoleerainena metallipindade vahel, et vältida nende korrosiooni, kulumist hõõrdumisel ja kõrvaliste ainete pealesattumist, samuti ka selleks, et pehmendada lööke ja põrutusi; 3) filtrivilt, mida kasutatakse õlide puhastamiseks. Viltdetaile valmistatakse masinaehituse jaoks villasest poolkaredast vildist topendirõngaste, lintide ja plaatide kui ka keerulisema kujuga vahelehtede ja filtrites ning topendites kasutatavate ketaste näol. Vildi paksus on 6—12 mm, niiskus 12%, tõmbetugevus 15—25 kg/cm² ja venivus 100—125%.

Tihendusmaterjalina kasutatakse traktoriehituses peent villast vilti, mis on valget värvi ja tihe. Niisugusest vildist valmistatakse tahte magneeto katkesti nukkmuhvi määrimiseks, ühekordseid vilttopendeid jne.

Vilttopendeid keedetakse enne nende traktorile asetamist õlis. Peene villase vildi niiskus on 10%, tõmbetugevus pikisuunas 23 kg/cm², ristsuunas aga 15 kg/cm². Vildi pikenemine on pikisuunas 60%, ristsuunas 70%. Peenest villasest vildist valmistatakse seibe, magneeto katkesti tahte jt. detaile.

5. Abrasiivmaterjalid

Abrasiivmaterjale kasutatakse metalli lihvimiseks. Lihvimiseks nimetatakse metalli pinnalt õhukese laastu võtmist abrasiivtööriistade abil. Abrasiivtööriistade hulka kuuluvad lihvimiskäiad, segmendid, luisud ja lihvimispead, milledes lõikeelementideks on abrasiivmaterjalid — looduslike või kunstlike ainete kõvad terad. Looduslikeks lihvimismaterjalideks on smirgel ja korund, kunstlikeks aga — karborund ja elektrokorund ning boorkarbiid (boori ja süsiniku keemiline ühend). Abrasiivmaterjali terad liidetakse kokku mingi sideaine abil.

Korund on kõva mineraal, mis sisaldab kuni 90% alumiiniumoksüüdi. Smirgel kujutab endast samuti korundi, kuid sisaldab veel rauda ja muid lisandeid. Smirglis on umbes 60% alumiiniumoksüüdi.

Karborundi saadakse räniliiva ja söepulbri kokkupaa-

gutamise teel elektri-kaarleekahjudes. On olemas rohelist ja musta karborundi, kusjuures roheline on mustast kõvem. Karborund läheneb kõvaduselt teemandile.

Elektrokorundi saamiseks sulatatakse elektri-kaarleekahjudes materjale, mis sisaldavad suuremal määral alumiiniumoksüüdi. Elektrokorund on suure kõvadusega, mis võimaldab töödelda karastatud terast.

Boorkarbiidi, mis on väga kõva, kasutatakse teemanditolmu asemel karastatud metallide soveldamisel ja klaasi lihvimisel.

Abrasiivtööriistade valikul tuleb arvestada nende kõvadust ja teralisust.

Abrasiivtööriista kõvaduse all mõistetakse sideaine võimet kinni pidada abrasiivteri, s. t. ära hoida nende väljarebimist tööriista pinnalt väliste jõudude toimel. Kõvaduse tähistused on toodud alljärgnevalt.

Abrasiivtööriista kõvadus	Kõvaduse alljaotused[1]
M — pehme	M1, M2, M3
CM — pehmevõitu	CM1, CM2
C — keskmine	C1, C2
CT — kõvavõitu	CT1, CT2, CT3
T — kõva	T1, T2
BT — väga kõva	BT1, BT2
ЧТ — eriti kõva	ЧТ1, ЧТ2

Teralisust ehk terade suurust tähistatakse arvudega, mis näitavad sõela aukude arvu ühe jooksva tolli kohta, millest peenestatud abrasiivmaterjal on läbi sõelutud.

Remonttöödel kasutatakse abrasiivtööriistadest peamiselt käiasid. Nii näiteks silutakse töödeldud pinnale pealesulatatud keevisõmblus alusmetalliga ühetasaseks käia abil, mida paneb pöörlema elektrimootor painduva võlli kaudu. Mootori plokikaane tasapinna lihvimisel kasutatakse keskmise teralisusega (30—40) pehmevõitu (CM) või pehmet (M) käia.

Pehmeid käiasid kasutatakse kõvade materjalide lihvimiseks ja, vastupidi, pehme terase lihvimiseks kasutatakse kõvemaid käiasid. Sitkete metallide, nagu vase, messingi

[1] Kõvaduse alljaotustes tähendavad tähele (tähtedele) järgnevad arvud 1, 2 ja 3 käia kõvadust selle kasvamise suunas.

jms. töötlemisel tuleb kasutada pehmeid suureteralisi käiasid.

Abrasiivtööriistu — käiasid — valmistatakse keraamilistel, bakeliit- ja vulkaniitsideainetel. Käiasid valmistatakse tavalisest valgest elektrokorundist, mustast ja rohelisest ränikarbiidist.

Kujult on käiad järgmised: ketaskäiad (Д), taldrikkäiad (1Т, 2Т), silindrilised kausskäiad jne. Kiirlihvimiseks kasutatakse lamedaid sirge profiiliga abrasiivkäiasid (ПП), keerme lõikamiseks ja lihvimiseks aga kahepoolse koonusprofiiliga käiasid (2П). Vikatinugade teritamiseks kasutatakse КС-tüüpi käiasid. Abrasiivmaterjali ja sideaine liiki märgitakse järgmiste tähtedega:

Materjal		Sideaine	
Elektrokorund tavaline	— Э	Keraamiline	— К
„ valge	— ЭБ	Bakeliit	— Б
Ränikarbiid must	— КЧ	Vulkaniit	— В
„ roheline	— КЗ		

Käiade tüüpide ja suuruste leppelised tähistused:

1. ПП20×10×6 ГОСТ 2424-52 tähendab lamedat sirge profiiliga käia, mille välisläbimõõt on 20 mm, paksus 10 mm ja augu läbimõõt 6 mm.

2. КС90 ГОСТ 2424-52 tähendab — vikatinugade teritamise käia, mille välisläbimõõt on 90 mm, paksus 30 mm ja augu läbimõõt 20 mm.

Tahkusid (ГОСТ 4786-53) valmistatakse valgest elektrokorundist või rohelisest ränikarbiidist. Abrasiivmaterjale ja sideaineid tähistatakse analoogiliselt eeltooduga. Tahkude liigid on järgmised: ruudukujulise ristlõikega (БКв), lamedad (БП), ümmargused (БКр) jt. Kujuga БК tahkudel on pikkus 100—250 mm, paksus (ja laius) 6—40 mm. Kujuga БП tahkude mõõtmed on järgmised: pikkus 150—200 mm, laius 20—40 mm ja kõrgus 10—20 mm (10, 13, 16 ja 20). Kujuga БКр tahkudel on läbimõõt 6—13 mm ja pikkus 100—150 mm.

Luiskusid kasutatakse lõikeriistade (lõiketerade, hööritsate) teritamiseks ja silumiseks.

Lihvimisriiet kasutatakse kuivlihvimiseks. Lihvimisriiet valmistatakse rullidena ja lehtedena. Riidele võib olla peale kantud elektrokorund, ränikarbiid, räni (liiv), kvarts ja klaas. Rulli mõõtmed (Р725, Р775): pikkus 30—50 m, laius 725—775 mm. Lihvimisriide lehtede mõõt-

med (Л210, Л725, Л775): ristsuunas 210—775 mm, pikisuunas 285—575 mm.

Kitid. Kitte kasutatakse pragude ja aukude sulgemiseks autode ja traktorite detailides. Tabelis 13 on toodud mõnede kittide koostised.

Tabel 13

Kittide koostised

Kiti tähtsamad koostisosad	Kaalu-ühikud	Täiteained	Korrosioonivastased lisandid	Kaalu-ühikud
Rauaviilmed . .	100	Väävlipulber	Salmiaak, äädikas	0,75
„	7,5	Savi	Keedusool, äädikas	0,25
Raualaastud . .	15	Väävlipulber	Salmiaak, äädikas	1,0
„	99	„	Salmiaak, äädikhape	1,0
Rauaviilmed . .	8	„	Salmiaak	1,0
Malmiviilmed . . / Rauaviilmed . .	10	„	Salmiaak, äädikas või väävelhape	1,0
„	7,5	Guttapertš		
„	7,5	Väävlipulber	—	—
„ . .	7,5	Valge muld	Salmiaak	1,0
Raualaastud . .	50	Väävel	Äädikas	—

Väga kitsaid pragusid kititakse eri tehnoloogia järgi.

Kontrollküsimusi

1. Missugused omadused iseloomustavad puitu ja missuguste detailide valmistamiseks teda põllutöö-masinaehituses kasutatakse?
2. Missugustest tähtsamatest komponentidest koosnevad plastmassid? Missugused on nende omadused?
3. Mida nimetatakse tekstoliidiks? Missuguste traktoridetailide valmistamiseks kasutatakse tekstoliiti?
4. Mida nimetatakse getinaksiks ja kui suur on selle kuumakindlus?
5. Missugused omadused iseloomustavad elektrotehnilist eboniiti ja missuguste traktoriosade valmistamiseks seda kasutatakse?
6. Missugused omadused iseloomustavad elektripresspaani ja missuguste traktoridetailide (või vahelehtede) valmistamiseks seda kasutatakse?
7. Missugused omadused iseloomustavad lehtfiibrit ja missuguste traktoridetailide valmistamiseks seda kasutatakse?
8. Missugused omadused iseloomustavad asbesti ja mis otstarbeks seda traktoriehituses kasutatakse?
9. Mida nimetatakse lihvimiseks? Missugused abrasiivtooted kuuluvad lihvimistööriistade hulka?
10. Kuidas valitakse käia?
11. Milleks kasutatakse kitte? Missugustest tähtsamatest ainetest need koosnevad?

II OSA

LUKKSEPATÖÖD

VII PEATÜKK

TÖÖKOHA ORGANISEERIMINE JA OHUTUSTEHNIKA

1. Lukksepa töökoha organiseerimine

Töökohaks nimetatakse tootmispindala osa koos kõikide seadmete, tööriistade ja materjalidega, mida üksik tööline või tööliste brigaad kasutab tootmisülesande täitmiseks.

Õigesti organiseerituks loetakse sellist töökohta, millel töö ratsionaalse ja kultuurse organiseerimise puhul saavutatakse väikseima jõu ja vahendite kuluga maksimaalne tootlikkus.

Töökoha õiget organiseerimist on võimalik saavutada:

1) töövõtete ratsionaliseerimisega;
2) tööprotsesside mehhaniseerimisega;
3) tööaja ebatootliku kulutamise vältimisega;
4) eesrindlike töömeetodite rakendamisega.

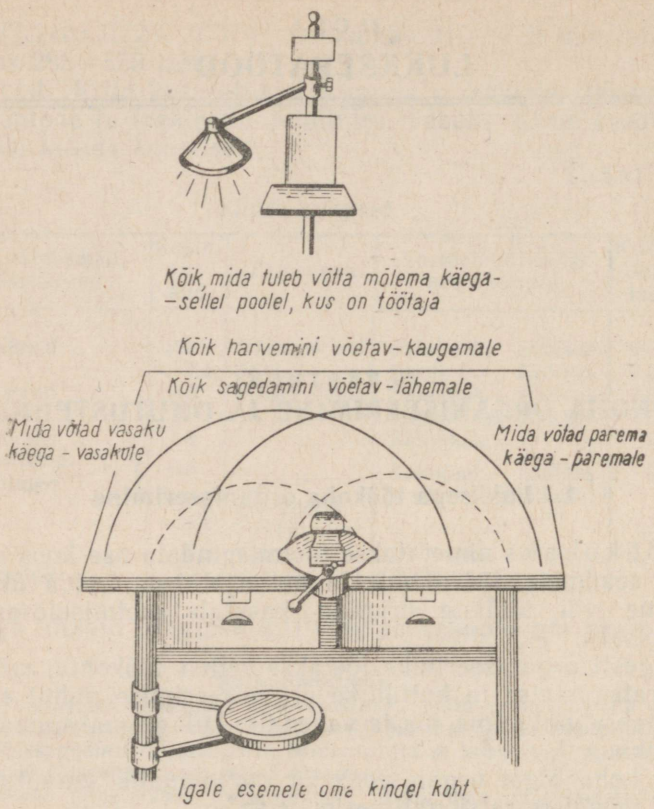
Töökohta tuleb organiseerida järgmistel põhimõtetel:

a) töökohal hoitagu ainult seda, mida vajatakse käsiloleva töö täitmiseks, ja mitte midagi liigset;

b) tööriistad, toorikud ja dokumentatsioon peavad asetsema töökohal väljasirutatud käe ulatuses; seejuures esemed, mida tööline kasutab sagedamini, tuleb paigutada väiksemate kaartega piiratud pindalale (joon. 39);

c) kõik parema käega võetavad lõike- või löökriistad tuleb asetada paremale, vasaku käega võetavad aga vasakule;

d) kõik tööriistad tuleb paigutada töölauale kindlas korras, mitte aga laialiloobitult ja üksteise peale kuhjatult

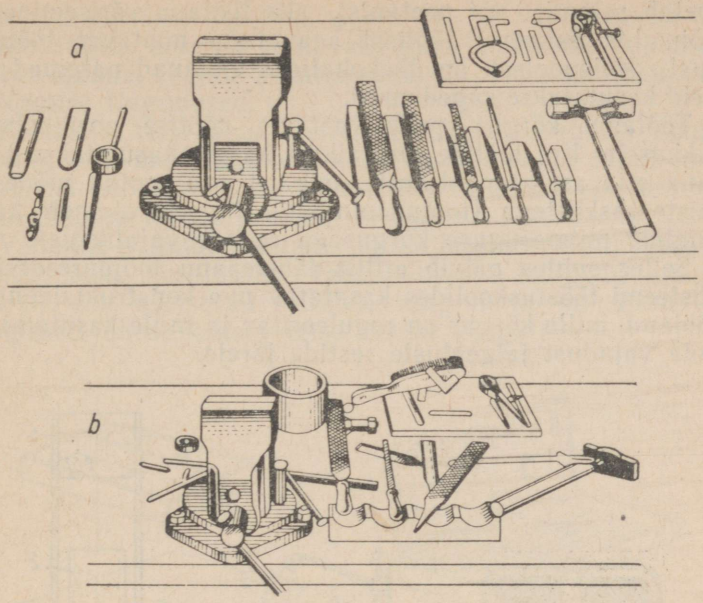


Joon. 39. Esemete ratsionaalne paigutus töölaual.

(joon. 40); iga tööriista tuleb kasutada ainult selleks otstarbeks, milleks see on ette nähtud.

Sõltuvalt tootmisülesande iseloomust (masina sõlmedeks ja detailideks lahtivõtmine, lukksepa sobitusoperatsioonid, nagu viilimine, kaabitsemine, soveldamine jne.) võib põllutöömasinate remondilukksepa töökoha organiseerimine toimuda mitmesuguselt.

Enamalt jaolt peavad traktorite ja põllutöömasinate remondilukksepa töökohad olema varustatud töölaudadega, milledele lukksepad paigutavad vajalikud tööriis-



Joon. 40. Tööriistade paigutus töölaual:
a — õige; *b* — väär.

tad, rakised, materjalid, tehnilise dokumentatsiooni jne.

Lukksepa töölaud on varustatud kruustangidega.

Lukksepa töölaud koosneb puitplaadist, mis asetseb malmist, terasest või kokkukeevitatud jalgadel. Plaat valmistatakse paksudest laudadest ja teostatava töö iseloomust sõltuvalt kaetakse raudpleki, linoleumi, alumiiniumpleki või vineeriga. Töölaua alumises osas, plaadi all paremal, asetsevad väljatõmmatavad laekad, mis on ette nähtud tööriistade ja tehnilise dokumentatsiooni hoidmiseks.

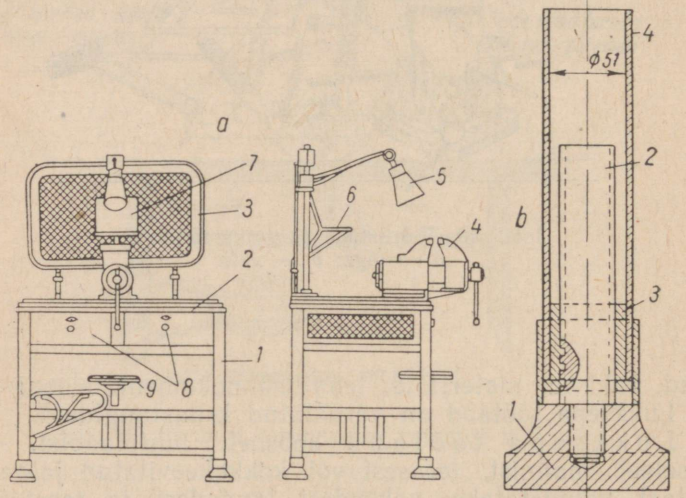
Töötingimustest sõltuvalt võivad lukksepa töölauad olla kas ühekohalised, s. t. ainult ühe inimese jaoks, või mitmekohalised — kahe või enama inimese jaoks.

Mitmekohaliste lukksepa töölaudade oluline puudus seisab selles, et kui üks tööline teostab täpseid töid (märkimist, viilimist, kaabitsemist), teine aga samal ajal toi-

metab raiumist või neetimist, siis töölaua värisemine ei võimalda esimesel töölisel saavutada nõutavat töötäpsust. Sellepoolest on ühekohalised töölauad paremad ja neid kasutatakse sagedamini.

Töölaua kõrgus peab vastama töölise normaalsele pikkusele. Kui tööline on väikest kasvu, kasutatakse töölaua ette asetatavaid reste, mis on aga seotud mõnesuguste raskustega (tootmispindalale liigsete esemete kuhjamine, mitmesuguse kõrgusega restide vajalikkus).

Selles suhtes pälvib erilist tähelepanu tööjõureservide süsteemi tööstuskoolides kasutatav uue konstruktsiooniga töölaud, mille kõrgus on reguleeritav ja mille kasutamisel pole vajadust jalgealuste restide järele.



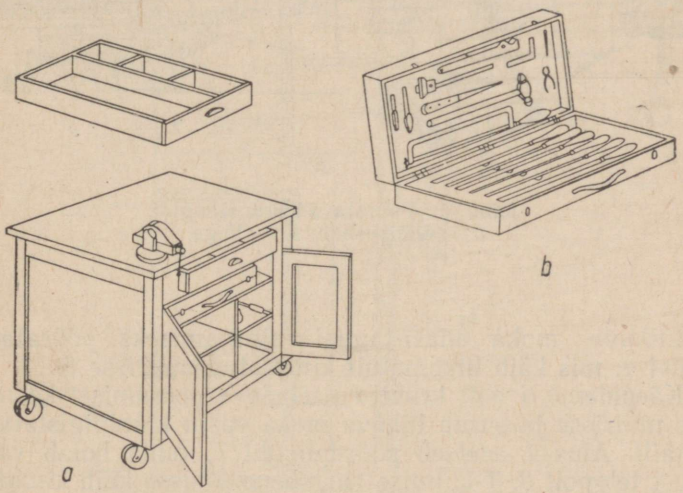
Joon. 41. Reguleeritava kõrgusega lukksepa töölaud:
a — üldvaade: *1* — jalad; *2* — plaat; *3* — kaitsevõrk; *4* — kruustangid; *5* — lamp; *6* — riiul; *7* — joonise alus; *8* — laekad; *9* — iste; *b* — pikendatav jalg: *1* — alus; *2* — kruvi; *3* — mutter; *4* — jala toru.

Reguleeritava kõrgusega lukksepa töölaual (joon. 41) on pikendatavad jalad, mis koosnevad alusest *1* ja selle sisse kinnitatud kruvist *2* (joon. 41, *b*). Kruvile on peale keeratud töölaua jala *4* sisse kinnitatud mutter *3*. Jalgade niisugune konstruktsioon võimaldab reguleerida (50—

250 mm piirides) töölaua pealmise plaadi ja seega ka kruustangide kõrgust vastavaks töötaja kasvule, mistõttu pole vajadust restide kasutamiseks ja paranevad töölaual töötamise tingimused.

Et kaitsta teisi lähedal viibivaid töölisi raiumisel eemalelendavate metallikildude eest, on töölauale kinnitatud hingedel pööratav kaitsevõrk, mida vajaduse puudumisel võib töölaua taha alla lasta.

Vahetult põllutöömasinate juures teostatavate lukksepatööde jaoks kasutatakse teisaldatavaid töölaudu (joon. 42, *a*), mis asetsevad rullidel, ning mida on võimalik hõlpsasti ühest kohast teise ümber paigutada.



Joon. 42. Teisaldatav töölaud.

Kohtades, kus lukksepa töölauda ei saa kasutada, võivad mõnedel juhtudel paremini sobida tööriistakotid või -kastid (joon. 42, *b*).

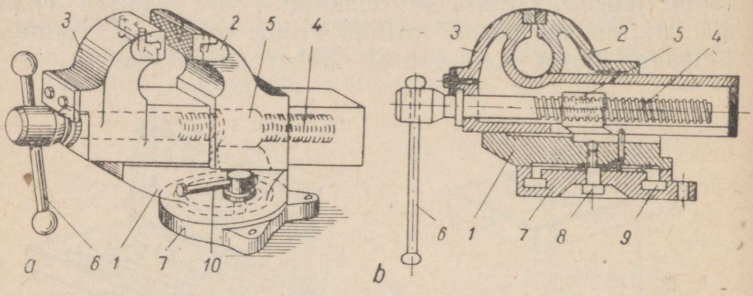
Lukksepa-kruustangid kujutavad endast rakist, mis võimaldab töödeldavat detaili või toorikut kiiresti ja tugevasti kinnitada.

Töö iseloomust sõltuvalt kasutatakse sepa- või paralleelkruustange.

Paralleelkruustangidel jäävad nende mokad lahti- ja kinnikeeramisel alati teineteisega paralleelseks.

Paralleelkruustange on kahte liiki: pööratavaid (joon. 43) ja mittepööratavaid.

Pööratavad paralleelkruustangid (joon. 43) on kasutamiseks kõige kohasemad. Need koosnevad alusplaadist *1*, paigalseisvast mokast *2* ja liikuvast mokast *3*, misjuures liikuva moka täisnurkse prisma kujuline sabaosa liigub paigalseisva moka väljalõikes.



Joon. 43. Pööratavad kruustangid:
a — välisvaade; *b* — lõige.

Liikuva moka edasi-tagasi nihutamiseks pööratakse kruvi *4*, mis käib liikumatult kinnitatud mutrisse *5*.

Käepideme *6* abil kruvi *4* päripäeva pööramisel keerdub see mutrisse ja surub liikuva moka vastu kinnipigistatavat detaili. Alus *1* asetseb pöördplaadil *7*, mida hoiab vastu alust telgpolt *8*. T-kujulise ringsoone *9* sisse käib kinnituspoldi pea.

Käepidet *10* lahti keerates on võimalik seda polti vabastada ja kruustange nõutavasse asendisse pöörata, misjärel nende kinnitamiseks pööratakse käepidet vastupidises suunas, s. o. tõmmatakse mutter kinni.

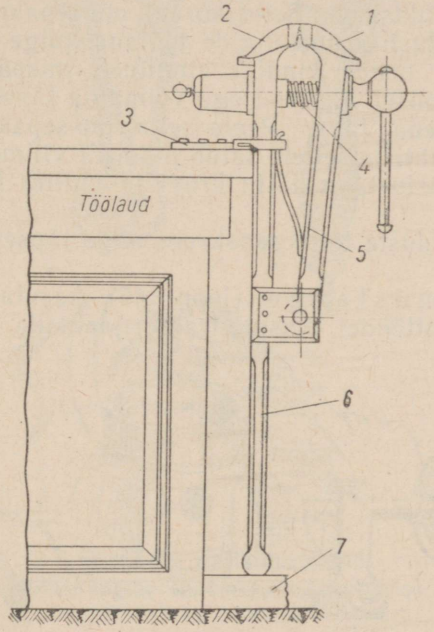
Mittepööratavad kruustangid erinevad pööratavatest selle poolest, et nendel puudub pöördplaat ja kruustangide alus kinnitatakse otse töölaua plaadile.

Paralleelkruustange valmistatakse hallmalmist, mokkade külge aga kruvitakse karastatud terasplaadid, millede töötavad pinnad on karestatud.

Kruustangid kinnitatakse töölaua külge kruustangide alusplaadi auke läbivate poltidega.

Lukksepa-kruustange valmistatakse mokkade pikkusega 60, 80 ja 100 mm. Mokkade lahtikäik on 45, 65 ja 95 mm.

Paralleelkruustangide eelisteks on nende tugev kinnitus töölaua külge, mokkade paralleelsus, detailide hõlpus kinnitusvõimalus (sest kruustangide mokad puutuvad kokku kinnitatava detailiga kogu kõrguses mokkade igasuguse lahtikäigu puhul) jne. Nende oluliseks puuduseks on aga nende mokkade väike tugevus, mispärast paralleelkruustange ei saa raskemateks töödeks kasutada.



Joon. 44. Sepakruustangid.

Sepakruustangid (joon. 44) taotakse terasest. Nende mokkade töötavatele pindadele keevitatakse peale tööriistaterast, mis kindlustab nende kõrge tugevuse. Neid kruustange kasutatakse raskete tööde jaoks (raiumine, neetimine, painutamine jne.). Sepakruustange valmistatakse mokkade pikkusega 70, 100, 115, 130 ja 150 mm.

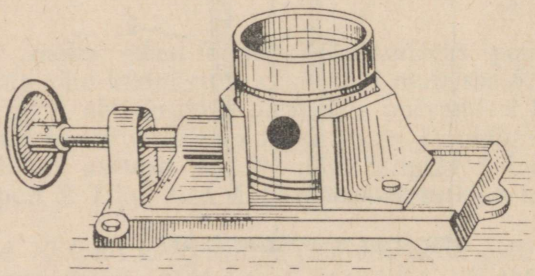
Mokkade lahtikäik on nendel 65, 85, 90, 100 ja 115 mm.

Nagu paralleelkruustangidki, koosnevad ka sepakruustangid liikuvast mokast *1* ja paigalseisvast mokast *2*. Paigalseisva moka küljes on käpp *3* kruustangide kinnitamiseks töölaua külge, ning paigalseisva moka pikendatud jalg *6* toetub puitklotsile *7*. Mokkade lähendamiseks detaili kinnitamisel on täisnurkse keermega kruvi *4*. Kruvi *4* väljakeeramisel surub mokad laiali vedru *5*, mis on needitud paigalseisva moka külge.

Sepakruustangide eeliseks on nende suur tugevus ja lihtne konstruktsioon. Selle kõrval on sepakruustangidel ka rida puudusi: kruustangide töölaua külge kinnitamise viis ei taga nende kindlat kinnitust, mispärast kruustangid töötamisel liiguvad ega võimalda täpset tööd (viilida, kaabitseda jm.). Peale selle on sepakruustangide kruvi alati lahti ja sellele satub pidevalt viilmeid, metalli-laaste ja mustust, mistõttu kruvi ja mutter kuluvad kiiresti.

Nende puuduste tõttu sepakruustange täpseteks töödeks ei kasutata.

Kolvikruustange (joon. 45) kasutatakse laialdaselt remonttöödel masina-traktorijaamade tingimustes,



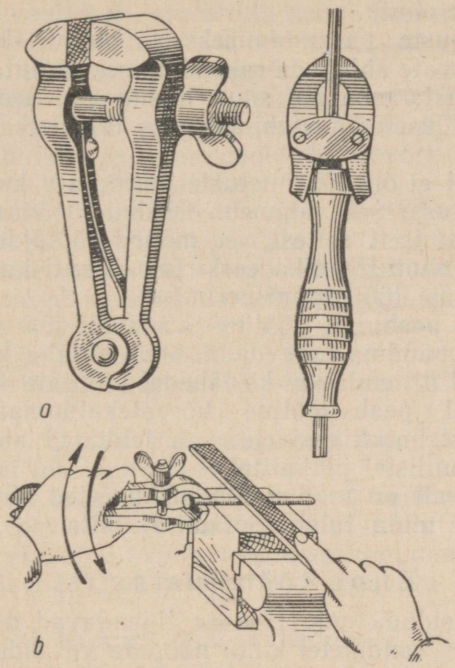
Joon. 45. Kolvikruustangid.

sest nad võimaldavad hõlpsalt ja täpselt kinnitada kolbe nende töötlemiseks.

Kolvikruustange kasutatakse edukalt ka lühikeste silindriliste detailide kinnitamiseks.

Käsikruustange (joon. 46) kasutatakse väikeste detailide või toorikute kinnitamiseks nende töötlemisel.

Need kruustangid võivad tööde iseloomust ja kinnitatava detaili suurusest sõltuvalt olla mitmesuguse kujuga. Töötamisel hoitakse käsikruustange käes või kinnitatakse nende paigalseisev mokk paralleelkruustangide vahele.



Joon. 46. Käsikruustangid:
a — kruustangide ehitus; *b* — kasutamise näide.

Mokkade lähendamine toimub ühenduspoldil istuva mutri keeramisega; mokki eemaldab aga mutri väljakeeramisel lame vedru.

2. Ohutustehnika

Ohutustehnika, nagu nimetusest endast nähtub, haarab abinõusid, mis võetakse tootmises kasutusele töötajate kaitseks ja tööõnnetuste vältimiseks.

Meie maal pööratakse kõikidel tööaladel töökaitsele ja töötingimuste parandamisele kõige suuremat tähelepanu.

See näitab veelkordselt, kuidas partei ja valitsus hoolitsevad kõikide abinõudega inimeste eest, kes on kõige kallimaks ja otsustavamaks jõuks meie maal. NSV Liidu kodanikele on kindlustatud mitte ainult õigus tööle, vaid luuakse ka kõik vajalikud tingimused selleks, et töö oleks kultuurne ja ohutu.

Töötingimuste parandamiseks ja ohutustehnika valdkonda kuuluvate abinõude rakendamiseks kulutatakse meie maal iga aasta määratu suuri summasid. Seega luuakse reaalsed eeldused õnnetusjuhtumite täielikuks likvideerimiseks.

Meie maal ei ole tööõnnetuste üldine arv kuigi suur ja aastast aastasse see väheneb. Üksikud tööõnnetused on tingitud peamiselt sellest, et mõned töötajad tunnevad puudulikult ohutustehnika eeskirju, samuti ka sellest, et esineb puudusi töö organiseerimisel.

Seepärast peab iga tööline hästi tundma tööohutuse küsimusi ja püüdma tugevdada oma isikliku käitumisega seda ohutust nii enda kui ka lähedal viibijate suhtes.

Töötamisel peab tööline kõrvalekaldumatult täitma kõiki ohutustehnika eeskirju, mis leiduvad meelespeades ja ohutustehnilistel plakatitel.

Alljärgnevalt on toodud lühikokkuvõtted ohutustehnika eeskirjadest, mida tuleb töötamisel täita.

Enne töö alustamist

1. Kinni siduda oma riietuse lipendavad osad, käiste mansetid aga randmetel kinni nööpida või siduda.

2. Ette valmistada oma töökoht: vabastada tööks tarvilik pindala, eemaldades sellelt kõik kõrvalised esemed, kindlustada vajalik valgustus. Hankida tööks tarvilikud tööriistad, rakised ja materjalid ning need töökohale korralikult ära paigutada.

3. Kontrollida tööks tarvilike tööriistade korrasolekut ja nende vastavust alljärgnevatele nõuetele:

a) tööriistad peavad olema vartele tugevasti kinnitatud;

b) töölaud ei tohi kõikuda;

c) kruustangid peavad olema töölauale tugevasti kinnitatud;

d) löökriistadel ei tohi olla vigastatud kohti.

4. Raskuste tõstmiseks ette valmistada ja kontrollida tõsteabinõud (plokid, tungrauad).

5. Detailide või toorikute kruustangide vahel töötlemisel need tugevasti kinni pigistada; detaili või tooriku kruustangide vahele kinnitamisel ja sealt vabastamisel toimida ettevaatlikult, et vältida nende kukkumist.
6. Eemaldada töölaualt või töödeldavalt detaililt viilmeid ainult harjaga, mitte aga käega.
7. Meisliga raiumisel on tarvis silmas pidada, missuguses suunas on eemalelendavad killud lähedalviibijaile ohtlikumad, ja sinnapoole kaitsevõrk ette seada. Töötada ainult kaitseprillides.
8. Masinate lahtivõtmisel mitte ummistada läbikäike ega töötamiseks tarvilikku pindala.
9. Masinate remontimisel lahtivõetud osad laduda üles püsivalt; rasked detailid asetada alustele.
10. Mitte kasutada töötamisel juhuslikke aluseid ega mittekorrasolevaid rakiseid.
11. Elektritööriistadega töötamisel peavad need olema maandatud.
12. Pestes detaile põlevates vedelikes (petrooleumis, bensiinis) ei tohi suitsetada.
13. Traktorite ja põllutöömasinate hoiuruumides töötamisel on tarvis kõigepealt ruumid tuulutada (avada aknad või väravad), kuna nendesse kogunenud bensiini- või petrooleumiaurud põhjustavad peavalu ja minestamist.
14. Ei tohi töötada tungraudadele ülestõstetud masina all.
15. Masina all töötamisel ei tohi heita maa peale, vaid kasutada eri aluseid (laudu, istmepatja).
16. Vältida riiete määrimist petrooleumi, bensiini või õliga.
17. Väga ettevaatlikult ümber käia tulega.
18. Mitte soojendada külmi traktorimootoreid lahtise tulega.

Töö lõpetamisel

19. Oma töökoht hoolikalt koristada.
20. Panna tööriistad, rakised ja materjalid vastavatesse kohtadesse.
21. Õliste kaltsude ja puhastusnarmaste isesüttimise

ja tulekahju tekkimise ärahoidmiseks koguda õlised narmad ja kaltsud eri kastidesse.

Ohutustehnika eeskirjade täitmine on kohustuslik igale töötajale.

Kontrollküsimusi

1. Mida nimetatakse töökohaks?
2. Millist töökohta võib lugeda õigesti organiseerituks?
3. Missugustel tingimustel saavutatakse töökoha õige organiseerimine?
4. Missuguse ehitusega on lukksepa töölaud, missugused on töölaudade liigid ja iseärasused?
5. Milleks on ette nähtud lukksepa kruustangid ja missugune on nende ehitus?
6. Mida nimetatakse ohutustehnikaks ja milles seisavad selle ülesanded?
7. Selgitage lukksepatööde ohutustehnika eeskirju, mida tuleb täita enne töö alustamist.
8. Selgitage lukksepatööde ohutustehnika eeskirju, mida tuleb täita töötamisel ja töö lõpetamisel.
9. Milles seisavad lukksepa ohutustehnika iseärasused traktorite remontimisel?

VIII PEATÜKK

MÕÕTERIISTAD

Masinate ja mehhanismide detailide mõõtmed ja kuju peavad vastama joonisele.

Uute detailide mõõtmeid nende valmistamisel, samuti ka kulunud detailide mõõtmeid tehakse kindlaks nende mõõtmisega.

Mõõtmisi toimetatakse kontrollitava mõõtme võrdlemise teel mingi teise sama liiki suurusega. Mõõtmise täpsusest sõltub suurel määral valmistatavate detailide mõõtmete ja kuju täpsus.

Mõõtmise täpsust vähendatavateks põhjusteks võivad olla:

1) mõõteriistade puudulik tundmine või oskuse puudumine nende õigeks kasutamiseks; 2) mõõteriista ebarahuldav seisukord (mustumise või mittekorrasoleku tõttu); 3) mõõteriistade hooletu käsitsemine (löögid, soojendamine jne.); 4) ebakohane temperatuur mõõtmisel (normaalseks temperatuuriks, mille juures tuleb toimetada mõõtmist, loetakse 20°).

Suuremat mõõtmise täpsust on võimalik saavutada korduva mõõtmisega ja seejärel mitme mõõtmise tulemuse aritmeetilise keskmise määramisega.

Samuti tuleb silmas pidada, et peale nimetatud põhjuste mõjutab veel mõõtmise täpsust antud mõõtmise viisi jaoks kohase mõõteriista valik. Nii mõõte- kui ka kontrollriistad on mitmesuguse ehitusega ja mitmesuguse mõõtmise täpsusega.

Mõõteriistade täpsus tõuseb koos tehnika üldise arenemisega. Käesoleval ajal valmistab kodumaine tööstus suurel hulgal kõige mitmekesisemaid kontroll-mõõteriistu ja aparaate, mis kindlustavad mõõtmise täpsust alates 0,1 kuni 0,0001 mm.

Koos kontroll-mõõteriistade täpsuse suurenemisega tõusevad ka nõuded nende kasutamisoskuse kohta mõõtmistel. Selleks peab aga oskama mõõteriistu hästi käsitseda, s. o. peab väga hästi tundma nende ehitust ja peab täielikult valdama nende kasutamise võtteid.

Kasutusotstarbelt, ehituselt ja mõõtmise viisilt võib kontroll-mõõteriistu jaotada järgmistesse gruppidesse:

1. Jaotustega ehk kriipsudega mõõteriistad, mis võimaldavad mõõdetava suuruse vahetut lugemist mõõteriista skaalalt.

Niisuguste mõõteriistade hulka kuuluvad: mõõtejoonlauad, painduvad mõõtelindid (ruletid) ja nihkmõõteriistad (nihkkaliibrid, nihksügavuse mõõtjad jne.). Leppeliselt võib arvata sellesse gruppi ka mikromeetrilisi mõõteriistu (välis- ja sisemikromeetrid jt.) ja samuti indikaatoreid.

2. Skaaladeta kontrollriistad, mis ei anna mõõdetava suuruse absoluutväärtust, vaid näitavad ainult kõrvalekaldeid antud mõõtmetest või kujust.

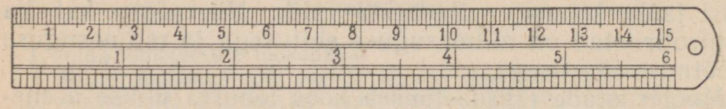
Sellesse gruppi kuuluvad: kontrolljoonlauad, kontrollplaadid, šabloonid, pilukaliibrid, välis- ja sisetastrid jne.

3. Nurkade mõõtmise riistad, nagu nurgikud, seadnurgikud ja nurgamõõtjad.

1. Jaotustega mõõteriistad

Mõõtejoonlaud (joon. 47) kujutab endast õhukest terasriba, mis on valmistatud süsinik-tööriistaterasest У7 või У8. Ühele selle riba laiemale küljele on kan-

tud 1 mm vahedega jaotused (mõõteskaala). Mõnedele joonlaudadele on kantud veel peenemad jaotused (0,5 mm). Lugemise hõlbustamiseks tehakse iga kümnes kriips märksa pikemaks, iga viies kriips aga veidi pike-

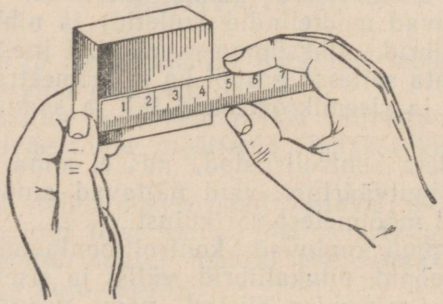


Joon. 47. Mõõtejoonlaud.

maks kui ülejäänud kriipsud. Mõõtejoonlauad valmistatakse millimeeterjaotustega, mõnikord aga ka tolljaotustega.

Mõõtejoonlaudade pikkus on 150, 200, 300, 500, 750, 1000 mm ja pikemad; laius 11—25 mm; paksus 3—12 mm.

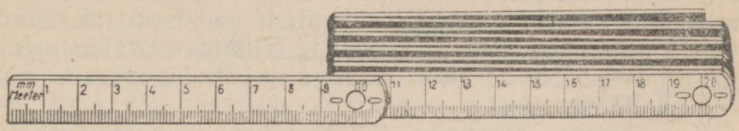
Toodete mõõtmine mõõtejoonlaua abil toimub väga lihtsalt. Mõõtejoonlauda hoitakse mõõdetava detaili vastas (joon. 48) nii, et nulljaotus ühtiks kontrollitava mõõtme algusega. Mõõtme väärtust näitab jaotus, mis ühtib mõõtme lõpuga.



Joon. 48. Mõõtejoonlauaga mõõtmine.

Mõõtmisel tuleb mõõtejoonlauda mõõdetava detaili vastas hoida õigesti, sest vastasel korral osutub mõõtmise tulemus ebaõigeks. Joonlauda tuleb mõõdetava toote või detaili vastas hoida nii, et see oleks paralleelne toote (detaili) telgjoonega.

Kokkupandavad meetermõõdud (joon. 49) kujutavad endast pikki mõõtejoonlaudu, pikkusega 1—2 m, mis on ette nähtud joonmõõdete mõõtmiseks. Kokkupandav meetermõõt koosneb mitmest lühikesest joonlauast,



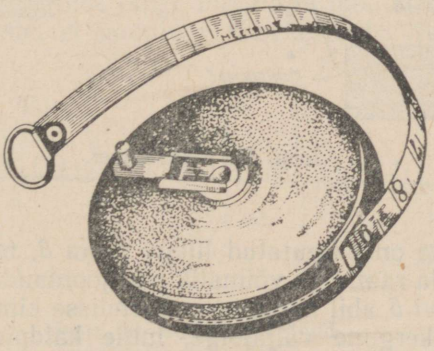
Joon. 49. Kokkumurtav meetermõõt.

mis on liigenditel omavahel ühendatud. Mõõtmiseks tõmmatakse kokkupandav meetermõõt lahti. Kokkupandavate meetermõõtudega mõõtmine pole eriti täpne, sest liigendid kuluvad kiiresti.

Korrasolevate kokkupandavate meetermõõtudega mõõtmise täpsus on kuni 1 mm piirides.

Kokkupandavate meetermõõtude kasutamine toimub analoogiliselt mõõtejoonlaudade kasutamisega.

Mõõtelinte (joon. 50) kasutatakse suurte pikkuste mõõtmiseks, kui ei nõuta suuremat täpsust. Mõõtelint



Joon. 50. Mõõtelint.

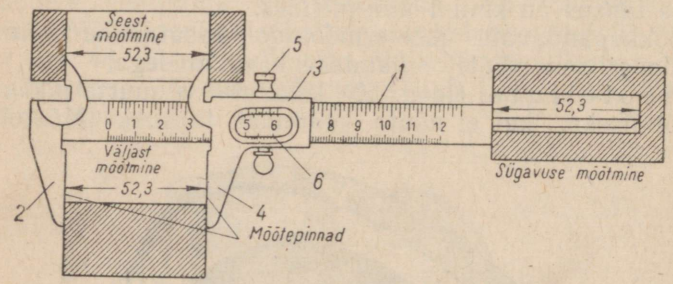
kujutab endast terasest või lõuendist linti, mille pikkus on 1, 2, 5, 10, 15, 20 ja 25 m, ning mis asetseb metall- või nahkkestas. Kuni 5 m pikkusega lintidele kantakse tavaliselt peale millimeeterjaotused, üle 5 m pikkusega linti-

dele aga sentimeeterjaotused. Lint tuleb kestast välja, kui seda vabast otsast tõmmata. Töö lõpetamisel keritakse lint kesta sisse tagasi vastava käepideme keeramise teel.

Nihkmõõteriistu kasutatakse väga laialdaselt kui universaalseid ja küllalt täpseid mõõtevahendeid. Kasutamist leiavad nihkmõõteriistad väliste ja sisemiste silindriliste pindade, pikkuste, paksuste, aukude sügavuste jne. mõõtmiseks. Nihkmõõteriistadega mõõtmise täpsus sõltub nende ehitusest.

Kodumaises tööstuses kasutatakse nihkmõõteriistu, mille mõõtmispiirid on 100, 125, 150, 200, 300, 400, 500, 600, 800 ja 1000 mm ja mõõtmise täpsus 0,1, 0,02 ja 0,05 mm.

Joonisel 51 on näidatud nihkkaliiber, mis võimaldab mõõtmist täpsusega 0,1 mm. See koosneb mõõtejoonlauast *1*, mille ühe otsa külge on kinnitatud liikumatu haru *2*. Joonlaua skaala on millimeeterjaotustega.

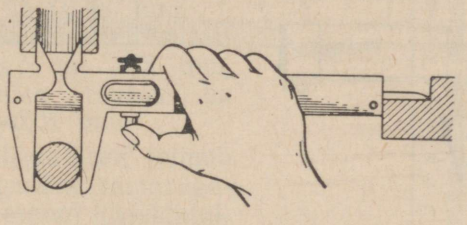


Joon. 51. Nihkkaliiber.

Joonlauale on paigutatud liikuv raam *3*, mille küljes on haru *4*. Seda raami on võimalik piki joonlauda vabalt nihutada ja kruvi *5* abil nõutavasse asendisse kinnitada. Raami sees on pikergune väljalõige, mille kaldpindadele *6* on samuti jaotused peale kantud. Seda täiendavat mõõteseadet nimetatakse nooniuseks. Nooniuse skaala on 9 mm pikk ja jaotatud kümneks võrdseks osaks; nooniuse iga jaotus on seega $9 : 10 = 0{,}9$ mm, s. t. on $1{,}0 - 0{,}9 = 0{,}1$ mm võrra lühem mõõtejoonlaua jaotusest. Kui noonius asetseb selliselt, et selle nulljaotus ühtib mõõtejoonlaua nulliga, siis kõik teised jaotused, kümnes välja arva-

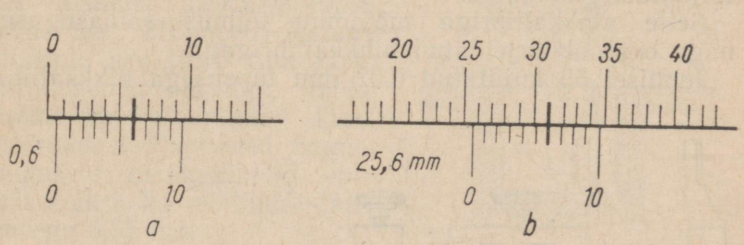
tud, ei ühti mõõtejoonlaua jaotustega. Nooniuse kümnes jaotus ühtib aga mõõtejoonlaua üheksanda jaotusega. Nooniuse esimene jaotus jääb seega mõõtejoonlaua esimesest jaotusest 0,1 mm võrra, teine — 0,2 mm võrra teisest, kolmas — 0,3 mm võrra kolmandast jne. eemale.

Detaili mõõtmisel nihutatakse nihkkaliibri liikuvat raami piki mõõtejoonlauda niikaua, kuni harude töötavad pinnad liibuvad tihedalt vastu mõõdetava detaili pindasid (joon. 52). Seejärel kinnistatakse raam kruvi *5* abil.



Joon. 52. Nihkkaliibri kasutamisviis.

Täismillimeetrite arv loetakse nooniuse nulljaotuse asendi järgi, millimeetri kümnendikosad tehakse aga kindlaks nooniuse selle jaotuse järgi, mis ühtib mõõtejoonlaua jaotusega. Oletame, et nooniuse skaala nulljaotus on mõõ-

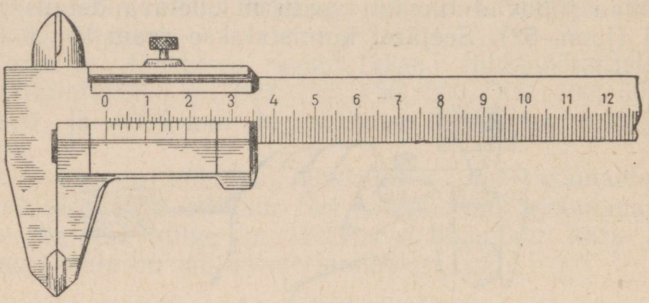


Joon. 53. Nooniuse näidud.

dunud mõõtejoonlaua nullist ega ole jõudnud mõõtejoonlaua esimese jaotuseni. Nooniuse kuues jaotus ühtib mõõtejoonlaua jaotusega (joon. 53, *a*); nihkkaliibri näiduks on siis 0,6 mm.

25,6 mm suurune näit on kujutatud joonisel 53, *b*.

Joonisel 54 on kujutatud nihkkaliiber, mis võimaldab mõõtmist täpsusega kuni 0,1 mm. Mõõtejoonlaua iga jaotus on 1 mm. Selle nihkkaliibri konstruktsiooni iseärasuseks on nooniuse ehitus. Selle nihkkaliibri noonius on 19 mm pikk ja on jaotatud kümneks võrdseks osaks. Nooniuse iga jaotus on seega 19 : 10 = 1,9 mm ja kuna nihkkaliibri



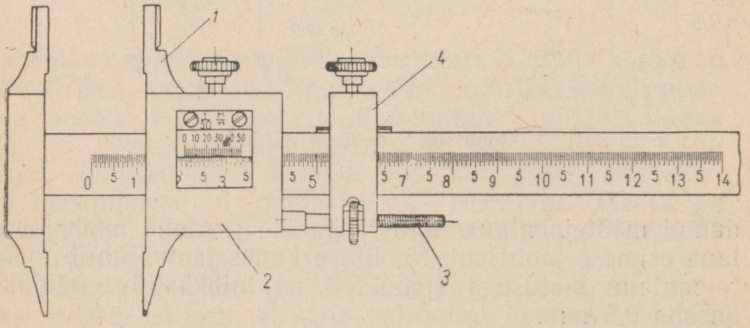
Joon. 54. Nihkkaliiber mõõtmistäpsusega 0,1 mm.

mõõtejoonlaual iga jaotus on 1 mm, siis järelikult on nooniuse iga jaotus 2,0—1,9 = 0,1 mm võrra lühem mõõtejoonlaua kahest jaotusest.

Antud nihkkaliibril on üksainuke (alumine) millimeeterjaotustega skaala.

Selle nihkkaliibriga mõõtmine toimub samasuguselt nagu eespool kirjeldatud nihkkaliibrigagi.

Joonisel 55 kujutatud 0,02 mm täpsusega nihkkaliiber



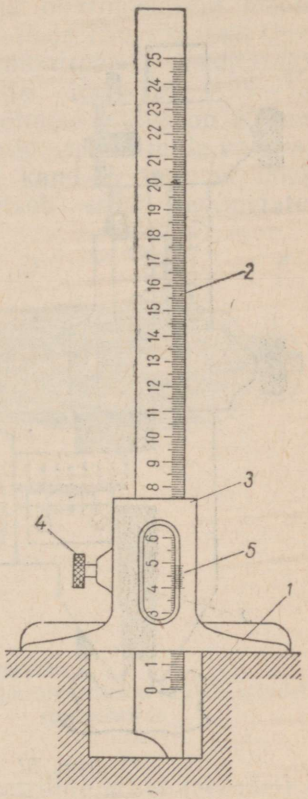
Joon. 55. Nihkkaliiber mõõtmistäpsusega 0,02 mm.

koosneb liikuvast harust *1*, mis on valmistatud ühest tükist raamiga *2* ja mida liuguriga *4* ühendab peenreguleerimise, nn. mikromeetriline kruvi *3*. Mikromeetrilise kruvi abil on võimalik nihkkaliibri harusid seada väga täpselt nõutavale mõõtmele.

Selle nihkkaliibri noonius on 12 mm pikk (mis vastab mõõtejoonlaua 24 jaotusele) ja on jaotatud 25 võrdseks osaks; nooniuse iga jaotus on seega $12 : 25 = 0{,}48$ mm.

Kuna aga mõõtejoonlaua iga jaotus on 0,5 mm, siis lugemise täpsus on $0{,}50 - 0{,}48 = 0{,}02$ mm.

Antud nihkkaliibril toimub mõõdete lugemine samasuguselt nagu eespool kirjeldatulgi. Siin ei näita aga mõõtejoonlaua mingi jaotusega ühtiv nooniuse jaotus mitte millimeetri kümnendikke, vaid sajandikke. Kui näiteks nooniuse 12. jaotus ühtib mõõtejoonlaua mingi jaotusega, siis on näiduks $12 \times 0{,}02 = 0{,}24$ mm. See millimeetri sajandikkude arv tuleb liita täismillimeetrite arvuga, mida loeme mõõtejoonlaualt kuni nooniuse nulljaotuseni. Samasuguseid nihkkaliibreid valmistatakse ka mõõtmise täpsusega 0,05 mm.

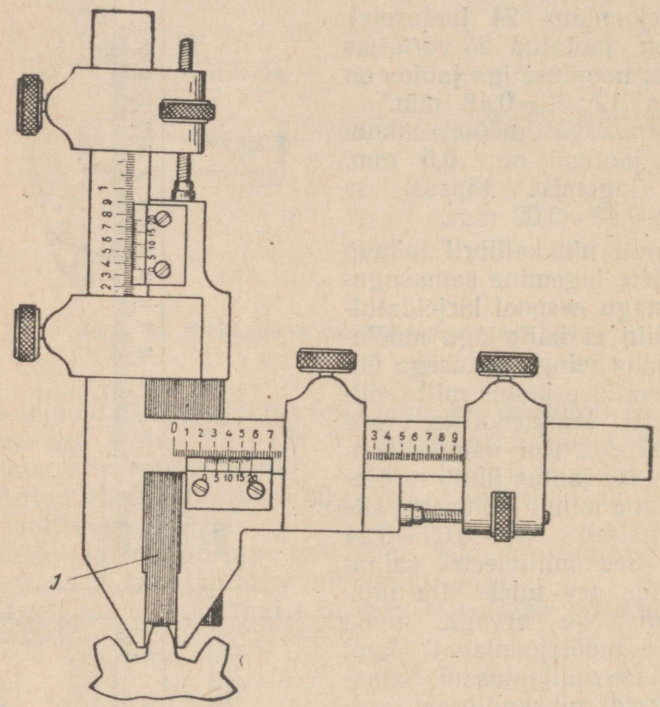


Joon. 56. Nihksügavusemõõtja.

Nihksügavusemõõtjat (joon. 56) kasutatakse aukude, soonte, nuutide, süvendite jne. sügavuse mõõtmiseks. Sügavusemõõtjaid valmistatakse mõõtepiirkonnale 100, 125, 200, 250, 300, 400 ja 500 mm. Nihksügavusemõõtjaga mõõtmise täpsus on 0,02, 0,05 ja 0,1 mm.

Sügavusemõõtja koosneb alusest *1*, mõõtejoonlauast *2*,

alusega ühest tükist valmistatud raamist (liugurist) *3*, kinnituskruvist *4* ja nooniusest *5*. Mõõtmisel asetatakse sügavusemõõtja oma alusega augu või nuudi servadele, mõõtejoonlaud aga lükatakse välja kuni kokkupuutumiseni augu põhjaga. Mõõdet loetakse nii nagu nihkkaliibriltki.



Joon. 57. Nihkhambamõõtja.

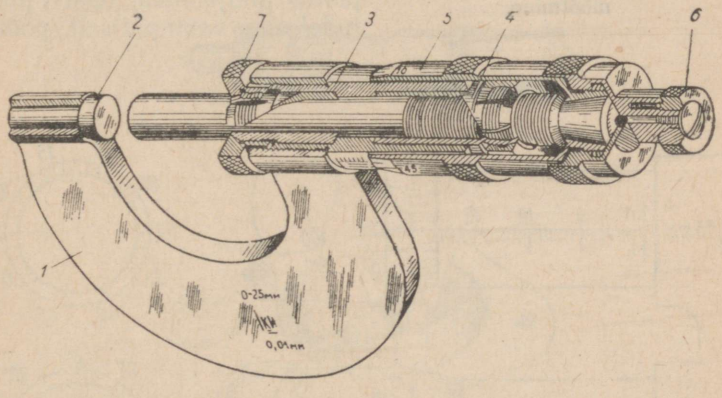
Nihkhambamõõtjat (joon. 57) kasutatakse hammasrataste hammaste paksuse mõõtmiseks jaotusringilt. Plaat *1* seatakse kohale hamba kõrguse järgi, mis võetakse hammaste mõõtmete tabelist. Nihkhambamõõtja asetatakse hammasrattale nii, et hamba pea toetuks vastu plaati *1*. Siis lähendatakse nihkhambamõõtja harusid, jälgides, et hamba pea ei eemalduks plaadist. Kui hammas jääb kergelt hambamõõtja harude vahele kinni, siis näitab

viimaste asend hamba paksust, mida võrreldakse tabelis näidatuga. Näite loetakse nihkhambamõõtja mõlemalt skaalalt nagu nihkkaliibriga mõõtmiselgi. Nihkhambamõõtjaga mõõtmise täpsus on kuni 0,02 mm.

Mikromeeter on ette nähtud välismõõtmete mõõtmiseks täpsusega kuni 0,01 mm.

Kodumaine tööstus laseb välja mikromeetreid mõõtepiirkondadega 0—25, 25—50, 50—75 ja 75—100 mm. Üksikutel juhtudel, nagu näiteks remonttöödel, kasutatakse mikromeetreid mõõtepiirkondadega 100—125, 125—150 jne. kuni 300 mm, kusjuures mõõtmise ulatus on 25 mm.

Mikromeeter (joon. 58) koosneb loogast *1*, mille vasakule otsale on liikumatult kinnitatud kand *2*, mis on üheks mõõtepinnaks. Teisel pool asetseb seest keermetatud

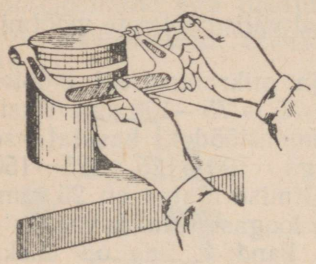


Joon. 58. Mikromeeter:
1 — look; *2* — kand; *3* — puks; *4* — mikromeetriline kruvi (spindel); *5* — kest; *6* — käristi; *7* — stopprõngas.

puks *3*, millest käib läbi mikromeetriline kruvi (spindel) *4*, mille keermesamm on 0,5 mm. Spindli *4* otspind on teiseks mõõtepinnaks. Puksi *3* välispinnale on tõmmatud pikijoon, millele on kantud millimeeter- ja poolmillimeeterjaotused. Puksi *3* peale käib kest *5*, mille vasakpoolsele koonilisele otsale on kantud 50 jaotusega ringskaala.

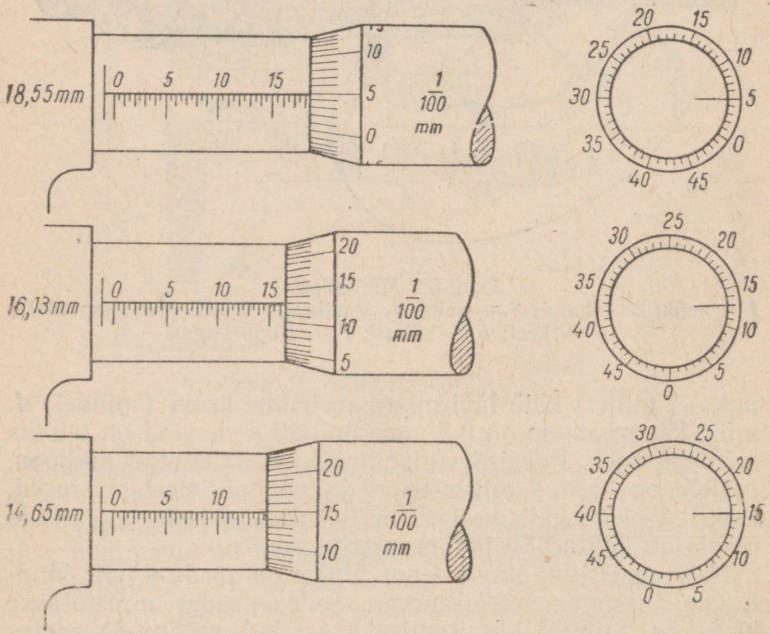
Mikromeetrilise kruvi *4* pea küljes on seade *6*, mis kindlustab ühesuguse mõõtesurve. Seda seadet nimetatakse käristiks. Spindli kinnitamiseks saadud mõõtmele vastavasse asendisse on pidurrõngas *7*.

Mikromeetriga ei tohi mõõtmist alustada enne selle algnäidu kontrollimist. Juhul kui mikromeetri alumine mõõtepiir on suurem nullist, tuleb algnäidu kontrollimiseks kasutada erilist seaderõngast või -varba, nende puudumisel aga etaloonplaate.



Joon. 59. Mikromeetriga mõõtmine.

Skaaladelt loetav mikromeetri algnäit peab olema nullil. Sageli võib leida puudulikult reguleeritud mikromeetreid, milledel kesta ringskaala nulljaotus ei ühti algasendis pikiskaala joonega. Mõnel juhul ei pöördu nulljaotus pikijooneni, teistel juhtudel aga, vastupidiselt, pöör-



Joon. 60. Mikromeetri lugemise näited.

dub sellest üle. Seda tuleb mikromeetri kasutamisel alati arvestada.

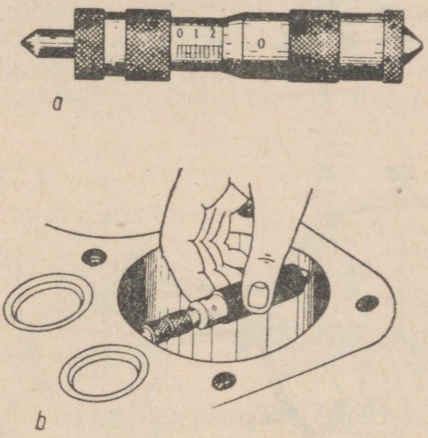
Nullile seadmiseks keeratakse mikromeetri pead.

Mikromeetriga mõõtmisel hoitakse vasaku käega looka, kuna parema käe pöidla ja esimese sõrmega keeratakse käristit kuni mikromeetri mõõtepinnad puudutavad detaili pindu.

Mikromeetri näitude näited on toodud joonisel 60.

Sisemikromeeter (joon. 61, *a*) on samalaadilise ehitusega kui mikromeeter. Sisemikromeetri mõõtmise täpsus on 0,01 mm.

Mõõtmisel hoitakse sisemikromeeter avas täpselt selle läbimõõdu suunas (joon. 61, *b*) ja viiakse mõõteotsikuid mikromeetrilise pea abil aegamööda laiali, kuni nad puudutavad ava seinu.



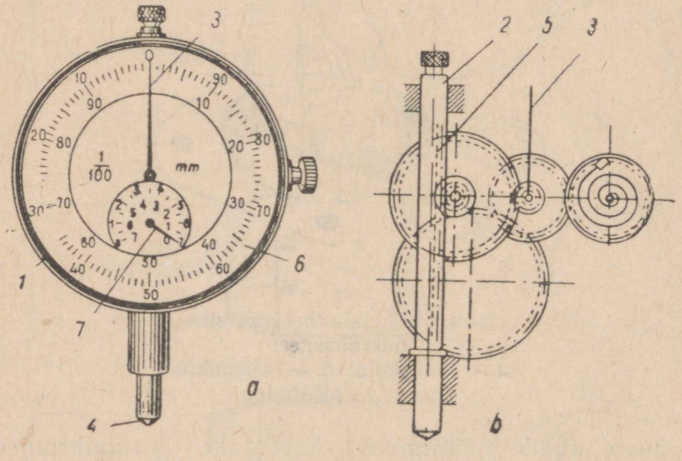
Joon. 61. Laialinihutatav sisemikromeeter:
a — väliskuju; *b* — sisemikromeetriga mõõtmine.

Suurte avade mõõtmiseks keeratakse sisemikromeetri otsa pikendaja, mille auku pistetakse iga sisemikromeetriga kaasaantavad mõõtevardad. Sel viisil on võimalik suurendada mõõtepiirkonda kuni 1500 mm. Selleks et niisugusel juhul kindlaks teha kontrollitavat mõõdet, tuleb liita mikromeetriliselt pealt loetud näiduga mõõtmisel kasutatud pikendaja pikkus.

Võrdlevateks mõõtmisteks on ette nähtud indikaator. Selleks et indikaatori abil mõõta, tuleb see kõigepealt üles seada eeskujuks kasutatava detaili järgi, mille mõõde on täpselt teada. Indikaatori ülesseadmisel reguleeritakse seda selliselt, et osuti näitaks ringskaala nulljaotust ja võiks mõõtmisel nullist ühele ja teisele poole välja kalduda.

Seejärel asetatakse mõõtevarda alla mõõdetav detail. Indikaatori osuti näitude vahe järgi tehakse kindlaks, kui palju erineb mõõdetava detaili mõõde eeskujuks kasutatava detaili mõõtmest. Mõõtmete täpsel ühtimisel jääb osuti nullile. Samasugusel viisil on võimalik kindlaks teha detaili kõrvalekaldeid tasapinnalisusest, paralleelsusest jne.

Indikaatoritega mõõtmise täpsus on nende konstruktsioonist sõltuvalt 0,01—0,001 mm piirides. Indikaator (joon. 62) koosneb kerest *1* ja selle sees asetsevast mehhanismist, s. o. hammasratastest, mis annavad edasi liikumise mõõtevardalt *2* indikaatori osutile *3*.

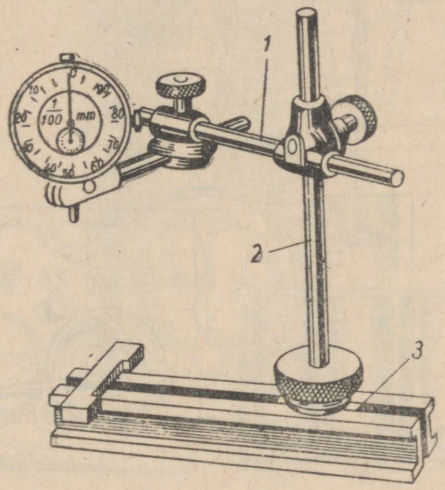


Joon. 62. Indikaator:
a — üldvaade; *b* — ehituse skeem.

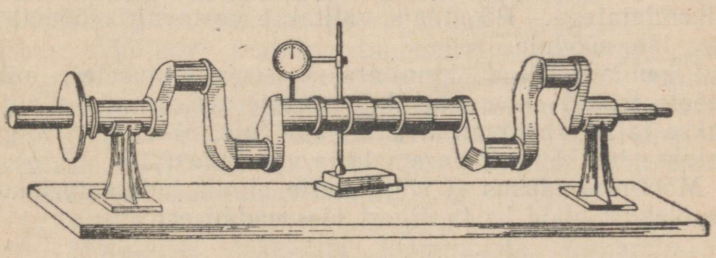
Mõõtevarda alumise otsa sisse on pressitud kuulike *4*, mille väljaulatuv osa on mõõtepinnaks. Vardale *2* on peale lõigatud hambad *5*, mis on hambumises ühega hammas-

ratastest, mis annavad liikumise edasi indikaatori osutit pööravale hammasrattale. Indikaatori esiküljel on numbrilaud ringskaalaga *6*, mis on jaotatud 100 võrdseks osaks. Osuti täielik ring sellel skaalal vastab varda *2* liikumisele vertikaalsuunas 1 mm võrra, kuna osuti pöördumine ühe jaotuse võrra vastab varda liikumisele 0,01 mm võrra. Varda liikumist täismillimeetrite võrra märgib osuti *7* numbrilaual asuval teisel skaalal.

Indikaatori kasutamisel asetatakse see (joon. 63) nihutatavale varvale *1*, mis on kinnitatud püstvarva *2* külge;



Joon. 63. Indikaator alusel.

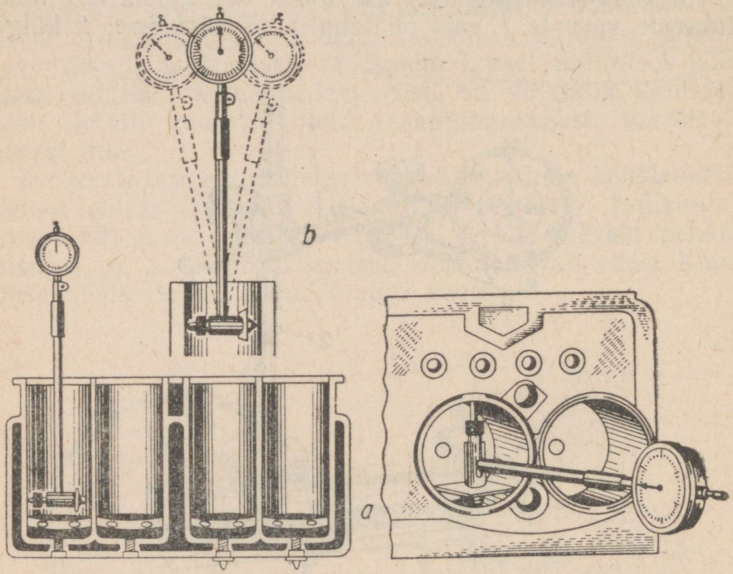


Joon. 64. Indikaatoriga mõõtmine.

viimane on ühendatud prismaga *3*. Niisugune hoidja võimaldab seada indikaatorit ükskõik missugusesse asendisse.

Indikaatoriga mõõtmiseks surutakse kuulikese mõõtepind vastu kontrollitavat pinda ja nihutades detaili või indikaatorit loetakse skaalalt hälbed (joon. 64).

Mootorite silindrite ja hülsside siseläbimõõtusid mõõdetakse eriliste indikaatoritega (indikaatortüüpi sisemikromeetritega) (joon. 65), mis erinevad eespool kirjelda-



Joon. 65. Indikaatortüüpi sisemikromeeter.

tutest selle poolest, et nad on varustatud vahetatavate pikendajatega. Pikendaja valitakse vastavalt mõõdetava ava läbimõõdule.

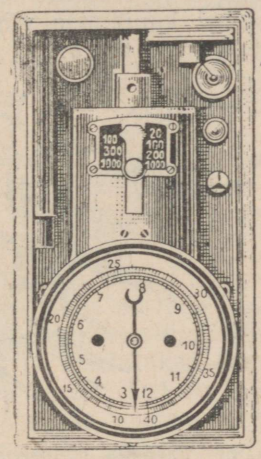
Pikendaja külge kinnitatakse sisemikromeeter, mille mõõteotsikud enne pikendaja avasse sisseviimist nihutatakse laiali vastavalt ava läbimõõdule. Mõõtmisel kiigutatakse indikaatorit paremale ja vasakule (joon. 65, *b*).

Mõõtmise täpsus ei sõltu mitte ainult indikaatori korrasolekust, vaid ka ta õigest ülesseadmisest avasse.

* * *

Detailide mõõtmete kontrollimiseks kasutatavate mõõteriistade kõrval kasutatakse veel riistu masina detailide pöörete arvu mõõtmiseks, masinate töötamisel tekkivate kloppimiste kuulamiseks jne.

Tahhomeetreid kasutatakse autode ja traktorite mootorite võllide ja muude pöörlevate detailide pöörete arvu mõõtmiseks. Tahhomeetrite abil (joon. 66) on võima-



Joon. 66. Tahhomeeter.

lik mõõta pöörete arvusid minutis 25—30 000 piirides. Tahhomeetritel on mitu skaalat mitmesuguste pöörete arvude mõõtepiirkondadega, näiteks: 25—100, 75—300, 250—1000, 750—3000 jne. pööret minutis.

Enne mõõtmist seatakse tahhomeeter vastavale pöörete arvu mõõtepiirkonnale. Vajutades seejärel nupule surutakse tahhomeetri otsik vastu pöörleva võlli otspinda ja mõõdetakse pöörete arvu. Tahhomeetrit pole lubatav kauemaks kui 15—20 minutiks sisse lülitada. Tahhomeeter nõuab hoolikat ümberkäimist.

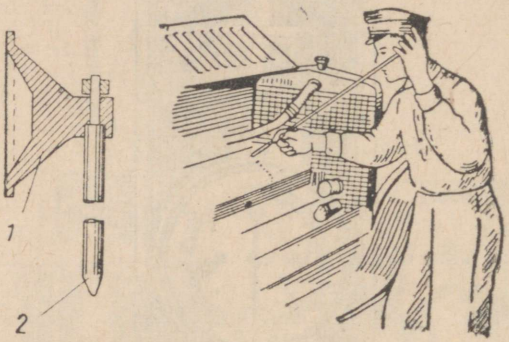
Stetoskoope kasutatakse autode ja traktorite mootorite töötamisel tekkivate kloppimiste kuulamiseks. Raam- ja kepsulaagrites, hammasülekannetes, klappi-

des jt. kohtades tekkinud kloppimiste järgi on võimalik kindlaks teha see- või teistsuguseid defekte ja võtta tarvitusele abinõusid nende kõrvaldamiseks.

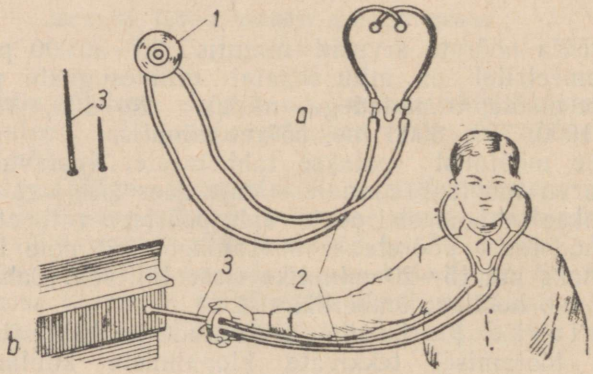
Stetoskoope on kahte tüüpi: vardaga ja membraaniga.

Varrasstetoskoop koosneb plastmassist kõrvaklapist *1* ja kokkupandavast helijuhtivast metallvardast *2*. Varrasstetoskoobi kasutamine on näidatud joonisel 67.

Membraanstetoskoop (joon. 68, *a)* koosneb karbikesest *1,* milles asub tundlik plaat-membraan, painduvatest kuuldetorudest *2* ja otsikust — helijuhtivast vardast *3*. Töötava mootori kuulamise viis membraanstetoskoobiga on näidatud joonisel 68, *b*.



Joon. 67. Vardaga stetoskoop.



Joon. 68. Membraanstetoskoop.

2. Kontrollriistad

Lukksepatöödel tuleb lukksepal peale detaili vahetut mõõtmist kontrollida töödeldud pindade siledust, detaili õiget kuju, pindade paralleelsust ja sirgjoonelisust, nurkade suurust jne. Selleks kasutatakse kontrollriistu: kontrolljoonlaudu, kontrollplaate ja šabloone.

Nende riistade abil kontrollitakse «vastu valgust», milleks kontrollriista hoitakse vastu kontrollitavat detaili ja vaadatakse, kas ja missugustes kohtades on näha valguspilu.

Kui valguspilu pole näha või kui see on joonlaua kogu pikkuses ühtlane, siis tähendab see, et töötlemine on täpne.

Kasutatakse veel teist joonmõõtmete hälvete kontrollimise viisi. Selle viisi järgi hoitakse detailide kontrollimisel kontrollriista vastu kontrollitavat pinda ja mõõdetakse pilu suurust pilukaliibriga.

Sageli kontrollitakse hälbeid ka värvi abil. Sel juhul kantakse kontrollriistade pinnale õhuke ühtlane kiht õliga segatud tahma, mennikut, sinist või mingit muud värvi, misjärel kontrollriist asetatakse detaili pinnale ja nihutatakse seda mööda pinda. Detaili pinna värviga kattuvate kohtade — värvitäppide suuruse ja tiheduse järgi on võimalik hinnata pinna töötlemise kvaliteeti.

Kontrolljoonlauad võivad olla terava kontrollservaga — lekaaljoonlauad, laia töötava pinnaga ja kiilukujulised — nurkade kontrollimise joonlauad.

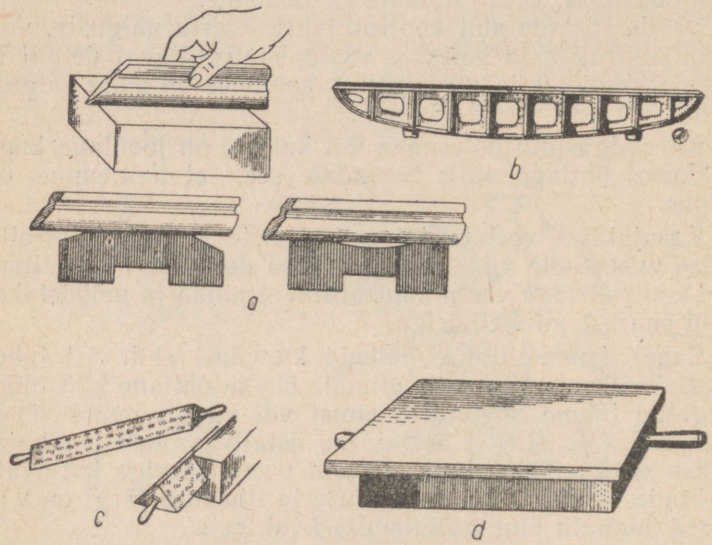
Lekaaljoonlaudade (joon. 68, *a*) abil on täpsete tööde kontrollimisel võimalik kindlaks teha kõrvalekaldeid sirgjoonelisusest. Neid joonlaudu valmistatakse pikkusega 75—300 mm.

Lekaaljoonlauad valmistatakse tööriistaterasest, neid töödeldakse täpselt ja karastatakse. Joonlaua üks serv tehakse terav, teine paksem. Joonlaua üks ots on maha lõigatud 30—60° nurga all. Paks serv suurendab joonlaua jäikust ja võimaldab kasutamise vaheaegadel teda asetada töölauale, et vältida terava serva vigastusi ja mustumist.

Joonlaua kasutamisel tuleb seda nihutada piki kontrollitavat pinda. Joonlauda tuleb hoida vertikaalselt, mitte aga kaldu.

Kontrollitava tasapinna ebatasasused tehakse kindlaks vaatamisel vastu valgust.

Joonisel 69, *b* näidatud kontrolljoonlaudu kasutatakse peamiselt pindade sirgjoonelisuse kontrollimiseks. Neid valmistatakse järgmistes suurustes (pikkus×laius): 500×40, 750×45, 1000×50, 1500×60, 2000×70 mm jne.



Joon. 69. Kontrollriistad:
a — lekaaljoonlaud; *b* — kontrolljoonlaud; *c* — nurgajoonlaud; *d* — kontrollplaat.

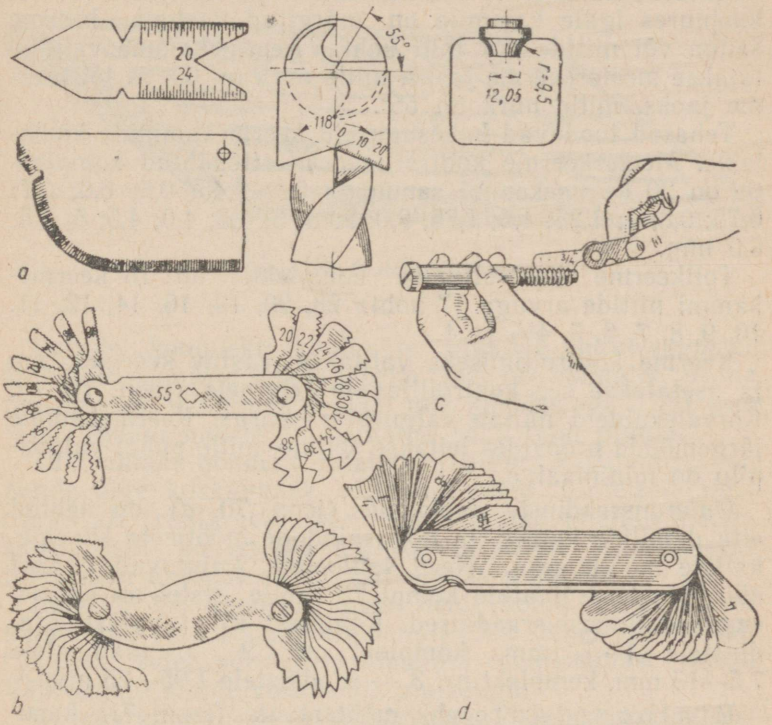
Nurgajoonlaudu (joon. 69, *c*) kasutatakse nurkade kontrollimiseks värvi abil. Nende kasutamise viis nähtub jooniselt.

Kontrollplaate (joon. 69, *d*) kasutatakse laialdaselt tasapindade kontrollimiseks värvi abil.

Šabloonid kujutavad endast kontrollriistu, mis valmistatakse 0,5 kuni 6 mm paksusest leht- või ribaterasest. Šabloonide valmistamiseks kasutatakse 0,3—0,4%-lise süsinikusisaldusega pehmet konstruktsiooniterast. Niisugusest terasest valmistatud šabloonid on hõlpsalt töödeldavad, kaarduvad termilisel töötlemisel vähe ja peavad küllalt kaua vastu. Mõnikord valmistatakse šabloone ka kõrge süsinikusisaldusega terasest У7А ja У8А.

Sõltuvalt kontrollitava detaili kujust võivad šabloonid olla kõige mitmekesisema kujuga (joon. 70, *a*).

Detailide kontrollimine šabloonide abil toimub kahte moodi: 1) vastu valgust, kui šablooni hoitakse vastu kontrollitavat pinda ja valguspilu suuruse järgi hinnatakse, kas toode on küllalt täpselt ja õigesti valmistatud. Niisu-



Joon. 70. Šabloonid:
a — profiilšabloonid; *b* — keermekamm; *c* — keermekammiga mõõtmine; *d* — ümardusraadiuste šabloonid.

guse kontrollimisviisi täpsus on umbes 0,01 mm, küllaldaste kogemuste puhul aga isegi üle selle; 2) värvi järgi kontrollimist kasutatakse juhtudel, kui vastu valgust kontrollimine pole rakendatav, näiteks süvendite, umbsete kohtade jne. kontrollimisel. Sel juhul kaetakse kontrollitavad kohad värviga, siis asetatakse šabloon kontrol-

limiskohale ja nihutatakse seda mööda kontrollitavat pinda. Šablooni pinnale ülekanduva värvi jälgede järgi tehakse kindlaks, kas detail on õigesti töödeldud.

Keerme kontrollimise šabloone ehk keermekamme kasutatakse laialdaselt keerme sammu, profiili täielikkuse jne. kontrollimiseks. Need kujutavad endast ühisesse pidemesse kinnitatud hambuliste šabloonide komplekti (joon. 70, *b*), kusjuures igale kammile on märgitud vastava keerme samm või niitide arv tolli kohta. Keermekamme valmistatakse meeterkeerme jaoks, mille nurk on 60° ja tollkeerme jaoks, mille nurk on 55°.

Tehased toodavad kahesuguseid keermekammide komplekte. Meeterkeerme kontrollimiseks ettenähtud komplektis on 20 keermekammi sammuga 0,4; 0,45; 0,5; 0,6; 0,7; 0,75; 0,8; 1; 1,25; 1,5; 1,75; 2,0; 2,25; 3; 3,5; 4,0; 4,5; 5; 5,5; 6,0 mm.

Tollkeerme kontrollimise komplektis on 16 keermekammi niitide arvuga 1" kohta 28, 20, 19, 16, 14, 12, 11, 10, 9, 8, 7, 6, 5, $4\frac{1}{2}$ ja 4.

Keerme kontrollimiseks valitakse vastav keermekamm ja asetatakse see kontrollitavale keermele (joon. 70, *c*). Kõrvalekaldeid näitab valguspilu suurus. Keermekamme järgemööda proovides leitakse selline, mille puhul valguspilu on minimaalne.

Ümardusraadiuste šabloonid (joon. 70, *d*) on nähtud ette detailide kumer- ja nõguspindade mõõtmete kõrvalekallete mõõtmiseks. Need šabloonid kujutavad endast õhukeste terasplaatide komplekti, mille otstel on mitmesugused ümardusraadiused. Komplekt nr. 1 vastab raadiustele 1—7 mm, komplekt nr. 2 — raadiustele 7,5—15 mm, komplekt nr. 3 — raadiustele 1,95—25 mm.

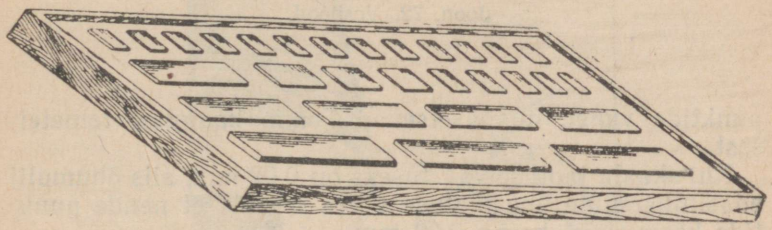
Etaloonplaate ehk mõõteplaate (joon. 71) kasutatakse mõõteriistade (mikromeetrite, nihkkaliibrite jne.) kontrollimiseks. Üksikutel juhtudel, kui nõutakse eriti suurt täpsust, kasutatakse neid plaate ka detailide märkimiseks, samuti detailide täpseks ülesseadmiseks. Peale selle kasutatakse etaloonplaate mitmesuguste aparaatide ülesseadmisel ja reguleerimisel.

Etaloonplaadid kujutavad endast suure täpsusega töödeldud risttahukaid, mis on valmistatud legeeritud tööriistaterasest ХГ.

Etaloonplaatide mõõtepinnad on niivõrd siledad ja täpselt töödeldud, et nad teineteise külge kokkupandult just-

kui kleepuksid ja nende lahutamiseks tuleb rakendada märgatavat jõudu. Etaloonplaatide niisugune omadus võimaldab neid mitmekaupa ühte plokki liita ja sel viisil igasuguseid mõõtmiseks vajalikke mõõtmeid saada.

Plaate lastakse välja komplektidena, mis koosnevad 83, 87 või 103 plaadist.



Joon. 71. Etaloonplaadid.

Suurde komplekti kuuluvate plaatide mitmesugustes kombinatsioonides kokkupaneku teel on võimalik saada igasuguseid mõõtmeid 1—200 mm piirides iga 0,001 mm järel. Plaadi mõõde on näidatud selle laial pinnal.

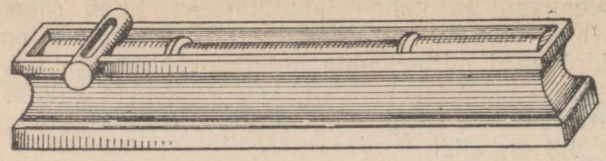
Tähtsamaks nõudeks etaloonplaatide kasutamisel on nende õige kokkupanek. Plaadid tuleb üksteisele täisnurga all (risti) peale panna ja siis nad täieliku kokkusattumiseni kohastikku keerata. Plaatide lahutamiseks tuleb neid üksteise suhtes pikisuunas nihutada.

Plaatide kasutamisel tuleb neid hoida temperatuuri muutumise eest. Kätega etaloonplaatide soojendamise vältimiseks tuleb sõrmedele tõmmata seemisnahast tuped. Väiksemaid plaate võib hoida pintsetiga.

Et teha kindlaks pindade kõrvalekaldeid horisontaalsest ja vertikaalsest asendist, samuti ka selleks, et kontrollida sirgjoonelisust, kasutatakse vesiloode.

Lukksepatöödel kasutatakse lihtsaid ja raamiga vesiloode.

Vesilood (joon. 72) kujutab endast metallkeret, mille sisse on paigutatud mingi vedelikuga täidetud klaastoru (ampull). Ampull täidetakse vedelikuga selliselt, et selles tekiks õhumull. Vesiloe asetamisel tasapinnale, mis ei asetse horisontaalselt, nihkub õhumull ühele või teisele poole. Ampullile on peale kantud jaotustega skaala; iga jaotus vastab teatavale kõrguste vahele pinna



Joon. 72. Vesilood.

punktide vahel, mis asetsevad 1 mm kaugusel teineteisest.

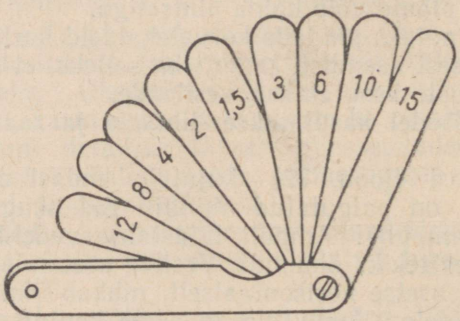
Kui skaala jaotuse väärtuseks on 0,02 mm, siis õhumulli edasinihkumine ühe jaotuse võrra näitab, et nende punktide kõrguste vahe on 0,02 mm.

Vesiloe kasutamisel asetatakse see kontrollitavale pinnale ja klaastoru skaala järgi määratakse horisontaalasendist kõrvalekaldumise suurus.

Pikkade detailide kontrollimisel tuleb vesiloodi paigutada mitmesse kohta (otstele ja keskkohta).

P i l u k a l i i b r i d (joon. 73) kujutavad endast pidemesse kinnitatud täpselt töödeldud terasplaate, mille paksus on 0,03—1 mm ja pikkus 50, 100 või 200 mm. Õhukesed plaadid erinevad üksteisest 0,01 mm võrra, paksemad aga —0,05 ja 0,25 m võrra. Igal plaadil on näidatud selle paksus. Vastavalt sellekohasele ГОСТ-ile on pilukaliibrid koondatud komplektidesse nr. nr. 1, 2, 3, 4, 5, 6 ja 7.

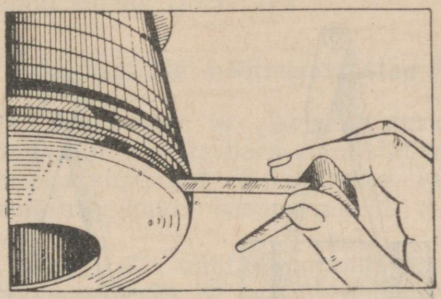
Pilukaliibreid kasutatakse pilu suuruse kindlakstegemiseks detaili üksikute pindade või koostöötavate detai-



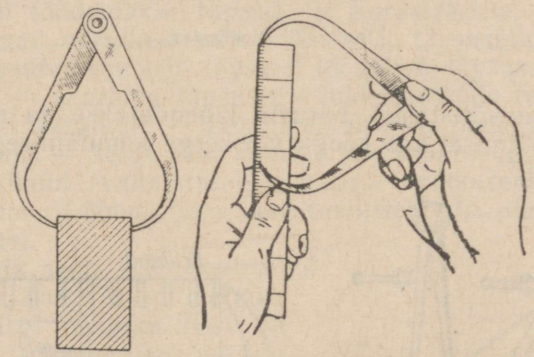
Joon. 73. Pilukaliiber.

lide vahel (joon. 74). Kontrollida võib nii ühe kui ka mitme kokkupandud plaadi abil.

Pilu suuruse kindlakstegemiseks lükatakse neid järgemööda ühe- või kahekaupa pilusse niikaua, kui nende paksus osutub sobivaks.



Joon. 74. Pilukaliibriga mõõtmine.



Joon. 75. Välistaster.

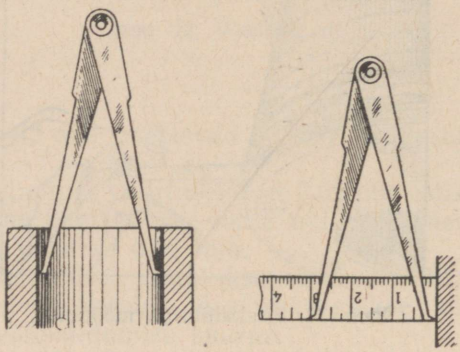
Välistastrid (joon. 75) on ette nähtud detailide mõõtmete mõõtejoonlauale ülekandmiseks. Neid mõõteriistu valmistatakse süsinik-tööriistaterasest У7 ja У8.

Välistastrite harud valmistatakse 150—250 mm pikkused. Välistastritega mõõtmise täpsus on umbes 0,5 mm.

Mõõtmisel võetakse välistaster paremasse kätte, hoides seda liigendist, ja nihutatakse harusid laiali nii, et nende otsad puudutaksid kontrollitavat detaili ja liiguksid

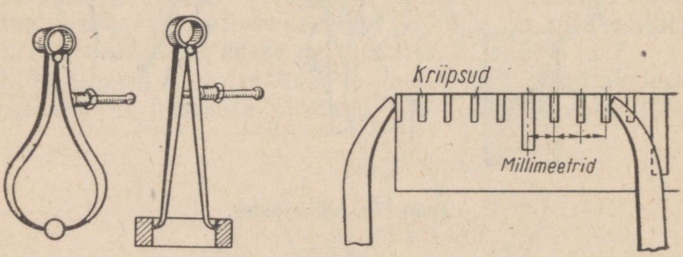
seda mööda väikese pingutusega. Seejärel tehakse kindlaks detaili mõõde harude mõõtejoonlauale asetamisega.

Sisetaster (joon. 76) on ette nähtud detailide sisemiste mõõtmete, nagu aukude läbimõõtude, nuutide laiuse jne. mõõtmiseks. Ehituselt sarnaneb ta välistastriga.



Joon. 76. Sisetaster.

Sise- ja välistastri harusid lähendatakse ja eemaldatakse mõõtmisel kas käega või kerge koputamisega vastu kõva eset.



Joon. 77. Vedruga välis- ja sisetastrid.

Käepärasemateks osutuvad vedruga välis- ja sisetastrid (joon. 77), kuna nende harude lähendamine ja eemaldamine toimub mutri keeramisega, ilma et oleks tarvis mõõteriista millegi vastu koputada.

Seda liiki mõõteriistadega mõõtmise täpsus sõltub täielikult töölise vilumusest ja tähelepanelikkusest.

Mõõtmisel on tarvis jälgida, et harude tasapind oleks rangelt perpendikulaarne mõõdetava tasapinna teljega, ilma mingi kallakuseta. Tastrile võetud mõõtme ülekandmisel mõõtejoonlauale tuleb tastri üht haru hoida vastu selle otsapinda ja teine haru asetada skaalale, misjärel loetakse saadud mõõde (joon. 77).

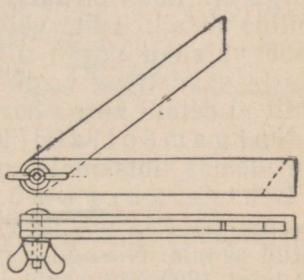
3. Nurkade mõõtmise riistad

Need riistad on väliste ja sisemiste nurkade mõõtmiseks. Paljudest selleks otstarbeks valmistatavatest mitmesuguse ehitusega riistadest kasutatakse lukksepatöödel kõige rohkem nurgikuid, seadnurgikuid ehk malle ja nurgamõõtjaid.

Nurgikud on ette nähtud nurkade kontrollimiseks, millede suurus on 30, 60, 90 ja 120°. Kõige enam kasutatakse 90° nurgikuid. Nurgikud valmistatakse süsiniktööriistaterasest У8 või legeeritud tööriistaterasest ХГ ja Х, neid töödeldakse täpselt ja karastatakse. Täpsuselt jagunevad nurgikud nelja klassi. 1. täpsusklassi nurgikuid kasutatakse eriti täpsetel töödel; 2. täpsusklassi nurgikuid — suurema täpsusega lukksepatööde teostamisel; 3. klassi nurgikuid — tavalistel lukksepatöödel ja 4. klassi nurgikuid — kõige jämedamate lukksepatööde puhul.

Nurgikuid valmistatakse harude pikkusega 20 kuni 1500 mm. Lühem haru on tavaliselt $^2/_3$ pikema haru pikkusest.

Nurgik asetatakse kontrollitavale nurgale ja valguspilu järgi nurgiku haru ja detaili külje vahel määratakse kõrvalekalle.

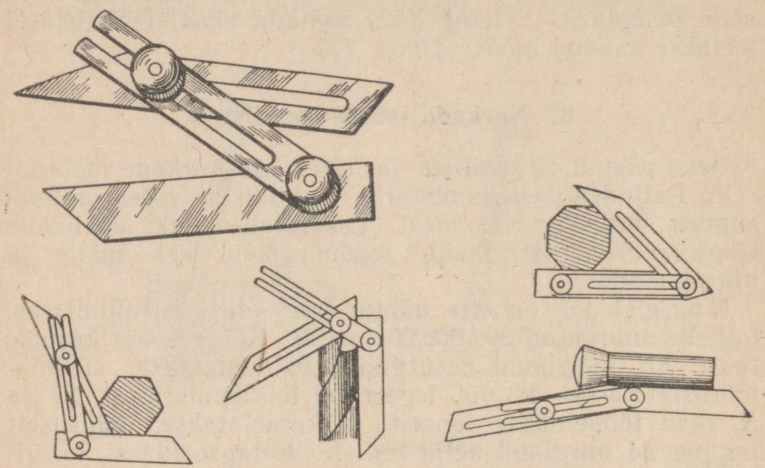


Joon. 78. Liht-seadnurgik.

Seadnurgikud on ette nähtud šablooni või malli järgi väljamõõdetud nurkade ülekandmiseks detailile või, vastupidi, nurkade ülekandmiseks detaililt mõõteriistale. Nõutav nurk saadakse seadnurgiku harude laialilükkamise teel. Seadnurgikutega mõõtmise täpsus pole kuigi kõrge.

On olemas lihtsaid ja kaksik-seadnurgikuid.

Lihtne seadnurgik (joon. 78) kujutab endast kahte liigendil kokkuühendatud joonlauda. Pärast vajaliku nurga seadmist kinnitatakse joonlaud kruvi ja mutri abil.



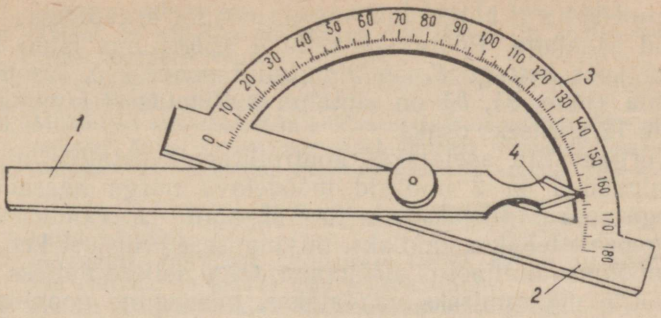
Joon. 79. Kaksik-seadnurgik.

Kaksik-seadnurgik (joon. 79) erineb lihtsast selle poolest, et siin on kaks joonlauda omavahel ühendatud hoova abil, mis võimaldab joonlauda kinnitada selle nurga all, mida on tarvis kontrollida. Kui on tarvis kontrollida detaili kahte või kolme nurka, siis seatakse ka hoob vajaliku nurga alla. Seadnurgik asetatakse detailile ja vaadatakse vastu valgust, kas joonlaudade servad ühtivad detaili nurga harudega või mitte.

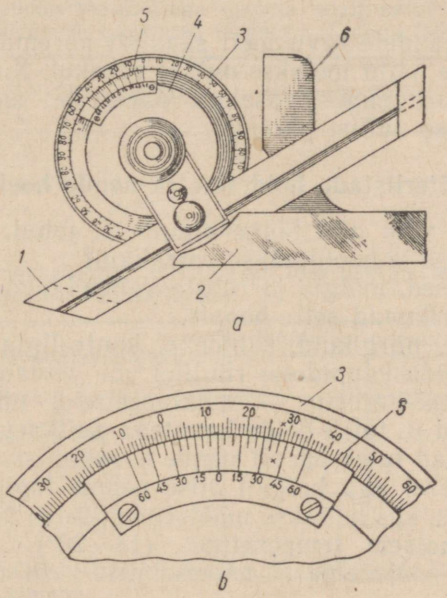
Nurgamõõtjaid kasutatakse nurkade mõõtmiseks. On olemas lihtsaid ja universaalseid nurgamõõtjaid.

Lihtne nurgamõõtja (joon. 80) koosneb metalljoonlauast *1* ja mallist *2*, mille kaarel on kraadidesse jaotatud skaala. Niisuguse nurgamõõtjaga on võimalik mõõta 10 kuni 180°-seid nurki täpsusega $^1/_2$—1°.

Mõõtmisel asetatakse nurgamõõtja mõõdetavale pinnale nii, et joonlaud *1* ja malli *2* sirge serv oleksid nurga harude vastu surutud. Vastusurumise tihedust kontrollitakse valguspilu järgi. Nurga suurust loetakse skaalalt osuti *4* kohalt.



Joon. 80. Liht-nurgamõõtja.



Joon. 81. Universaal-nurgamõõtja.

Universaalne nurgamõõtja (joon. 81, *a*) võimaldab mõõta 0 kuni 360°-seid nurki täpsusega 5 minutit. Universaalne nurgamõõtja koosneb liikuvast joonlauast *1* ja paigalseisvast joonlauast *2*; viimane on liikumatult kin-

nitatud ketta *3* külge, mis on varustatud kraadidesse jaotatud skaalaga. Pööratava ketta *4* külge, mis istub ühel teljel koos kettaga *3*, on kinnitatud noonius *5*. Nooniuse skaala (joon. 81, *b*) on jaotatud nulljaotusest kummalegi poole 12 võrdseks osaks.

Nurgamõõtja asetatakse kontrollitavale detailile nii, et joonlauad *1* ja *2* ühtiksid mõõdetava nurga haaradega. Nurga suurust loetakse ketta *3* skaalalt ja nooniuselt *5*. Kõigepealt tehakse kindlaks, missugusest kriipsust kettal *3* on nooniuse nulljaotus möödunud. Olgu selleks näiteks 12°. Minutite määramiseks vaadatakse, missugune nooniuse *5* jaotus ühtib skaala *3* mingi jaotusega; oletame, et ühtis 4. jaotus. Nooniuse iga jaotus võrdub 5 minutiga, neli jaotust aga vastavad 20 minutile. Nurga suuruseks on järelikult 12°20'.

Kui täiskraadide arvu loeti skaalalt paremalt vasakule, siis nooniuse näitu loetakse nullist vasakul. Kui aga skaalalt lugemine toimus vasakult paremale, siis nooniuse näitu loetakse nullist paremal.

4. Mõõteriistade hoidmine ja nende hooldamine

Mõõtmine võib olla täpne ainult sel juhul, kui mõõteriistu hoitakse ja hooldatakse korralikult.

Kriimustused, mõlgid ja rooste vähendavad mõõteriista täpsust või rikuvad selle hoopis.

Joonlaudu, nurgikuid, šabloone, kontrollplaate ja tastreid võib hoida kappides, riiulitel või seinale riputatult. Täpsemaid mõõteriistu — mikromeetreid, nihkkaliibreid, indikaatoreid jt. tuleb hoida kaantega puitkarpides.

Mõõteriistad tuleb pärast nende kasutamist puhta kuiva lapiga, seejärel aga kergelt õlise pehme lapiga üle pühkida. Ruumis, kus hoitakse mõõteriistu, tuleb hoida võimalikult normaalsem temperatuur (18—20°). Mõõteriistu tuleb hoida soojenemast päikesekiirte või küttekehade mõjul.

Kontrollküsimusi

1. Mida nimetatakse mõõtmiseks?
2. Kuidas liigitatakse kontroll-mõõteriistu?
3. Selgitage mõõtejoonlaudade, kokkupandavate meetermõõtude ja mõõtelintide ülesannet, ehitust ja kasutamist.
4. Nimetage tähtsamaid jaotustega mõõteriistade liike.
5. Selgitage 0,1 ja 0,02 mm mõõtmise täpsusega nihkkaliibrite ülesannet, ehitust ja kasutamist.
6. Missugused mõõteriistad on ehitatud nihkkaliibri põhimõttel?

7. Selgitage mikromeetri ülesannet, ehitust ja kasutamist.
8. Kuidas on ehitatud, milleks on ette nähtud ja kuidas kasutatakse sisemikromeetrit?
9. Missugused riistad kuuluvad kontrollriistade gruppi, missugune on nende ülesanne ja ehitus?
10. Milleks on ette nähtud ja kuidas on ehitatud universaalne nurgamõõtja? Mille poolest see erineb lihtsast nurgamõõtjast?
11. Milleks on ette nähtud etaloonplaadid ja kuidas neid kasutatakse?
12. Milleks on ette nähtud indikaator? Selgitage selle ehitust ja kasutamisviisi.
13. Missuguste riistadega mõõdetakse keeret, kuidas on need riistad ehitatud ja kuidas neid kasutatakse?
14. Kuidas hinnata masina töötamist kuulmise järgi?
15. Jutustage, kuidas tuleb mõõteriistu hoida.

Harjutusi

1. Mõõta nihkhambamõõtjaga õpetaja poolt antud hammasrattaid ja kirjutada mõõtmise tulemused järgneva vormiga tabelisse:

Mõõdetav objekt	Mõõtmise tulemused
Hammasratas z = „ z = „ z =	

2. Mõõta nihkkaliibriga all-loetletud ümarpakkide läbimõõt ja paksus ning tulemused üles kirjutada:

Mõõdetav objekt	Mõõtmise tulemused	
	paksus	läbimõõt
Ümarpakk M6 „ M8 „ M10 „ M12 „ M16		

3. Mõõta mikromeetriga keermepuuride sabaosade läbimõõt ja tulemused üles kirjutada.

Mõõdetav objekt	Mõõtmise tulemused
Keermepuur M6 „ M8 „ M10 „ M12 „ M16	

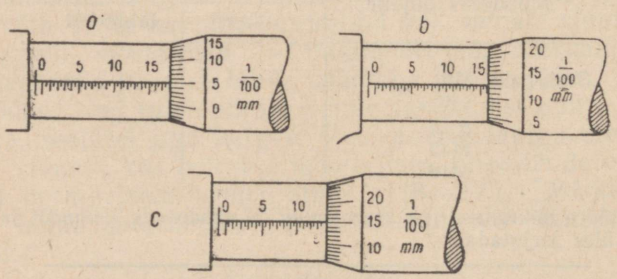
4. Mõõta mikromeetriga kolm õpetaja poolt antud detaili ja üles kirjutada mõõtmise tulemused:

Mõõdetav objekt	Saadud mõõtmed (läbimõõt, paksus, laius)

5. Mõõta õpetaja poolt antud detaili kõik mõõtmed (väline läbimõõt, sisemine läbimõõt, kõrgus ja sügavus).
6. Mõõta nurgamõõtjaga nelja-, kuue- ja kaheksakandilise mutri nurgad.
7. Mõõta spiraalpuuri, meisli ja ristmeisli teritusnurgad ja kirjutada üles alljärgneva vormi kohaselt:

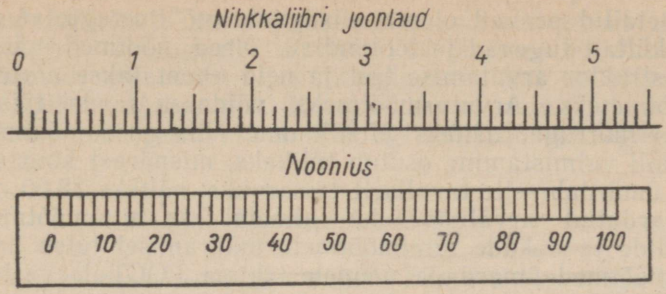
Mõõdetav objekt	Mõõtmise tulemused

8. Lugeda alltoodud joonisel a, b ja c all näidatud mõõtmed.

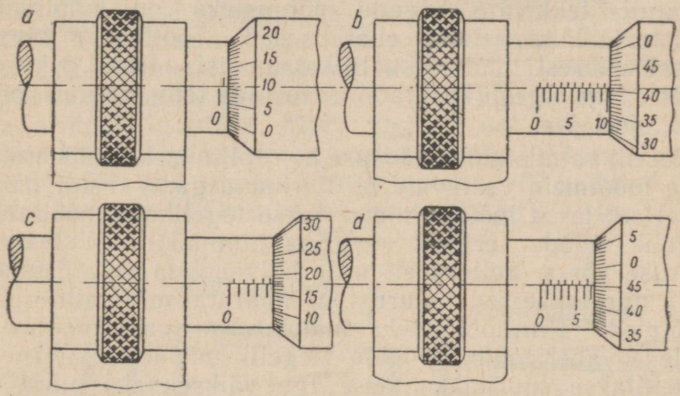


Kodune ülesanne

1. Lõigata papist välja 0,1 mm mõõtmise täpsusega nikkaliibri mõõtejoonlaud ja noonius, kanda peale jaotused ja seada mõõtmele...



2. Lugeda näidatud mõõtmed:



IX PEATÜKK

TOLERANTSID JA ISTUD

1. Üldmõisteid. Asendatavus

Iga masin koosneb üksikutest mehhanismidest. Mehhanismi õige töötamine on võimalik ainult siis, kui selle detailid on valmistatud vajaliku täpsusega. Täpsuse all mõistetakse detaili kuju ja mõõtmete vastavuse määra joonisel nõutud kujule ning mõõtmetele.

Detailid peavad olema niisuguste mõõtmetega, et nad on küllalt tugevad ja töökindlad. Need mõõtmed määrab konstruktor arvutamise teel ja neid nimetatakse arvutusmõõtmeteks. Arvutusmõõtmeks võidakse saada täisarv koos murruga, näiteks 37,987 mm. Niisuguse mõõtmega detaili valmistamine osutub tülikaks, mispärast konstruktor ümardab selle tavaliselt täisarvuks, näiteks 38,00 mm. Ümardatud arvutusmõõdet nimetatakse nimimõõtmeks. Võllide ja aukude nimimõõtmete määramisel tuleb arvutusmõõtmed ümardada nendele lähima ГОСТ-ile vastava läbimõõduni.

Väga raske on valmistada detaili täpselt nimimõõtme järgi. Nii mehaanilisel kui ka lukksepatöötlemisel pole võimalik vältida vigu, mis mõjutavad detaili mõõdet. Vältimatult tekkivate vigade põhjusteks on tööpinkide, rakiste ja lõikeriistade ebatäpsused. Töötlemise täpsus oleneb suuresti töölise kvalifikatsioonist, tema oskusest mõõteriistu õigesti kasutada, arvestada temperatuuri mõju mõõtmisel jne.

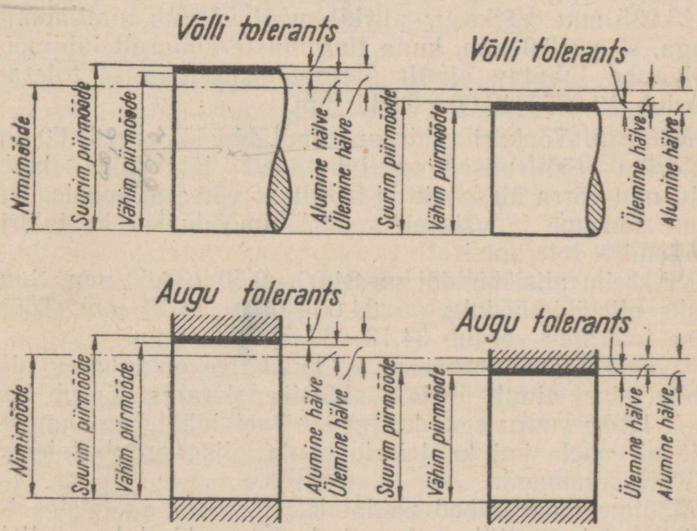
Detaili valmistamise täpsuse kontrollimiseks mõõdetakse selle mõõtmeid vastavate mõõteriistadega. Vahetul mõõtmisel saadavat mõõdet nimetatakse tegelikuks mõõtmeks. Tegelik mõõde erineb reeglina nimimõõtmest teatava suuruse võrra. Selleks et mitte halvendada detaili kvaliteeti, piiratakse seda suurust ja määratakse detailile piirmõõtmed. Piirmõõtmeteks nimetatakse neid mõõtmeid, millede vahel tohib kõikuda tegelik mõõde. Ühte neist nimetatakse suurimaks, teist aga väikseimaks piirmõõtmeks.

Kui detaili tegelikud mõõtmed, s. o. valmistamisel saadud mõõtmed ei välju ettenähtud piiridest, siis loetakse detail töökõlvuliseks. Detailide vajaliku täpsusega töötlemine ei ole tarvilik mitte ainult mehhanismide õige töötamise kindlustamiseks, vaid ka masinate kokkupanemise protsessi kiirendamiseks. Varemalt, kui kõiki masinaid valmistati individuaalselt, sobitati iga masina kokkupanemisel selle detailid üksteisega. Kaasaegseks masstootmiseks on aga tarvis, et iga detaili oleks võimalik masina kokkupanemisel ilma mingi sobitamiseta kohale panna. See on võimalik, kui ühegi antud partiist võetud detaili mõõtmed ei välju ettenähtud piiridest. Niisuguseid detaile nimetatakse vastastikku asendatavateks ehk lihtsalt asendatavateks. Asendatavad peavad olema ka traktoritele,

kombainidele ja põllutöömasinatele valmistatavad tagavaraosad. Niisuguste detailide kasutamisel on võimalik masinaid remontida nii välitingimustes kui ka töökodades väikese ajakuluga. Kulunud detail eemaldatakse ja selle asemele pannakse ilma mingi sobitamiseta tagavaradetail.

2. Tolerantsid. Hälbed

Eespool mainisime, et detailide nõutava täpsusega töötlemiseks tuleb kindlaks määrata piirmõõtmed, millede vahel tegelik mõõde tohib kõikuda. Mida suurem on piirmõõtmete vahe, seda hõlpsam on detaili valmistamine. Vahet suurima ja väikseima piirmõõtme vahel nimetatakse töötlemise tolerantsiks (joon. 82). Tolerants määrab detaili töötlemise täpsuse määra. Tolerantsi suurus peab olema mehhanismi antud konstruktsiooni jaoks võimalikult suurem, mitte aga nii suur, et see häiriks mehhanismi osade õiget koostööd. Mida suurem on tolerants, seda rohkem võib tegelik mõõde erineda nimimõõtmest. Tegelik mõõde võib olla nimimõõtmest suurem või väiksem. See sõltub antud piirhälvetest. Piirhälveteks on ülemine ja alumine hälve.



Joon. 82. Võlli ja augu tolerantside graafiline kujutus.

Ülemiseks hälveks nimetatakse suurima piirmõõtme ja nimimõõtme vahet. Alumiseks hälveks nimetatakse väikseima piirmõõtme ja nimimõõtme vahet.

Piirhälbeid võidakse erinevatel juhtudel lubada nimimõõtmest kas üles- või allapoole või üheaegselt nii ühele kui ka teisele poole. Antud nimiläbimõõdu ja piirhälvete järgi on võimalik määrata suurimat ja väikseimat piirmõõdet ja detaili töötlemise tolerantsi. Vaatleme seda lähemalt näidete varal.

Näide 1. Klapisääre ja juhtpuksi augu nimiläbimõõt on 13,00 mm. Klapisääre töötlemisel on lubatav hälve nimimõõtmest 0,10 mm võrra allapoole. Juhtpuksi augu hõõritsemisel on lubatav hälve nimiläbimõõdust 0,035 mm võrra ülespoole. Määrame klapisääre ja juhtpuksi augu suurima ja väikseima piirläbimõõdu ja töötlemise tolerantsi.

Klapisääre suurim piirläbimõõt võrdub nimiläbimõõduga, s. t. 13,00, kuna tingimuste kohaselt lubatakse hälvet ainult sellest mõõtmest allapoole.

Klapisääre väikseim piirläbimõõt on 13,0—0,10= =12,90 mm. Klapisääre töötlemise tolerants on 13,0— —12,90=0,10 mm.

Puksi augu suurim piirläbimõõt on 13,0+0,035= =13,035 mm. Väikseim piirläbimõõt võrdub nimiläbimõõduga, s. o. 13,0 mm, kuna tingimuste kohaselt läbimõõdu hälve on lubatav ainult ülespoole. Töötlemise tolerants võrdub 13,035—13,00=0,035 mm.

Näide 2. Tõukuri taldriku nimiläbimõõt on 34,00 mm. Taldriku töötlemisel on lubatavad läbimõõdu hälbed 0,10 mm võrra ülespoole ja 0,50 mm võrra allapoole. Määrame suurima ja väikseima piirläbimõõdu kui ka taldriku töötlemise tolerantsi.

Väikseim piirläbimõõt on 34,00—0,50=33,50 mm. Suurimaks piirläbimõõduks on 34,00+0,10=34,10 mm. Töötlemise tolerants võrdub 34,10—33,50=0,60 mm.

Toodud näidetest näeme, et kui hälve on lubatav nimiläbimõõdust ainult ühele poole, siis tolerants võrdub arvuliselt hälbe suurusega; kui aga hälvet lubatakse samaaegselt nii ühele kui ka teisele poole, siis võrdub tolerants hälvete summaga.

Mõõtmete piirhälbed näidatakse joonistel ja teistes tehnilistes dokumentides otse nimimõõtme järel kas sellekohaste leppeliste tähistustega või arvuliste suurustega. Häl-

vete arvulised suurused asetatakse teineteise alla, ülemine peale- ja alumine allapoole. Hälbe arvulise suuruse ette asetatakse selle märk — pluss või miinus. Nulliga võrduvat hälvet ei kirjutata. Kui ülemine ja alumine hälve erinevad teineteisest ainult märgilt, siis kirjutatakse hälbe arvuline suurus ainult üks kord, selle ette asetatakse aga märgid pluss ja miinus. Toome mõned näited hälvete tähistamisest joonistel arvuliste suurustega.

Tähistus näitab, et läbimõõt peab olema:

365	$\begin{matrix}+\ 0{,}015\\-\ 0{,}045\end{matrix}$	—	piirides	364,955	kuni	365,015 mm
55	$\begin{matrix}+\ 0{,}15\\+\ 0{,}09\end{matrix}$	—	„	55,09	kuni	55,15 mm
12	$\begin{matrix}-\ 0{,}08\\-\ 0.10\end{matrix}$	—	„	11,90	kuni	11,92 mm
35	+ 0,17	—	„	35,00	kuni	35,17 mm
100	— 0,23	—	„	99,77	kuni	100,00 mm
25	± 0,007	—	„	24,993	kuni	25,007 mm

3. Täpsusklassid

Tolerantside süsteem jaguneb tolerantside suuruselt klassideks: 1., 2., 2a, 3., 3a, 4., 5., 7., 8. ja 9. Olenevalt detaili ülesandest valmistatakse detail ühe või teise täpsusklassi järgi.

1. täpsusklassi kasutatakse võrdlemisi harva, sest selle järgi detaili valmistamine on väga keeruline ja nõuab eriti täpseid töötlemise võtteid. Traktoriehituses valmistatakse selle täpsusklassi järgi mõningaid elektrimõõteriistade detaile, kolvisõrmi ja kuul- ning rull-laagrite detaile.

Diiselmootorite kütuseaparatuuri suure täpsusega detailide valmistamiseks osutub 1. täpsusklass mittepiisavaks. Sel juhul valitakse detailid individuaalselt ja sobitatakse teineteisega kokku. Asendamine pole sel juhul võimalik.

2. täpsusklassi kasutatakse täppismasinaehituses. Selle täpsusklassi järgi töödeldakse traktorite ja kombainide mootorite kõige vastutavamaid detaile: vänt- ja nukkvõllide kaelu, mitmeid diiselmootorite kütuseaparatuuri detaile, õlipumpade detaile jne.

3. täpsusklassi kasutatakse laialdaselt üldises masinaehituses, traktoriehituses ja kombainiehituses. Selle täpsusklassi järgi töödeldakse silindrihülsside tööpindasid.

2a täpsusklass on vahepealseks 2. ja 3. klassi vahel, 3a täpsusklass aga vahepealseks 3. ja 4. täpsusklassi vahel. Vahepealseid klasse kasutatakse auto- ja traktoriehituses.

4. täpsusklassi kasutatakse niisuguste detailide valmistamiseks, milledele on lubatavad võrdlemisi suured tolerantsid. Selle täpsusklassi järgi töödeldakse istevööndeid silindrihülssidel ja nende pesi silindriplokkides, aukusid kombainide ketiratastes ja põllutöömasinate detaile.

5. täpsusklassi kasutatakse detailide jämetöötlemisel. Selle täpsusklassi järgi töödeldakse paljusid põllutöömasinate ja mõningaid traktorite ja kombainide detaile.

7., 8. ja 9. täpsusklassi kasutatakse liitmisele mittekuuluvate detailide töötlemisel. Nende täpsusklasside järgi toimub detailide jämetöötlemine sepa- ja valutsehhides.

Täpsusklassi tähistatakse klassi numbrit näitava indeksiga istu tähistuse järel (sellest veidi allpool), näiteks: C_3, T_{2a}, X_5. 2. täpsusklassi puhul indeksit ei panda, näiteks: Пр, Д, Ш.

4. Pinna töötlemise siledus

Valmistatud detaili kvaliteeti ei hinnata mitte ainult selle töötlemise täpsuse, vaid ka selle pinna sileduse järgi. Detailide pinnale jäävad pärast lõikeriistadega töötlemist konarused, mis koosnevad harjadest ja lohkudest. Harjade kõrgus ja lohkude sügavus sõltub pinna töötlemise viisist. Pinna sileduse kohta kehtiv riiklik üleliiduline standard näeb ette 4 pinna sileduse gruppi ja 14 klassi. Pinna siledust tähistatakse järgmiste leppemärkidega (joon. 83):

▽1 — ▽3 — kare pind selgesti nähtavate jämeviilimise või pingil jämetöötlemise jälgedega;

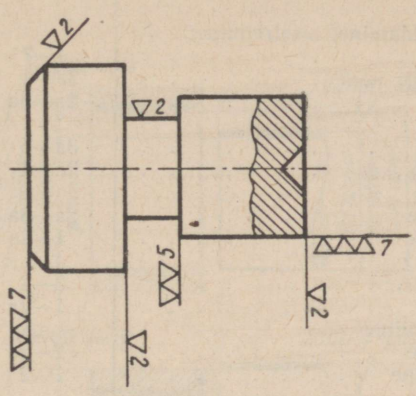
▽▽4—▽▽6 — vähemärgatavate peenviilimise või treimise, hööveldamise või freesimise jälgedega;

▽▽▽7—▽▽▽9 — sile pind, saadud sametviiliga viilimise, kaabitsemise, hõõritsemise või lihvimise teel;

▽▽▽▽10 — ▽▽▽▽14 — väga sile pind, saadud sametviilidega (väga väikeste numbritega) viilimise või pasta abil peenlihvimise teel.

Detailide iga sõltub suurel määral töötlemise puhtusest. Seepärast tuleb töökojas valmistamisel või remontimisel detaile töödelda selliselt, et oleks kindlustatud nendele

ettenähtud sileduslass. Pinna sileduse kindlakstegemiseks on olemas eri riistad (profilograafid, profilomeetrid ja mikroskoobid). Remonditöökodade tingimustes on pinna sileduse kontrollimiseks kohane kasutada selleks eriti val-



Joon. 83. Pinna töötlemise sileduse tähistamine.

mistatud etaloone, milledega võrreldakse töödeldud pindasid.

Nagu nähtub tabelist 14, on olemas täpsusklasside ja sileduslasside vahel kaudne sõltuvus, mille määrab töötlemise viis.

5. Istud. Lõtk ja ping

Kahe teineteise sisse käiva detaili kokkupanekul tehakse vahet välise «haarava» pinna ja sisemise «haaratava» pinna vahel. Ümmarguste kehade puhul nimetatakse haaravat pinda tavaliselt «auguks», haaratavat pinda aga «võlliks», kuna vastavaid mõõtmeid nimetatakse augu läbimõõduks ja võlli läbimõõduks. Kahe teineteise sisse pandud detaili ühenduse iseloomu nimetatakse istuks. Istud jagunevad kahte põhigruppi: liikuvad ja liikumatud.

Liikuvate istude puhul peab olema koostöötavatel detailidel vastastikuse liikumise võimalus. Niisugustel koostöötavatel detailidel, nagu kolb-silinder ja väntvõlli kaellaager, on liikuvad istud. Liikumatute istude puhul ei tohi

Tabel 14

Töötlemise viis	ГОСТ-i järgi	
	täpsusklass	siledusklass
Treimine, hööveldamine, sisetreimine:		
jäme	4—7	1—3
puhas	3a—4	4—7
peen	2a—3a	7—9
Freesimine:		
jäme	3a—5	1—3
puhas	2a—4	4—5
Hõõritsemine:		
eeltöötlemine	2a—3a	7
viimistlemine	1—2a	8—9
Lihvimine:		
jäme	3—4	6—7
puhas	1—2a	8—9
Hooningsoveldamine:		
eeltöötlemine	2—2a	10—12
lõpptöötlemine	1—2	13—14

toimuda detailide vastastikust liikumist. Liikumatu istuga asetatakse hammasvöö hoorattale, vahehammasrataste sõrmed plokki jne. On täiesti ilmne, et liikuva istu saamiseks peab augu läbimõõt olema võlli läbimõõdust suurem. Augu läbimõõdu ja võlli läbimõõdu vahet nimetatakse lõtkuks.

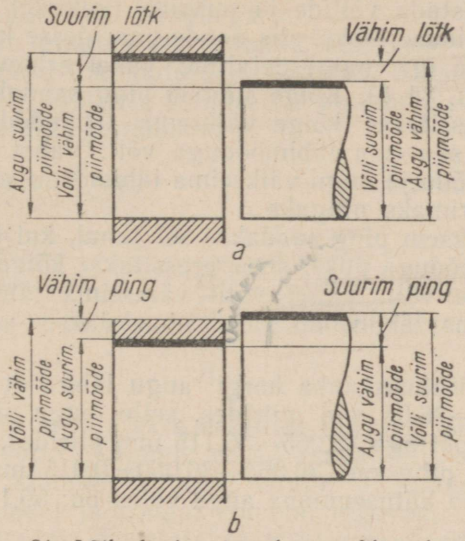
Sel juhul, kui detailid ühendatakse liikumatult, tuleb võll valmistada suurema läbimõõduga kui auk. Vahet võlli ja augu läbimõõdu vahel nimetatakse pinguks.

Kui valmistada liikuva ühenduse jaoks võllide ja pukside partii ühe ja sama joonise järgi, siis erinevad sellesse partiisse kuuluvate üksikute detailide tegelikud mõõtmed üksteisest. Niisuguste detailide paaridesse kokkupanekul saadakse iga paari detailide vahel erineva suurusega lõtkud (joon. 84, *a*). Kõige suurem lõtk saadakse sel juhul, kui asetatakse kõige suurema läbimõõduga puksi sisse kõige väiksema läbimõõduga võll.

Vahet augu suurima läbimõõdu ja võlli väikseima läbimõõdu vahel nimetatakse suurimaks lõtkuks. Kõige väiksem lõtk saadakse sel juhul, kui asetatakse kõige väiksema läbimõõduga puksi sisse kõige suurema läbimõõduga võll. Vahet augu väikseima läbimõõdu ja võlli suurima läbimõõdu vahel nimetatakse väikseimaks lõtkuks.

Suurima ja väikseima lõtku kindlakstegemiseks on tarvis teada augu ja võlli piirmõõtmeid.

Näide 1. Teeme kindlaks suurima ja väikseima lõtku traktori КД-35 käigukasti esimese võlli ja vahepuksi vahel.



Joon. 84. Lõtkude ja pingude graafiline kujutus:
a — lõtkud; *b* — pingud.

On antud augu piirmõõtmed: suurim — 40,67 mm, väikseim — 40,50 mm. Võlli piirmõõtmed: suurim — 40,00 mm, väikseim — 39,66 mm.

Väikseim lõtk: 40,50—40,00 = 0,50 mm.

Suurim lõtk: 40,67—39,66 = 1,01 mm.

Lõtk esimese võlli ja puksi vahel võib järelikult kõikuda 0,50—1,01 mm piirides.

Näide 2. Teha kindlaks suurim ja väikseim lõtk traktori «Belaruss» põlemiskambri sissepandava osa ja plokikaanes oleva pesa vahel.

On antud pesa piirmõõtmed plokikaande sissepandava osa äärise kohal: väikseim — 54,00 mm; suurim — 54,06 mm.

Põlemiskambrisse sissepandava osa piirmõõtmed äärise kohal: väikseim — 53,76 mm; suurim — 53,86 mm.

Väikseim lõtk: 54,00—53,86=0,14 mm.

Suurim lõtk: 54,06—53,76=0,30 mm.

Lõtk sissepandava osa äärise ja silindripea augu vahel võib järelikult kõikuda 0,14—0,30 mm piirides.

Kui valmistada võllide ja pukside (aukude) partii liikumata ühenduse jaoks, siis nende paaridesse kokkupanekul saadakse iga paari detailide vahel erinev pingude suurus (joon. 84, *b*). Kõige suurem ping saadakse sel juhul, kui pressitakse kõige väiksema läbimõõduga puksi sisse kõige suurema läbimõõduga võll. Vahet võlli suurima läbimõõdu ja augu väikseima läbimõõdu vahel nimetatakse suurimaks pinguks.

Kõige väiksem ping saadakse sel juhul, kui kõige suurema läbimõõduga puksi sisse pressitakse kõige väiksema läbimõõduga võll. Vahet võlli väikseima läbimõõdu ja augu suurima läbimõõdu vahel nimetatakse väikseimaks pinguks.

Näide 1. Kütusepumba korgi augu läbimõõt võib kõikuda 36,00—36,05 mm piirides, selle augu sisse käiva korgi läbimõõt aga 36,065—36,115 mm piirides.

Väikseim ping on: 36,065—36,050=0,015 mm; suurim ping korgi ja kütusepumba augu vahel on: 36,115—36,000 =0,115 mm.

Näide 2. Traktori КД-35 hooratta hammasvöö augu läbimõõt võib kõikuda 430,00—430,12 mm piirides, hooratta läbimõõt aga sellel kohal, kuhu pressitakse peale hammasvöö, 430,55—430,67 mm piirides.

Väikseim ping on: 430,55—430,12=0,33 mm; suurim ping: 430,67—430,00=0,67 mm.

Liikumatud istud võivad olla mitmesuguse pinguga, liikuvad istud aga mitmesuguse lõtkuga. Mõnedel juhtudel on tarvilik, et detailide ühendus jääks liikumatuks igasuguste töötingimuste puhul. Niisuguseid detaile lahti ei võeta, nende kokkupanekuks on aga tarvis rakendada suuremat jõudu. Niisuguse istu saamiseks peab võlli ja augu vahel olema suur ping.

Teistel juhtudel nõutakse, et detailid istuksid teineteisel tihedalt, kuid et neid oleks võimalik kokku panna ja lahti võtta ilma suurema pingutuseta. Niisugust istu võimaldab väike ping võlli ja augu vahel.

Liikuva istuga kokkupandavatele detailidele esitatavad

nõuded on samuti mitmesugused. Mõningaid detaile peab olema võimalik teineteise suhtes käsitsi, vähese jõupingutusega nihutada ja need peavad olema täpselt juhitud. Niisugused istud saadakse õige väikeste lõtkudega koostöötavate osade vahel. Teised detailid peavad, vastupidi, teineteise suhtes vabalt liikuma. Suurem liikumisvabadus saadakse suuremate lõtkudega.

Sõltuvalt pingude ja lõtkude suurusest kasutatakse mitmesuguseid liikumatuid ja liikuvaid istusid. Vastavalt riiklikule üleliidulisele standardile on istudele antud järgmised nimetused ja tähistused.

Liikumatud istud		Liikuvad istud	
Kuum-ist	Гр	Liug-ist	С
Press-ist	Пр	Liikuv-ist	Д
Kerge press-ist	Пл	Käigu-ist	Х
Umb-ist	Г	Kergekäigu-ist	Л
Kinnis-ist	Т	Lobe-ist	Ш
Ping-ist	Н		
Tihe-ist	П		

Kuum-istu kasutatakse detailide ühendamiseks, mida ei tule lahti võtta. Auguga detail (tavaliselt terasrõngas) asetatakse kuumalt külmale võllile. Jahtumisel väheneb rõnga läbimõõt ja rõngas tõmbub tugevasti võlli ümber kinni. Kuum-istu kasutatakse traktorimootorite hooratastele hammasvööde pealepanemisel.

Press- ja kergepress-istu kasutatakse detailide jäigalt ühendamiseks ilma nende kinnitamiseta stoppkruvide, kiilude, tikkpoltide või muude kinnitusvahendite abil. Neid istusid võib kasutada küllalt tugevate detailide puhul, mis on valmistatud terasest, malmist ja pronksist. Sissepressimine toimub presside või erirakiste abil. Press-istudega pannakse kohale kepsupuksid, klappide juhtpuksid silindritesse, traktori C-80 roomikulülide sõrmed jne.

Umb-istu kasutatakse detailide juures, mida võetakse võrdlemisi harva lahti. Mootori Д-54 väntvõlli hammasratas ja traktori C-80 käigukasti alumise ja vahevõlli kuullaagrite sisemised rõngad pannakse peale umb-istuga.

Kinnis-istu kasutatakse detailide juures, mis peavad väga kindlalt teineteises istuma ja mida on võimalik märgatava pingutusega kokku panna või lahti võtta. Umb-istuga käivad kolvisõrmed kolvi silmadesse ja kuullaagrite sisemised rõngad võllidele.

Ping-istu kasutatakse detailide juures, mis peavad olema vasara või mahatõmbaja abil ilma suurema pingutuseta kokkupandavad või lahtivõetavad. Ping-istuga on mõned kombaini ketirattad.

Tihe-istu kasutatakse detailide juures, mis peavad olema käsitsi või puitvasara abil kokkupandavad või lahtivõetavad. Niisugune ist on traktori КД-35 käigukasti parasiithammasratta teljel käigukasti keres.

Liug-istu kasutatakse detailide juures, mis peavad määritud puutepindade puhul olema teineteise suhtes käsitsi kergesti nihutatavad, kuid täpselt juhitud. Liug-istuga on näiteks kolvisõrme ja kepsupea puksi ning kütusepumba kolvi ja hülsi ühendused.

Liikuv-istu kasutatakse detailide jaoks, mille vahel peab olema väike lõtk. Kuul- ja rull-laagrite välisrõngad võivad käia oma pesadesse liikuv-istuga.

Käigu-istu kasutatakse detailide jaoks, mis peavad teineteise suhtes vabamalt liikuma kui liikuv-istu puhul. Käigu-ist on traktoriehituses ja kombainiehituses laialdaselt kasutamisel. Käigu-istuga käivad väntvõllide kaelad laagritesse, kolvid silindritesse, kombaini C-4 kontra-ajami väike ketiratas võllile jne.

Kergekäigu-istu kasutatakse detailide juures, mis peavad teineteise suhtes vabalt liikuma. Kergekäigu-istuga on paljud õlipumpade detailid, nagu sõrm veetavhammasratta puksis, kere võllik õlipumba puksis, õlipumba ajami võllik kronsteini puksis jne.

Lobe-istu kasutatakse erijuhtudel, näiteks detailide juures, mis töötamisel märgatavalt soojenevad. Lobe-istuga käivad klapisäärеd juhtpuksidesse.

6. Detailide valikkoostamine

Traktori- ja kombainimootorite mõningaid mehhanisme on tarvis kokku panna suure täpsusega. Selleks et mitte määrata liiga väikseid töötlemise tolerantse, pannakse niisugused mehhanismid kokku detailide valikkoostamise teel. See koostamisviis seisab järgnevas: detailid valmistatakse võimalikult suuremate tolerantsidega, seejärel aga sorteeritakse augud ja võllid mitmesse kitsamate tolerantsipiiridega mõõtegruppidesse. Mõõtegruppide arv peab aukude ja võllide jaoks olema ühesugune. Koostamisel võetakse paarisdetailid samast mõõtegrupist.

Valikkoostamist rakendatakse kolbide ja hülsside, kolbide ja kolvisõrmede kui ka kütusepumpade kolbide ja hülsside suhtes.

Vaatleme näitena mootori Д-54 kolbide ja hülsside valikkoostamist.

Mootori Д-54 kolbe ja hülsse töödeldakse koostöötavatel pindadel tolerantsiga 0,08 mm. Hülsi augu piirimõõtmed on 125,01—125,09 mm, kolvi juhtpinnal aga 124,86—124,94 mm. Kui kolvid ja hülsid monteerida mootorile ilma valikuta, siis nendevahelised lõtkud võivad kõikuda 0,07—0,23 mm piirides (väikseim lõtk 125,01—124,94=0,07 mm; suurim lõtk 125,09—124,86=0,23 mm). Montaaži tehniliste tingimustega on aga lõtkude kõikumine lubatud 0,13—0,17 mm piirides. Et lõtkud jääksid tehnilistele tingimustele vastavatesse piiridesse, sorteeritakse kolvid ja hülsid nelja mõõtegruppi ning lüüakse igale kolvile ja hülsile märk, mis näitab mõõtegruppi.

Mootori Д-54 kolbide ja hülsside mõõtegrupid

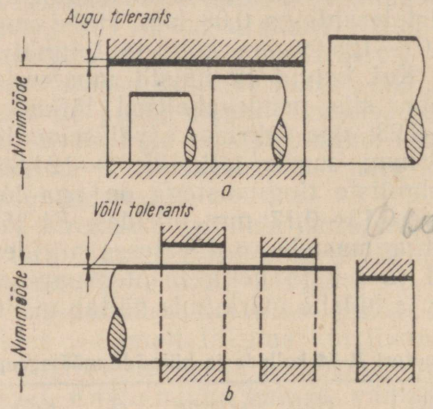
Märgid kolbidel ja hülssidel	Hülsi sisemine läbimõõt mm	Kolvi juhtpinna läbimõõt mm
Б	$125\ ^{+0,09}_{+0,07}$	$125\ ^{-0,06}_{-0,08}$
C_2	$125\ ^{+0,07}_{+0,05}$	$125\ ^{-0,08}_{-0,10}$
C_1	$125\ ^{+0,05}_{+0,03}$	$125\ ^{-0,10}_{-0,12}$
М	$125\ ^{+0,03}_{+0,01}$	$125\ ^{-0,12}_{-0,14}$

Nagu nähtub tabelist, võivad ühte gruppi kuuluvad kolvid kui ka hülsid erineda üksteisest mõõtmetelt mitte üle 0,02 mm. Kui ühendada ühte ja samasse gruppi kuuluv kolb ning hülss, siis saadakse lõtk 0,13—0,17 mm piirides. Nii näiteks on Б grupi kolvi ja hülsi ühendamisel väikseim lõtk 125,07—124,94=0,13; suurim lõtk — 125,09—124,92=0,17 mm.

7. Augu- ja võllisüsteem

Detaile võib töödelda augu- või võllisüsteemis. Augusüsteemi järgi töötlemisel võetakse aluseks kindel augu mõõde, millel on püsiva suurusega hälve. Erinevad istud

saadakse võlli piirmõõtmete muutmisega (joon. 85, *a*). Selle süsteemi puhul lubatakse hälbeid augu nimimõõtmest ainult selle suurendamise poole, s. t. nimimõõde on augu väikseimaks piirmõõtmeks. Augusüsteemi tähistatakse tähega A.



Joon. 85. Istude süsteemid:
a — augusüsteem; *b* — võllisüsteem.

Võllisüsteemi järgi töötlemisel võetakse aluseks võll, millel on püsiva suurusega hälve. Erinevad istud saadakse augu piirmõõtmete muutmisega (joon. 85, *b*). Selle süsteemi puhul lubatakse hälbeid võlli nimimõõtmest ainult selle vähendamise poole, s. t. nimimõõde on võlli suurimaks piirmõõtmeks. Võllisüsteemi tähistatakse tähega B.

Traktorite, kombainide ja põllutöömasinate detailide töötlemisel rakendatakse nii ühte kui ka teist süsteemi. On olemas ka selliseid sõlmi, millede detaile tuleb koostamistingimustest lähtudes töödelda ainult ühe süsteemi järgi. Vastavaks näiteks on ühendus: kolvisõrm — kepsupuks — kolb. Kolvisõrm peab kokkupanekul minema kolvisse väikese pinguga, kepsupuksi sisse aga väikese lõtkuga. Niisugust ühendust on võimalik saada püsiva kolvisõrme läbimõõdu puhul ainult siis, kui puksi augu läbimõõt on kolvisõrme läbimõõdust suurem, kolvisilmade läbimõõt aga väiksem. Niisugust ühendust on võimalik saavutada ainult kolvisõrme ja aukude töötlemisega võllisüsteemis.

8. Tolerantside tabelite kasutamine

Nii uute detailide valmistamisel kui ka kulunud detailide remontimisel tuleb määrata nende töötlemiseks piirhälbed, mis valitakse augusüsteemi (A) või võllisüsteemi (B) tabelitest. Hälvete valikuks on tarvis teada ühenduse nimimõõdet, istu süsteemi, täpsusklassi ja istu. Kui töötlemine toimub A-süsteemi järgi, leitakse augu ja võlli läbimõõdu hälbed augusüsteemi tabelist vastava täpsusklassi jaoks. B-süsteemi järgi töötlemisel leitakse võlli ja augu hälbed võllisüsteemi tabelist vastava täpsusklassi jaoks.

Näide. Määrata augu ja võlli töötlemise hälbed, kui on antud: ühenduse nimiläbimõõt — 40 mm, töötlemine A-süsteemi järgi, 2. täpsusklass, umb-ist.

Tabelist «Augusüsteem, 2. täpsusklass» leiame lahtrist «Nimiläbimõõdud» läbimõõdu 40 mm (asetseb läbimõõtude 30—50 mm vahel). Lahtrist «Augu hälbed» leiame antud läbimõõdu kohal alumise hälbe, mis on null, ja ülemise, mis võrdub 27 mikroniga ehk 0,027 mm.

Lahtrist «Umb-ist» leiame antud läbimõõdu kohal võlli hälbed: ülemine 35 mikronit ehk 0,035 mm, alumine 18 mikronit ehk 0,018 mm. Saadud hälbed kantakse joonisele:

augu läbimõõt $40^{+0,027}$

võlli läbimõõt $40^{+0,035}_{+0,018}$

Kontrollküsimusi

1. Mida mõistetakse detailide töötlemise täpsuse all?
2. Missugust detaili mõõdet nimetatakse nimimõõtmeks?
3. Mispärast erinevad tegelikud mõõtmed alati nimimõõtmetest?
4. Milleks on tarvis kindlaks määrata piirmõõtmed?
5. Missugune tähtsus on masinaehituses detailide asendatavusel?
6. Mida nimetatakse töötlemise tolerantsiks?
7. Mispärast on detailide töötlemisel kasulik omada võimalikult suuremat tolerantsi?
8. Missugused on piirhälbed nimimõõtmest?
9. Kuidas määrata piirmõõtmete suurust, kui on antud ülemine ja alumine hälve?
10. Kuidas tähistatakse tolerantse joonistel ja teistel tehnilistel dokumentidel?
11. Missugused täpsusklassid on kehtestatud üleliidulise standardiga?
    Mille poolest erinevad mitmesugused klassid üksteisest?
12. Tooge näiteid traktorite ja kombainide detailidest, mis valmistatakse erinevate täpsusklasside järgi.
13. Milline tähtsus on detailide töötamisel nende pinna siledusel?
14. Kuidas hinnatakse pinna sileduse määra?

15. Missuguste töötlemisviisidega on võimalik saada järgmist pinna siledust: $\nabla 1$ — $\nabla 3$; $\nabla\nabla 4$ — $\nabla\nabla 6$; $\nabla\nabla\nabla 7$ — $\nabla\nabla\nabla 9$; $\nabla\nabla\nabla\nabla 10$ — $\nabla\nabla\nabla\nabla 14$?
16. Mida nimetatakse tolerantside ja istude süsteemis «auguks» ja mida «võlliks»?
17. Mida nimetatakse istuks?
18. Mis iseloomustab liikuvaid ja liikumatuid iste?
19. Kuidas määrata suurimat ja väikseimat lõtku?
20. Kuidas määrata suurimat ja väikseimat pingu?
21. Missugused liikumatud istud on vastavas ГОСТ-is ette nähtud? Mille poolest erinevad nad üksteisest?
22. Tooge näiteid mitmesuguste liikumatute istude kasutamisest.
23. Missugused liikuvad istud on vastavas ГОСТ-is ette nähtud? Mille poolest erinevad nad üksteisest?
24. Tooge näiteid liikuvate istude kasutamisest.
25. Missuguste ühenduste kokkupanek toimub valikkoostamise põhimõttel?
26. Kuidas rakendatakse valikkoostamise põhimõtet mootorite kolvigrupi koostamisel?
27. Mis iseloomustab «augusüsteemi»?
28. Mis iseloomustab «võllisüsteemi»?
29. Määrata vastavate süsteemide tolerantside tabelite järgi piirmõõtmed järgmistele detailidele:

Ühendatavate detailide nimetus	Nimimõõde	Süsteem	Täpsusklass	Ist	Piirmõõtmed	
					suurim	väikseim
Traktor КД-35						
Jaotusvõll-jaotusvõlli hammasratas	32,00	A	2	Г		
Nookurite võlli tugipost — klapivedru	45,00	A	2	Х		
Generaatori ajami rihmaratas — generaatori ajami võll	18,00	B	2	$Г_р$		
Traktor С-80						
Juhtimishoobade sammaspuks	32	A	2	$П_р$ I_3		
Vedavratta pooltelg — viie vankri laagriliuad	80	B	3	$Ш_3$		
Otsalaagri seade tihvt — roomikuvankrite U-talad	35	B	3	$С_3$		
Traktor ДТ-54						
Vänttelg — suure juhtratta puks	75	A	3	$Х_3$		
Külgülekande karter — laagrite sambad . . .	170	A	3	$Х_3$		
Tagasilla võll	75	A	2	Н		

30. Leida kombaini C-4 trumli võlli piirmõõtmed ja töötlemise tolerants, kui on antud $\varnothing 40_{-0,17}$

31. Leida kombaini C-4 ratta rummus rull-laagri välisrõnga jaoks valmistatava augu piirmõõtmed ja töötlemise tolerants, kui on antud $\varnothing 72^{+0,008}_{-0,023}$

X PEATÜKK

MÄRKIMINE

1. Üldmõisteid

Enamik masinaosi valmistatakse sepistatud või valatud toorikutest, või siis sordimetallist. Selleks et saada toorikust nõutava kujuga detaili, eemaldatakse selle pinnalt metallikiht. Liigset metalli, mis jäetakse toorikule lõikeriistadega töötlemiseks, nimetatakse töötlusvaruks.

Et vältida vigu toorikute töötlemisel, kui valmistatakse üksikuid detaile remonditöökodade tingimustes, kantakse nende pinnale joonisele täpselt vastavad kontuurjooned. Need jooned näitavad töötlemise piire, milledeni tuleb metalli maha võtta (töötlusvaru eemaldada).

Joonte pealekandmise ja nende kärnimise operatsiooni nimetatakse märkimiseks. Detailide märkimine on töömahukas, keeruline ja vastutav töö.

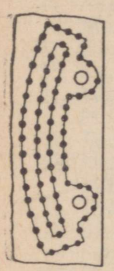
Töötlemise kvaliteet oleneb suurel määral märkimise täpsusest. Märkimise täpsus kõigub 0,25 kuni 0,5 mm piirides. Märkimisel tehtud vead põhjustavad tavaliselt praaki. Võimalik on ka vastupidine juht, kus mõnesuguste puudustega toorikut saab hoolika märkimisega ära kasutada, kui olemasolevad töötlusvarud oskuslikult ümber jaotada. Selleks et hästi märkida, tuleb hästi osata joonist lugeda ning kasutada märkimisriistu ja rakiseid.

Detailide kujust sõltuvalt kasutatakse tasapinnalist ja ruumilist märkimist.

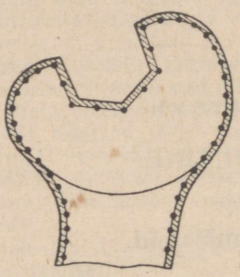
Tasapinnalist märkimist rakendatakse lamedate detailide pinnale joonte pealekandmiseks; tasapinnalise märkimise näited on toodud joonisel 86. Teostamise võtetelt on tasapinnalisel märkimisel palju ühist masinaehitusjoonestamisega. Joonestusriistade asemel aga kasutatakse

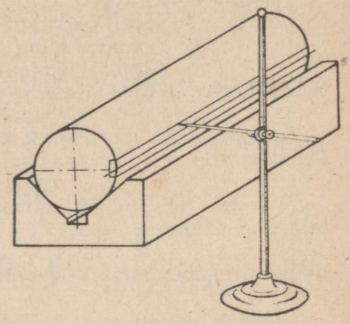
erilisi märkimise tööriistu ja joonist ennast ei kanta mitte paberile, vaid otse toorikule.

Ruumiline märkimine seisab joonte tõmbamises tooriku niisugustele pindadele, mis asetsevad üksteise suhtes



Joon. 86. Tasapinnaline märkimine.





Joon. 87. Kiilusoone märkimine (ruumiline märkimine).

mitmesuguste nurkade all. Vastavaks näiteks on kiilusoone märkimine võllile (joon. 87).

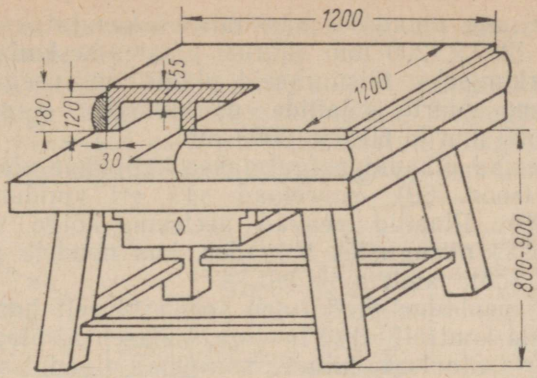
Ruumiline märkimine erineb märgatavalt tasapinnalisest märkimisest. Selle märkimisviisi raskus seisab selles, et erinevates tasapindades ja erinevate nurkade all asetsevad tasapinnad ja jooned on omavahel seotud kindla paigutusega ruumis.

Märkimist teostatakse eriliste rakiste ja tööriistade abil; märkimisel kasutatakse ka kontroll-mõõteriistu: nurgikuid, nurgamõõtjaid, nihkkaliibreid jne.

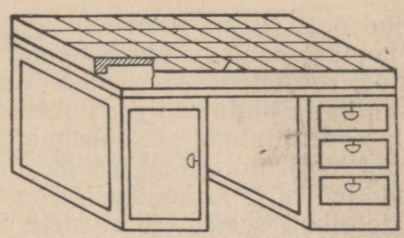
2. Märkimisel kasutatavad rakised

Märkimisplaat (joon. 88) on põhiliseks märkimisrakiseks, millele seatakse üles märgitavad detailid. Märkimisplaat valatakse hallist peeneteralisest malmist. Alumises osas on tal mitu jäikusribi, mis hoiavad ära plaadi läbipaindumise märgitavate detailide raskuse ja omakaalu mõjul.

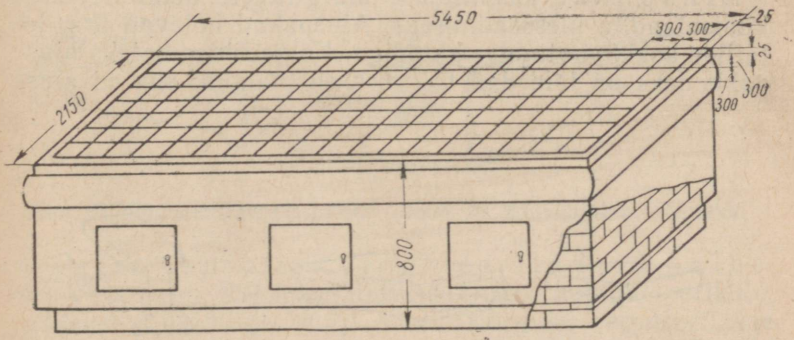
Pealmine — tööpind ja plaadi küljed töödeldakse täpselt pinkidel ja seejärel kaabitsetakse. Suurte plaatide tööpinnale valmistatakse mõnikord piki- ja ristsuunalised sooned, mis moodustavad võrdsed ruudud.



Joon. 88. Märkimisplaat.



Joon. 89. Lauale paigutatud märkimisplaat.



Joon. 90. Vundamendile paigutatud märkimisplaat.

Väiksemate detailide märkimiseks kasutatakse ruudukujulisi 1200×1200 mm suurusi plaate; keskmiste detailide märkimiseks täisnurkseid plaate suurusega 3000×4000 mm; suurte detailide märkimiseks — suurusega 4000×6000 mm ja 6000×10000 mm.

Väiksemad plaadid paigutatakse kappidele või puitlaudadele (joon. 89), suuremad aga eri vundamentidele (joon. 90). Plaadid peavad asetsema kõige valgemas ruumi osas niisugustes kohtades, kus nendele ei kandu värinaid töötavatelt pinkidelt.

Plaadi pealmine pind tuleb seada täpselt horisontaalseks, mida kontrollitakse loodiga. Väiksemad plaadid seatakse horisontaalseks kiilude, suuremad plaadid aga tungraudade või kahekordsete, kruviga varustatud kiilude abil.

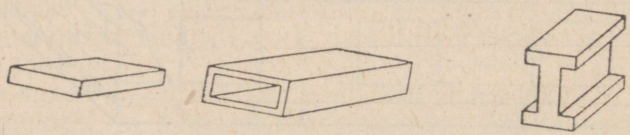
Märkimise kvaliteet sõltub suurel määral plaadi täpsusest, seepärast nõuavad plaadid kõige hoolikamat suhtumist.

1. Plaadi pind peab olema alati kuiv ja puhas. Pärast töötamist tuleb plaat harjaga üle pühkida, lapiga hoolikalt üle hõõruda, roostetamise ärahoidmiseks õliga sisse määrida ja kinni katta puitplaadiga. Vähemalt kord nädalas tuleb plaati tärpentiini või petrooleumiga pesta.

2. Märgitavaid toorikuid ei tohi mööda plaati nihutada, et mitte tekitada mõlke ja kriimustusi. Enamalt jaolt osutub kohaseks toorikud seada eri alustele või tungrauakestele.

3. Märkimisel kasutatavaid tööriistu ja rakiseid tuleb nihutada mööda plaati sujuvalt, milleks on soovitav selle tööpind sisse hõõruda grafiidipulbriga.

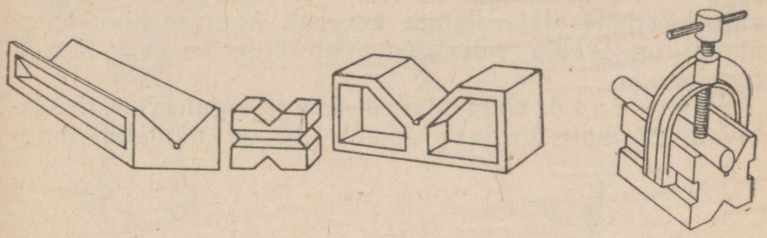
A l u s p a k k e kasutatakse märgitavate detailide märkimisplaadile ülesseadmiseks. Aluspakud hoiavad ära detailide kokkupuutumise plaadiga. Kõige lihtsamateks aluspakkudeks on lamedad täisnurksed plaadid; suured alus-



Joon. 91. Lamedad märkimise aluspakud.

pakud valmistatakse seest õõnsatena või kaksik-T-kujulistena (joon. 91).

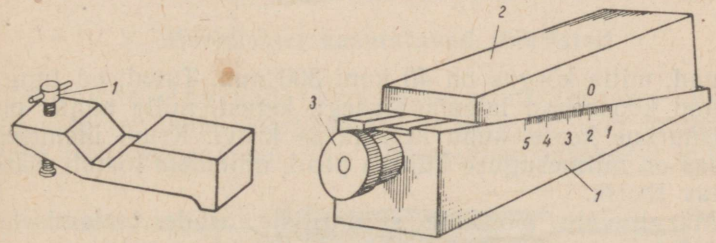
Prismakujulisi aluspakke kasutatakse silindrilise kujuga toorikute ülesseadmiseks. Niisuguste aluspakkude välis- kui ka prismakujuliste väljalõigete pinnad on täpselt töödeldud (joon. 92). Kõige rohkem kasutatakse



Joon. 92. Prismakujulised aluspakud.

aluspakke, mille pikkus on 50—250 mm, laius ja kõrgus 50—100 mm. Pikkade silindriliste toorikute ülesseadmiseks kasutatakse ühesuguse suurusega aluspakkude komplekte.

Jäikade aluspakkude üldiseks puuduseks on see, et nad ei võimalda tooriku ülesseadmisel kõrgust reguleerida, mistõttu osutub tarvilikuks valmistada palju mitmesuguse suurusega aluspakke. Sellega ongi seletatav nende piiratud kasutamine.



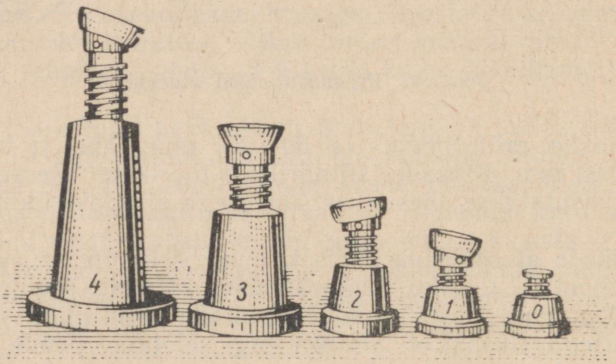
Joon. 93. Reguleeritav aluspakk. Joon. 94. Kiilukujuline aluspakk.

Prismakujulisi reguleeritavaid aluspakke (joon. 93) kasutatakse keerulise kujuga toorikute, näiteks väntvõllide märkimisel. Kõrgust reguleeritakse kruvi *1* keeramisega, millega tooriku tõstetakse või alla lastakse.

Kiilukujulised aluspakud (joon. 94) koosnevad kahest teineteise suhtes nihutatavast ja täpselt töödeldud teraskiilust *1* ja *2*.

Märgitav toorik seatakse üles kiilu *2* pealmisele pinnale. Tooriku tõstmiseks või allalaskmiseks keeratakse kiilu *1* keret läbivat kruvi *3*. Omades mitmesuguse paksusega kiilude komplekti, on võimalik reguleerida märgitavate toorikute ülesseadmise kõrgust. Alumise kiilu külgpinnal on skaala, mis võimaldab kiilu kõrgust täpselt reguleerida.

Tungrauad võimaldavad samuti reguleerida märgitavate toorikute kõrgust. Joonisel 95 on näidatud tung-



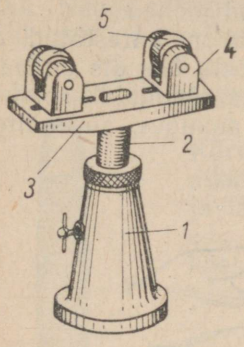
Joon. 95. Kruvitungrauad.

rauad, mille kõrgus on 40 kuni 300 mm. Tavalised tungrauad koosnevad laiema alusega kerest, mille augus on täisnurkne keere, kuhu keeratakse kruvi. Kruvi ülemises otsas on mitmesuguse kujuga pead, milledele toetub märgitav toorik.

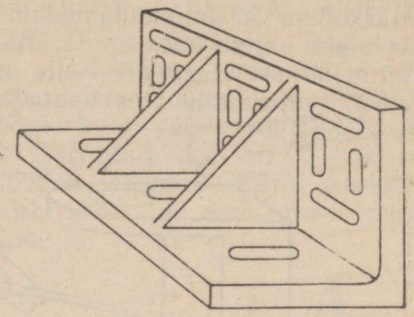
Märgitavate toorikute silindriliste osade toetamiseks kasutatakse prismakujuliste peadega tungraudu.

Rullidega tungrauad (joon. 96) ei võimalda mitte ainult reguleerida tooriku ülesseadmise kõrgust, vaid neid märkimisel ka vabalt keerata, mis on tähtis raskete toorikute märkimisel. Rullidega tungrauad koosnevad laiema alusega kerest *1*, mille keermetatud auku keeratakse kruvi *2*. Kruvi ülemisele otsale on kinnitatud plaat *3* kronsteinidega *4*, millede sees pöörlevad karasta-

tud ja lihvitud vaadikujulised rullid *5*. Rulle võib teineteisele lähendada ja teineteisest eemaldada vastavalt märgitavate toorikute suurusele.



Joon. 96. Rullidega tungraud.

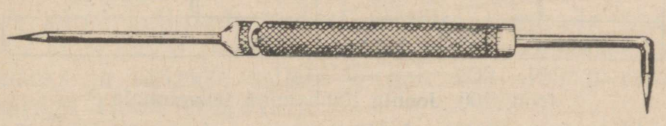


Joon. 97. Märkimisnurgik.

Nurgikud (joon. 97) valmistatakse hallmalmist. Nurgiku mõlemas küljes on mitmesuguse kujuga augud. Horisontaalse külje sees olevad augud võimaldavad kinnitada nurgikut T-kujuliste soontega varustatud märkimisplaadi külge; vertikaalse külje sees olevaid aukusid kasutatakse märgitavate toorikute nurgiku külge kinnitamiseks.

3. Märkimisel kasutatavad tööriistad

Märknõelte abil tõmmatakse jooni (kriipse) märgitavale toorikule. Märknõelad on enamalt jaolt ümmarguse ristlõikega (joon. 98). Ümmargune märknõel kuju-

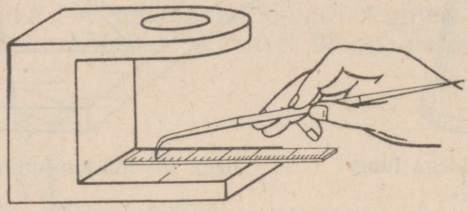


Joon. 98. Ümmargune märknõel.

tab endast 150—300 mm pikkust varrast, mille läbimõõt on 3—5 mm (umbes $^1/_{60}$ selle pikkusest).

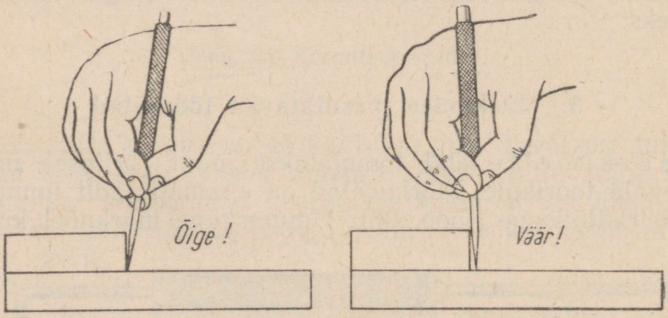
Märknõelad valmistatakse terasest У10 või У12. Nende otsad karastatakse 20—30 mm pikkuselt ja teritatakse liivakäial. Mida teravamaks on märknõel teritatud, seda selgemalt on näha selle abil tõmmatud jooned.

Märknõela keskmine jämedam osa on karestatud, et seda oleks parem käes hoida. Märknõela üks ots on painutatud 90°-se nurga all. Selle otsaga tõmmatakse jooni raskesti kättesaadavates kohtades: aukudes, süvendites jne. (joon. 99).



Joon. 99. Joonte tõmbamine süvendisse.

Märknõela kasutatakse märkjoonte tõmbamiseks samuti nagu pliiatsit, s. t. hoitakse seda paremas käes, surutakse tihedalt vastu joonlauda või nurgikut ja liikumise suunas



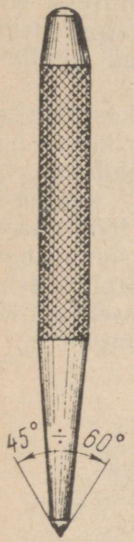
Joon. 100. Joonte tõmbamine tasapinnale.

veidi kallutades tõmmatakse jooned (joon. 100). Teistkordselt samale kohale joonte tõmbamine pole lubatud.

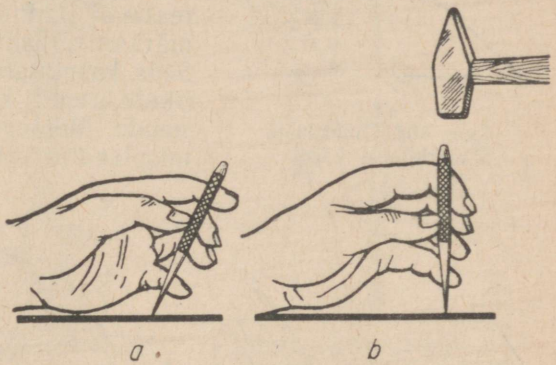
Kärni (joon. 101) kasutatakse väikeste lohkude löömiseks märkjoontele. Kärniaugud lüüakse selleks, et

märkjooned oleksid detaili töötlemisel selgemini nähtavad. Kärniaukude löömist nimetatakse kärnimiseks.

Kärnid valmistatakse süsinik-tööriistaterasest У7А või У8А. Nende töötav ots (teravik) karastatakse 20—30 mm pikkuselt ja teritatakse siis lihvimispingil, mitte aga käsitsi, 45—60° nurga all. Kärni pea ehk löögiots on töödeldud ümmarguseks, mis kindlustab, et löögid satuvad alati kärni löögiotsa keskpunkti. Kärni löögiots karastatakse 15—20 mm pikkuselt. Kärnide pikkus on 90—150 mm ja läbimõõt 8—13 mm. Kärni keskmine osa karestatakse, et seda oleks parem käes hoida.



Joon. 101. Kärn.

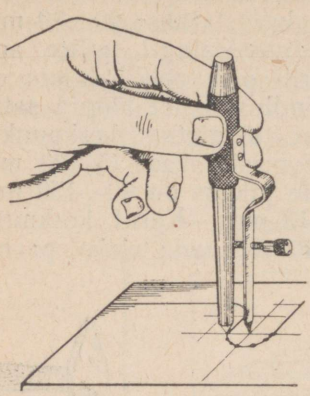


Joon. 102. Kärni kasutamine.

Kärni hoitakse vasaku käe kolme sõrmega (joon. 102, *a*) ja asetatakse teravik täpselt märkjoonele. Algul tuleb kärni kallutada endast eemale ja suruda tihedalt vastu märgitavat punkti, misjärel kärn pööratakse vertikaalseks ja lüüakse sellele kergelt 100—150 g raskuse vasaraga (joon. 102, *b*).

Kärniaukude vahekaugus sõltub märkjoonte pikkusest ja kujust: pikkadele sirgetele märkjoontele lüüakse kärniaugud 25—50—150 mm-ste vahedega, kõverikkudele aga 5—10 mm kaugusele. Ringjoontele lüüakse kärniauke nende lõikumise kohtades sirgetega.

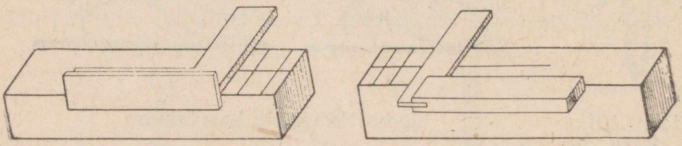
Ringjoonte, ümarduste ja üleminekute kärnimiseks, kui nende raadius ei ole suur, on käepärane kasutada joonisel 103 näidatud märkimiskärni.



Joon. 103. Ümarduste märkimise kärn.

90° nurgikuid (joon. 104) kasutatakse täisnurkade ja paralleeljoonte märkimiseks. Märkimiseks on kõige kohasemad laia alusega ehk niinimetatud tallaga nurgikud, mis seisavad kindlalt märkimisplaadil.

Rismust kasutatakse märgitavatele toorikutele horisontaaljoonte tõmbamiseks teataval kindlal kaugusel märkimisplaadi tööpinnast. Seda kasutatakse samuti toorikute asendi kontrollimiseks nende ülesseadmisel märkimisplaadile või pingile.



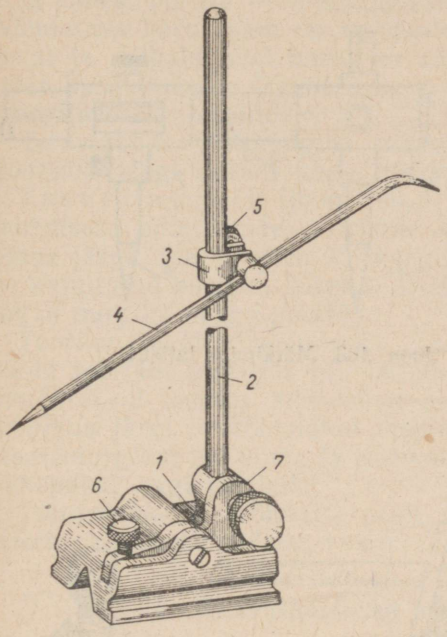
Joon. 104. 90° nurgik.

Rismuse teras- või malmalusele *1* (joon. 105) on liigendil kinnitatud sammasvarras *2*, mida mööda on võimalik nihutada klambrit *3* koos selle külge kinnitatud märknõelaga *4*. Klambrit on võimalik sammasvardale mistahes kõrgusele kinnitada mutri *5* abil. Sammasvarrast võimaldavad vajalikku asendisse kinnitada kang *7* ja kruvi *6*.

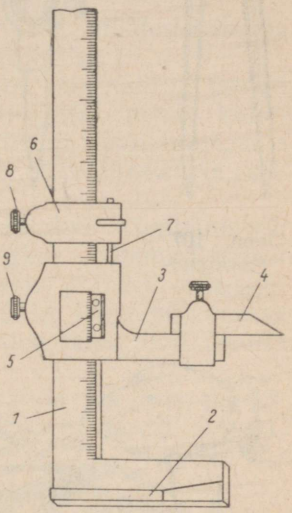
Rismus seatakse nõutavale kõrgusele mõõtejoonlaua abil. Kirjeldatud konstruktsiooniga rismuse puuduseks on

see, et märknõela pole võimalik täpselt soovitavale mõõtmele seada, mistõttu märkimine ei kujune päris täpseks.

Sammasrismust (joon. 106) kasutatakse täpsete kõrgusmõõtmete pealekandmiseks. See koosneb mõõte-



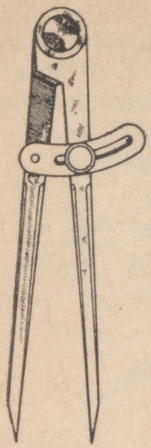
Joon. 105. Rismus.



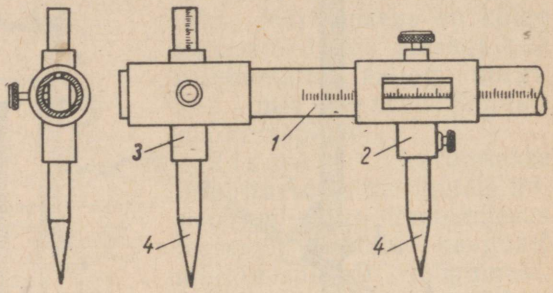
Joon. 106. Sammasrismus.

joonlauast *1*, mis on kinnitatud alusele *2*. Piki mõõtejoonlauda saab nihutada liugurit *3* koos märknõelaga *4*. Märknõela täpse mõõtuseadmise kindlustamiseks on liuguril *3* noonius *5*. Teine liugur *6* on seotud liuguriga *3* reguleerimis- (mikromeetrilise) kruvi *7* abil. Kinnitades liuguri *6* kruvi *8* abil oma kohale, seatakse mikromeetrilise kruvi *7* abil liugur *3* koos märknõelaga *4* nooniuse järgi täpsele mõõtmele ja seejärel kinnitatakse liugur *3* kruvi *9* abil väljareguleeritud kohale.

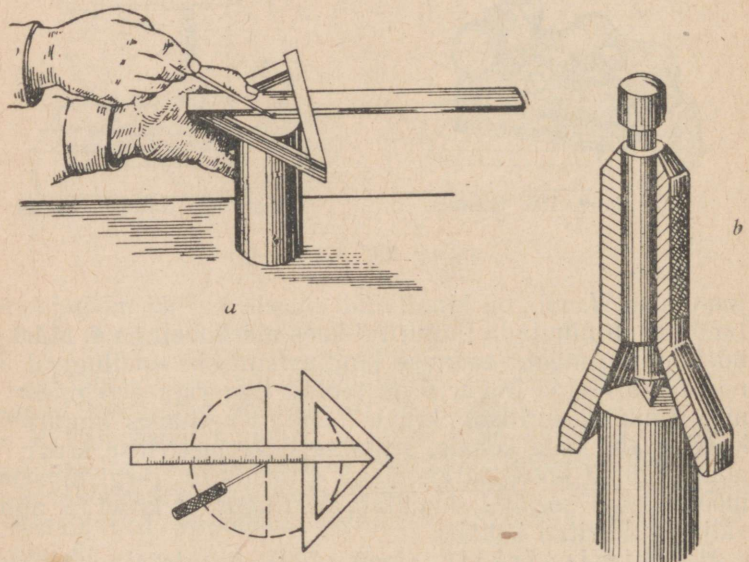
Märkimissirklit (joon. 107) kasutatakse mõõtmete ülekandmiseks mõõtejoonlaualt märgitavale toorikule ning ringjoonte tõmbamiseks.



Joon. 107. Märkimis-sirkel.



Joon. 108. Märkimise lattsirkel.



Joon. 109. Tsentri leidmise rakised:
a — tsentrinurgik; *b* — tsentrikärn.

Märkimise lattsirklit (joon. 108) kasutatakse siis, kui on tarvis tõmmata suure läbimõõduga ringjooni või mõõta suuri joonmõõtmeid.

Märkimise lattsirkel koosneb 1 mm-ste jaotustega latist *1* ja kahest harust — nihutatavast *2* ja paigalseisvast *3*. Nihutatava haru raam on varustatud nooniusega. Nihutataval ja paigalseisval harul on vahetatavad teravikud *4*, mida kasutatakse märknõeltena, s. o. joonte tõmbamiseks märgitavatele detailidele.

Teravikkude vahekaugust määratakse mõõteskaala ja nooniuse järgi samuti nagu nihkkaliibrilgi.

Tsentrinurgik (joon. 109, *a*) on ette nähtud tsentri leidmiseks silindriliste toorikute otspinnal nende küljepinna järgi. See koosneb 90° nurgikust ja joonlauast, mis on kinnitatud nurgiku külge selliselt, et joonlaua üks serv jagab nurgiku nurga pooleks.

Tooriku tsentri leidmiseks asetatakse tsentrinurgik vastu tooriku otspinda nii, et nurgiku mõlemad harud puudutaksid tooriku silindrilist pinda. Pärast seda, kui joonlaua järgi on tõmmatud otspinnale joon, pööratakse tsentrinurgikut 90° võrra ja tõmmatakse teine joon. Joonte lõikepunkt ongi tsentriks.

Tsentrilohke on võimalik peale kanda ka ilma märkimiseta, kasutades selleks tsentrikärni (joon. 109, *b*).

4. Ettevalmistused märkimiseks

Enne kui alustada tooriku märkimist, tuleb hästi tutvuda märgitava detaili joonisega ja selle töötlemise tehnoloogilise protsessiga. Tehnoloogilisele protsessile vastavalt tuleb määrata tooriku need pinnad (baasid), milledest lähtudes hakatakse määrama selle tooriku kõikide teiste pindade asendit, s. o. milledest lähtudes hakatakse märkimisel toorikule kõiki mõõtmeid peale kandma. Seejärel tuleb toorik mustusest, tagist ja vormimulla jäänustest puhastada, eemaldada kisud ja muud ebatasasused ning väliselt hoolikalt üle vaadata: kas ei leidu toorikul valuaukusid, pragusid või mahamurtud osi, kas toorik pole kaardunud jne. Eriti tähelepanelikult tuleb kontrollida töötlusvarusid. Mõõtmeid mitte-väljaandvad toorikud, kui neid pole võimalik parandada, tuleb praakida.

Tooriku suurusest sõltuvalt peab töötlusvarudeks tavaliselt jääma 2—10 mm. Tooriku kõik mõõtmed tuleb hoo-

likalt kontrollida, et pärast nõutud mõõtmeteni töötlemist ei jääks töödeldud pindadele musti kohti, millede pärast detail võib praaki minna.

Kõik märkjooned peavad olema hästi nähtavad. Selleks tuleb need kohad, kuhu tõmmatakse märkjooned, mingi värviga katta.

Töötlemata pindu värvitakse kriidilahusega. Kriidipulbrit segatakse veega kuni piima püdeluseni ja siis lisatakse veidi linaseemneõli või tisleriliimi, et kriit paremini tooriku pinnal püsiks.

Töödeldud pindade värvimiseks kasutatakse vasevitrioli lahust (klaasi vee kohta 2—3 teelusika täit vasevitrioli). Väga täpseks märkimiseks kaetakse märgitavad pinnad mitmesuguste lakkidega, mis värvuselt erinevad metallist.

Värv kantakse märgitavale pinnale lapi abil õhukese ühtlase kihina. Märkimist võib alustada ainult siis, kui värv on kuivanud.

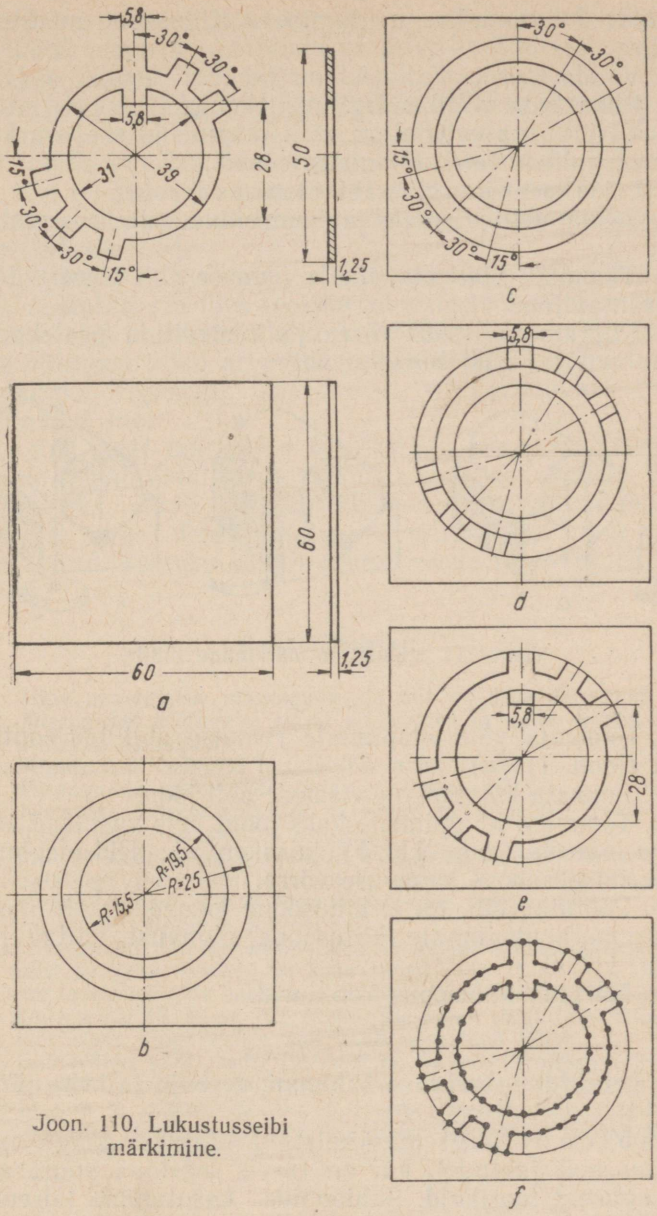
Mõõtmeid ei tohi jooniselt toorikule vahetult üle kanda. Kõigepealt tuleb peale kanda baasi asendit määravad jooned. Niisugusteks baasideks võib tasapinnalisel märkimisel võtta toorikule pealekantud telgjooned kui ka latt- või lehtmetalli servad. Algul tõmmatakse kõik horisontaaljooned, siis vertikaaljooned ja viimastena kaldjooned, ringjooned ning kaared. Pealetõmmatud märkjooned kärnitakse. Telg- ja abijooni ei kärnita.

Alljärgnevalt tuuakse näiteid tasapinnalisest ja ruumilisest märkimisest.

Näide 1 (tasapinnaline märkimine).

Kuullaagrite kinnituspukside lukustusseibi märkimine (joon. 110).

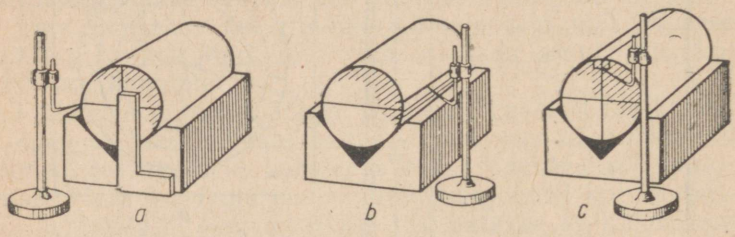
1. Valida toorik, kontrollida selle sirgjoonelisust ja vajaduse korral seda õgvendada (joon. 110, *a*).
2. Puhastada üks tasapind ja katta vasevitrioliga märgitavad kohad.
3. Tõmmata kaks telgjoont, teineteisega täisnurga all. Kärnida tsenter.
4. Saadud tsentrist tõmmata sirkliga kolm ringjoont raadiustega 15,5, 19,5 ja 25 mm (joon. 110, *b*).
5. Välja joonestada tsentraalnurgad, nagu näidatud joonisel 110, *c*.
6. Märkida välised hambad (joon. 110, *d*).
7. Märkida sisemine hammas (joon. 110, *e*).
8. Kärnida seibi kontuurid (joon. 110, *f*).



Joon. 110. Lukustusseibi märkimine.

Näide 2 (ruumiline märkimine). Kiilusoone märkimine võllile.

1. Valida toorik.
2. Puhastada võllil märgitavad kohad.
3. Värvida vasevitrioliga võlli otspind ja see osa külgpinnast, millele tuleb tõmmata jooned.
4. Leida tsentrinurgiku abil otspinna tsenter.
5. Seada võll prismale ja kontrollida selle horisontaalsust.
6. Tõmmata võlli otspinnale rismuse abil tsentrit läbiv horisontaaljoon.
7. Pöörata võlli 90° võrra ja kontrollida pealekantud joone vertikaalsust nurgiku abil.



Joon. 111. Kiilusoone märkimine võllile.

8. Tõmmata võlli otspinnale rismuse abil horisontaaljoon (joon. 111, *a*).
9. Tõmmata külgpinnale rismuse abil joon.
10. Tõmmata külgpinnale kaks joont, mis vastavad kiilusoone laiusele (joon. 111, *b*), ja pikendada neid otspinnale umbkaudselt soone sügavuse võrra.
11. Pöörata võlli, nii et kiilusoone jooned oleksid üleval, ja tõmmata otspinnale kiilusoone sügavust näitav joon (joon. 111, *c*).
12. Kärnida kiilusoone kontuurid.

5. Detailide märkimine šablooni, eeskuju ja koha järgi

Šablooni järgi märkimist kasutatakse kõige sagedamini neil juhtudel, kui on tarvis märkida suurt arvu ühesuguseid toorikuid. Šabloonide kasutamine kiirendab märgatavalt märkimist ja tõstab selle kvaliteeti.

Šablooni järgi märkimine seisab selles, et märgitavale toorikule asetatakse šabloon ja selle kontuuri järgi tõmmatakse jooned, mis hiljem kärnitakse.

Eeskuju järgi märkimist kasutatakse kulunud või murdunud detaili asemele uue valmistamisel, kui uue detaili joonis puudub. Neil juhtudel on eeskujuks vana detail. Kui on tegemist lameda detailiga, siis asetatakse see pärast hoolikat puhastamist toorikule ja tõmmatakse selle järgi märkjooned.

Neil juhtudel, kui eeskuju pole võimalik toorikule asetada, seatakse see üles tooriku kõrvale ja kantakse sellelt rismuse abil toorikule üle kõik mõõtmed. Eeskujult mõõtmete võtmisel tuleb arvestada vana detaili kulumist ning võimalikke vigastusi, kaardumist, väljaulatuvate osade murdumist jne.

Koha järgi märkimist teostatakse siis, kui ühenduse iseloom nõuab detailide koostamist kohapeal. Selleks märgitakse üks detail ja puuritakse sellesse augud; nüüd pannakse teine detail esimesele, mille järgi puuritakse teise augud. Esimene detail osutub seega teise suhtes šablooniks.

Kontrollküsimusi

1. Mida nimetatakse märkimiseks ja mis on selle ülesanne?
2. Missugused märkimise viisid on olemas ja mille poolest need erinevad üksteisest?
3. Missuguseid tööriistu kasutatakse märkimisel?
4. Missuguseid rakiseid kasutatakse märkimisel?
5. Nimetage märkimisplaatide ülesanne ja jutustage nende ehitusest ning hooldamise reeglitest.
6. Milleks kasutatakse rismust ja missugune on selle ehitus?
7. Selgitage märkimise lattsirkli ülesannet ja selle ehitust.
8. Kuidas toimub detaili ettevalmistamine märkimiseks?
9. Jutustage märkimise korrast.
10. Missugustel juhtudel kasutatakse ja kuidas toimetatakse märkimist šablooni, eeskuju ja koha järgi?
11. On tarvis märkida šabloon meislite terituse kontrollimiseks nurkadega 35, 45, 60 ja 70°. Missuguse korra järgi ja missuguste tööriistade ning rakiste abil tuleb seda tööd teha?
12. Silindrilisel võllil, mille läbimõõt on 54 mm ja pikkus 450 mm, on tarvis märkida kiilusoon, mille sügavus on 6 mm, laius 10 mm ja pikkus 70 mm. Kiilusoon asetseb võlli keskkohal (pikkuse järgi). Jutustage märkimise korrast ja selleks kasutatavatest tööriistadest ning rakistest.

METALLI RAIUMINE

1. Üldmõisteid

Raiumiseks nimetatakse lukksepaoperatsiooni, millega detaililt või toorikult võetakse lõikeriista — meisli või ristmeisli — ja löögiriista — vasara abil maha metallikihti.

Raiumist toimetatakse juhtudel, kui ei nõuta suurt töötlemise täpsust ja kui on tarvis maha võtta (maha raiuda) paksemat metallikihti detaililt või toorikult, mida pole võimalik metalli lõiketöötlemise pinkidel töödelda.

Raiumine on ebatäpne operatsioon. Raiumisel saavutatav täpsus kõigub 0,5—1,0 mm piirides. Peale selle on see operatsioon väga töömahukas ja väikese tootlikkusega, mispärast püütakse alati, kui see on vähegi võimalik, asendada raiumist tööpinkidel töötlemisega.

Raiumist kasutatakse tooriku pinnalt konarluste, kiskude ja teravate nurkade maharaiumiseks, kiilusoonte ning määrdesoonte väljaraiumiseks ning keevitamisele kuuluvate pragude kaldu lahtiraiumiseks. Peale selle kasutatakse raiumist juhtudel, kui latt- või lehtmaterjalist on tarvis teatav osa eemaldada.

Suuri detaile või toorikuid raiutakse plaadil või alasil, kuid kõige sagedamini sepakruustangide vahel. Töödeldav detail tuleb raiumiseks tugevasti kruustangidesse kinnitada.

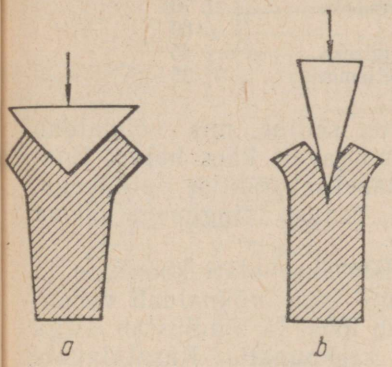
2. Raiumise tööriistad

Igal lõikeriistal — meislil, viilil, puuril, keermepuuril, hõõritsal, saelehel, lõiketeral jne. on töötavaks osaks kiil.

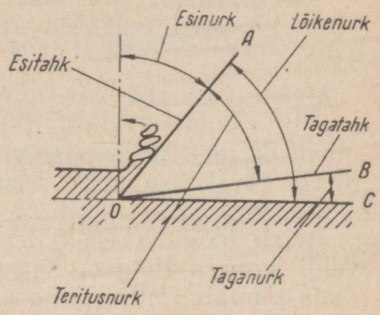
Kiilu toimet on kõige paremini võimalik jälgida lukksepameisliga töötamisel. Kiilule rakendatud välisjõu toimel lõikub see metallisse. Kiilu toime ei sõltu mitte ainult selle asendist, vaid peamiselt kiilu tippnurgast. Kui lõikeriist ei ole kiilukujuline, vaid kujutab endast prismat, siis hakkab ta metalli muljuma ja kokku suruma, kuid ei suuda seda lõigata. Kui aga samale prismale anda teritamisega tõmbi kiilu kuju (joon. 112, *a*), siis hakkab ta paremini metalli sisse tungima kui täisnurkne prisma, kuid raskemini kui terava nurgaga kiil (joon. 112, *b*).

Seda arvestades püütakse anda kiilule niisugused nurgad, et ta suudaks kõige paremini metalli sisse lõikuda.

Joonisel 113 on näidatud meisli töötamine. Tasapinda *AO* nimetatakse kiilu esimeseks lõiketahuks, tasapinda *OB*



Joon. 112. Sisselõikumise protsessi skeem ja kiilu nurgad:
a — tõmbi nurgaga kiil;
b — terava nurgaga kiil.



Joon. 113. Meisliga töötamine ja lõikenurgad.

aga tagumiseks lõiketahuks. Esitahu ja tagumise ehk tugitahu lõikumisel tekkivat teravat serva nimetatakse lõikeservaks. Esi- ja tugitahu vahelist nurka *AOB* nimetatakse teritusnurgaks. Tugitahu ja töödeldava pinna vahelist nurka *BOC*, mis hoiab ära lõikeriista hõõrdumise vastu töödeldavat detaili, nimetatakse seadenurgaks. Nurka *AOC*, mille moodustavad teritusnurk ja seadenurk, nimetatakse lõikenurgaks.

Lõikamise kergendamiseks on soovitav teha teritus- ja lõikenurgad võimalikult väiksemad. Mida väiksem on aga teritusnurk, seda vähem peab meisel vastu, s. t. seda rutem ta murdub või nürineb. Seepärast valitakse lõikenurk selle järgi, missugust metalli töödeldakse.

Meisel (joon. 114, *a*) on metalli lõiketöötlemiseks määratud käsi-lõikeriist, millel lõikejõud tekitatakse selle pihta antavate löökidega.

Meislid valmistatakse süsinik-tööriistaterasest У7А.

Meisli töötaval otsal on kiilu kuju, mis teritatakse metalli lõikamise kergendamiseks teatava kindla nurga alla.

Meisli teritusnurk valitakse vastavalt töödeldava metalli kõvadusele. Mida kõvem on metall, seda suurem on meisli teritusnurk ja vastupidi. Tavaliselt kasutatakse järgmisi teritusnurki (kraadides):

malmi ja pronksi töötlemiseks	70
terase töötlemiseks	60
vase ja messingi töötlemiseks	45
alumiiniumi ja tsingi töötlemiseks . . .	35

Meisli keskmise osa kuju on selline, mis võimaldab meislit raiumisel kindlalt ja mugavalt käes hoida. Enamasti on meislid ovaalse või kaheksakandilise ristlõikega. Meisli keskmise osa servad peavad tingimata olema silutud.

Meisli löögiots (pea) valmistatakse alati kooniline ja veidi kumera tipuga. Niisugune kuju võimaldab vähendada pindala, mille pihta satub löök, ja kindlustab seega löökide sattumise löögiotsa keskpunkti. Kasutatavate meislite pikkused on 100, 125, 150, 175 ja 200 mm.

Meisli töötav ots (tera) ja pea karastatakse ja noolutatakse: pea kuni helesinise, tera aga kuni õlgkollase värvuseni. Seejuures karastatakse meisli löögiotsa reeglina nõrgemalt, sest habras peaots hakkab vasaralöökide mõjul murenema ja murduma.

Meisli lõikeotsa (tera) karastatakse kõvaduseni 53—56 Rockwelli skaala C järgi, löögiotsa (pea) aga kõvaduseni 30—35 [1].

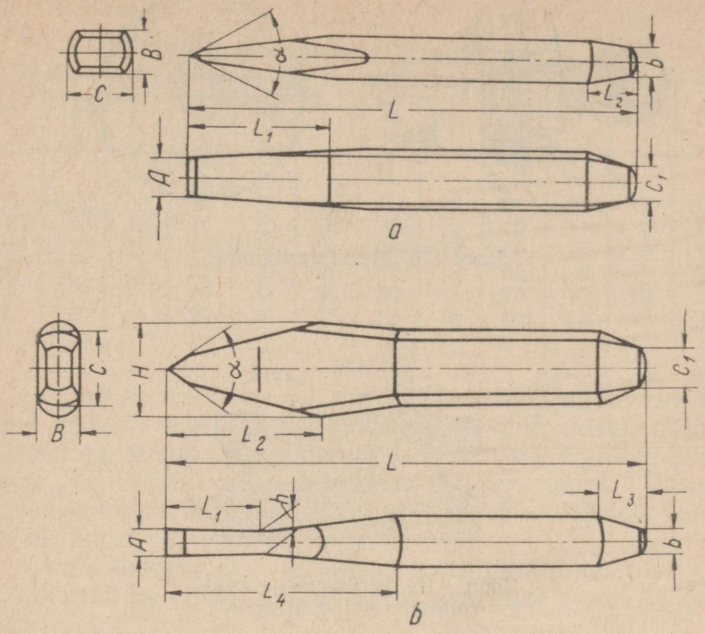
Meisli tugevuse ja vastupidavuse proovimiseks tuleb selle abil läbi raiuda kruustangide vahele kinnitatud Ст. 0 terasest latt, mille paksus on 4 mm ja laius 50 mm. Pärast niisugust prooviraiumist ei tohi meisli teral olla mõlke, murenenud kohti ega märgatavat nürinemist.

Ristmeisel (joon. 114, *b*) on kitsaste nuutide ja kiilusoonte väljaraiumiseks ning kujutab endast kitsama lõikeservaga meislit. Teritusnurgad ja muud elemendid on ristmeislil täpselt samasugused kui meislil.

Ristmeisli tera ja pea karastatakse samuti kui meislil.

Ristmeisli proovimiseks tuleb selle abil välja raiuda kiilusoon, mille sügavus on vähemalt 3 mm, laius vastab ristmeisli lõikeserva laiusele ja pikkus on 40—50 mm. Niisugune soon raiutakse terasest Ст.6 plaadi või vastava

[1] Kõvaduse märkimise viis kõvaduse proovimisel teemantkoonuse sissesurumisega vt. I peatükk, punkt 5.

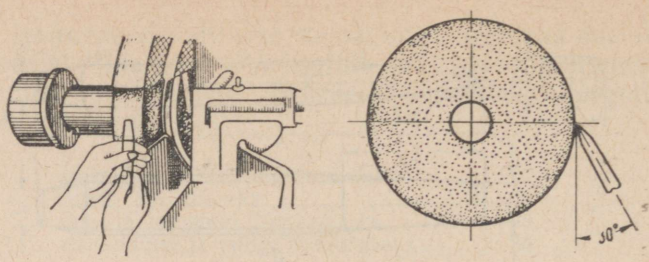


Joon. 114. Lõikeriistad: *a* — meisel; *b* — ristmeisel.

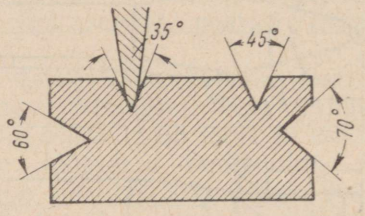
läbimõõduga varva sisse. Pärast proovimist ei tohi ristmeisli välisel tera ülevaatusel ilmneda mõlke, murenenud kohti ega nürinemise jälgi.

Meislid ja ristmeislid teritatakse tavaliste terituspinkide käial. Teritamisel hoitakse meislit nii, nagu on näidatud joonisel 115, ja kergelt peale surudes liigutatakse seda aeglaselt edasi-tagasi kogu käia laiuses.

Teritamisel tuleb eriti hoiduda meislit tugevasti vastu käia surumast, sest see põhjustaks paratamatult meisli tugeva ülekuumenemise, mille tagajärjel meisli lõikeserv kaotab oma kõvaduse. Eelistada tuleb jahutusega teritamist. Teritamise vältel tuleb meislit aeg-ajalt kord ühe ja kord teise küljega vastu käia hoida, mis võimaldab täpsemini teritada. Meisli lõiketahud peavad pärast teritamist olema ühelaiused ja meisli telgjoone suhtes ühesuguse kaldenurgaga. Meislite teritusnurka kontrollitakse



Joon. 115. Meisli teritamine.



Joon. 116. Teritusnurga kontrollimine šablooni abil.

šablooni abil (joon. 116). On lubatav lõikeserva väike kumerus (0,5—1 mm võrra), mis kergendab raiumist.

Lukksepameislite ja -ristmeislite mõõtmed on toodud tabelites 15 ning 16 (vastavalt joonistele 114, *a* ja 114, *b*).

Tabel 15

Lukksepameislid (mõõtmed mm)

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

Terasest У7А valmistatud meislite ja ristmeislite karastamiseks kuumutatakse neid kuni 780—830° ja jahutatakse seejärel vees või õlis; noolutatakse temperatuuril 160—180°.

Lukksepa-ristmeislid (mõõtmed mm)

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	23

Lukksepavasarad on löögiriistad, mida kasutatakse löökide andmiseks raiumisel, õgvendamisel, painutamisel ja teistel operatsioonidel. Vasaraid valmistatakse ühest sepistatud süsinik-tööriistaterase tükist. Vasara keskmises osas on ovaalse kujuga auk, mille kaudu vasar kinnitatakse varre otsa.

Vasara töötavateks osadeks on kiilukujuline pinn ja neljakandiline (joon. 117, *a*) või ümmargune (joon. 117, *b*) laup.

Tööde iseloomust sõltuvalt võib vasarate kaal olla mitmesugune: tööriistade valmistamisel 50, 100, 150, 200 ja 300 g, lukksepatöödel 400 ja 500 g ning remonttöödel 600 ja 800 g.

Vasara kaal valitakse tavaliselt vastav mahavõetava metallikihi paksusele ja töölise füüsilisele jõule. Loetakse, et meisli lõikeserva laiuse iga millimeetri kohta peab tulema 40 g vasara kaalu, ristmeisli puhul aga — 80 g lõikeserva laiuse 1 mm kohta.

Lööke mõjutab märgatavalt vasara asend varre otsas.

Vasarate varred valmistatakse kõvadest puiduliikidest (tamm, kask, akaatsia, pihlakas, vaher jne.).

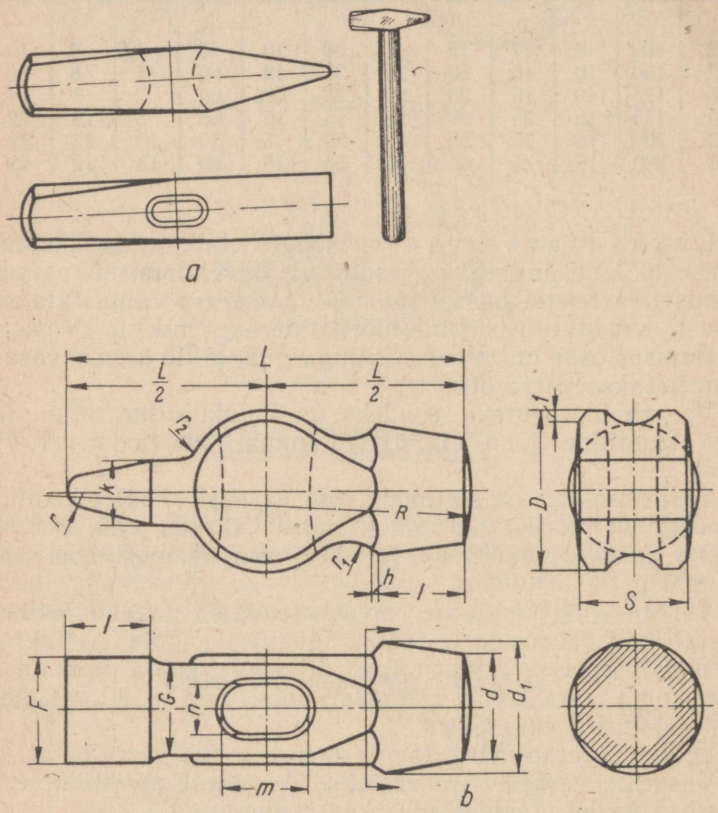
Varte puitmaterjal peab olema ilma okste ja pragudeta ning pind ilma kühmude ja konarusteta, sest need võivad töötamisel käe villi hõõruda.

Ristlõikes on vars ovaalne. Varre pikkus valitakse vastav töölise küünarvarre pikkusele ja vasara kaalule. Keskmistel vasaratel peab varre pikkus olema 250—325 mm, väikestel 200—260 mm ja rasketel vasaratel 380—400 mm.

Vars valmistatakse koonilisena: käega haaratav ots

valmistatakse 1,5 korda jämedam sellest otsast, kuhu pannakse vasar.

Pärast vasara otsapanekut lüüakse varre otsa sisse tisleriliimiga määritud puit- või metallkiil, mis on varus-



Joon. 117. Lukksepavasarad:
a — neljakandilise laubaga; *b* — ümmarguse laubaga.

tatud väljatulemist takistavate kiskudega. Õigesti otsa panduks loetakse niisugust vasarat, mille vars moodustab vasara telgjoonega täisnurga.

Tabelis 17 on toodud lukksepavasarate mõõtmed (vastavalt joonisele 117, *b*).

Tabel 17

Lukksepavasarad (mõõtmed mm)

Kaal g	d	L	D	S	d_1	l	k	F	G
200	20	80	28	21	24	16	12	21	19
300	24	90	34	24	29	19	14	24	21
400	26	100	36	26	31	21	16	26	23
500	28	105	39	28	33	22	17	28	25
600	30	110	42	30	36	24	18	30	27
800	32	120	45	32	40	26	20	32	29

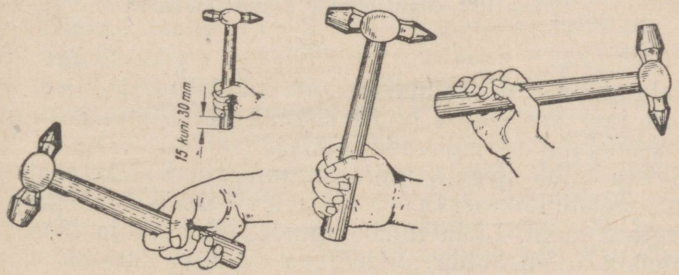
Kaal g	r	r_1	r_2	n	m	i	h	R
200	2,5	9	6	10	20	1,0	1,2	200
300	3,0	9	6	12	25	1,0	1,5	210
400	3,0	10	7	12	25	1,2	1,6	220
500	3,0	10	7	15	30	1,2	1,7	230
600	3,5	10	7	15	30	1,5	1,8	250
800	3,5	12	8	18	32	1,5	2,0	265

3. Raiumise praktika

Õiged töötulemused ja töötootlikkus sõltuvad suuresti töövõtetest.

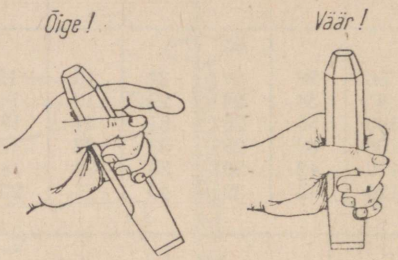
Ettemärgitud toorik kinnitatakse tugevasti kruustangidesse nii, et see ei nihkuks kohalt ka meislile tugevate löökide andmisel.

Vasarat hoitakse parema käega 15—30 mm kaugusel varre vabast otsast. Pöial hoitakse seejuures esimesel sõrmel (joon. 118).

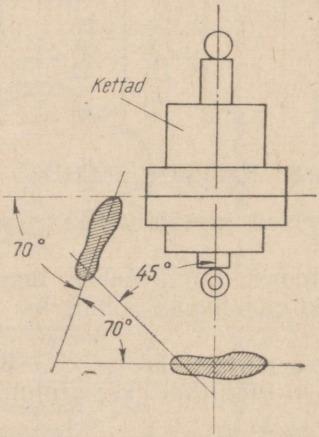


Joon. 118. Vasara hoidmine.

Meislit hoitakse vasaku käega (joon. 119) 20—25 mm kaugusel peast (löögiotsast). Vasak käsi peab ainult hoidma meislit kindlas asendis ilma suurema pingutuseta, s. t. ei ole tarvis meislit tugevasti pigistada.



Joon. 119. Meisli hoidmine.



Joon. 120. Õige jalgade asend raiumisel.

Jalgade asend raiumisel on näidatud joonisel 120; vasak jalg asetatakse poole sammu võrra ette 70° nurga all kruustangide mokkade suhtes.

Seista tuleb sirgelt, mitte kummargil. Vaade peab jälgima meisli lõikeserva, et raiumine toimuks mööda ettemärgitud joont. Lüüa tuleb tugevalt, kindlalt ja täpselt.

Meislit tuleb hoida töödeldava pinnaga 30—35° nurga all, lõikeserv aga peab asetsema sellel joonel, mida

mööda kavatsetakse metallikihti maha võtta. Väiksema kaldenurga puhul hakkab meisel libisema, mitte aga lõikama, kuna suurema kaldenurga puhul hakkab meisel metalli sisse tungima ja tekivad suuremad konarused.

Töötootlikkus ning mahavõetava metallikihi paksus ja sügavus sõltuvad:

1) töölise löögijõust;

2) vasara kaalust: mida raskem on vasar, seda suurem on löögijõud ja vastupidi;

3) vasara varre pikkusest: mida pikem on vars, seda suurem on löögijõud, kuid pikad varred ei ole töötamiseks käepärased, mispärast pikkus ei tohi ületada 380—400 mm;

4) löögi täpsusest, s. o. vasara lauba keskpunktiga meisli pea keskpunkti tabamisest;

5) löökide sagedusest, normaalselt 45 kuni 60 lööki minutis.

Raiumise kvaliteeti mõjutab suuresti vasaralöökideks hoovõtu viis; hoovõtt võib toimuda randmest, küünarnukist või õlast. Randmest hoovõtt toimub käelaba liikumise arvel; küünarnukist hoovõtu puhul antakse lööke käe liigutamisega küünarnukist saadik; õlast hoovõtu puhul võtavad löögiandmisest osa käelaba, küünarnukk ja õlg. Õlast hoovõtu puhul on löök kõige tugevam.

Raiumise tootlikkus sõltub ka ühe töökäiguga mahavõetava metallikihi paksusest. Kogemused näitavad, et paksu metallikihi mahavõtmisel (3 mm ja üle selle) edeneb töö märksa halvemini: tööline väsib, töödeldud pind aga saadakse ebatasane ja kare. Õhema metallikihi mahavõtmisel (0,5—1 mm) edeneb töö märksa kiiremini, tööline ei väsi nii ruttu ja detaili pind saadakse siledam. Seepärast teostatakse kõik raiumise operatsioonid mitme, enamalt jaolt kahe töökäiguga. Algul toimub jäme eelraiumine, misjuures võetakse maha 1,5—2 mm paksune metallikiht, seejärel aga kergete vasaralöökidega ja hästi terava meisliga võetakse lõplikult maha 0,5—1 mm paksune kiht.

Raiumisel tuleb silmas pidada järgmisi reegleid.

1. Habraste metallide raiumisel (nagu malmvalandid, pronks) tuleb hoiduda detaili serva lahtimurdmisest, kui raiumisega lähenetakse sellele servale. Selleks on soovitav valmistada detailile enne raiumist igasse külge faasid, mis 0,5—1 mm võrra jäävad eemale servast, või siis raiuda servadelt keskkoha poole.

2. Sitkete metallide (vask, pehme teras) raiumisel on soovitav pühkida meisli lõikeserva aeg-ajalt masinaõlis niisutatud lapiga või siis jahutada meislit seebiveega. Habraste metallide korral meislit ei määrita.

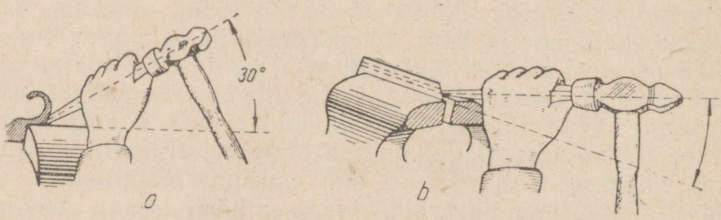
3. Raiumise lõpul tuleb lüüa kergemini.

4. Raiumise näited

Lattmaterjali raiutakse kruustangide vahel kas mokkade tasapinnal või neist kõrgemal asetsevate märkjoonte järgi.

Kui metalli raiutakse mokkade tasapinnal, pigistatakse materjal kruustangide vahele tugevasti nii, et maharaiutav serv asetseks mokkadega paralleelselt ja 1,5—2 mm võrra neist kõrgemal. Meisel asetatakse kruustangide mokkade suhtes 30° nurga alla (joon. 121, *a*). Pärast esimese metallikihi mahavõtmist seatakse töödeldav detail ümber nii, et ta jääks 1,5—2 mm võrra kruustangide mokkadest kõrgemale, raiutakse maha järgmine kiht ja jätkatakse selliselt raiumist niikaua, kuni kogu ettemärgitud kiht on maha raiutud.

Märkjoonte järgi raiumine on raskem. Detailile tõmmatakse kõigepealt märkjooned ja raiutakse 45°-ne faas, mis hõlbustab meisli ülesseadmist detailile. Detail kinnitatakse kruustangide vahele nii, et märkjooned jääksid nähtavaks (joon. 121, *b*). Raiumiseks kasutatakse mitut töö-

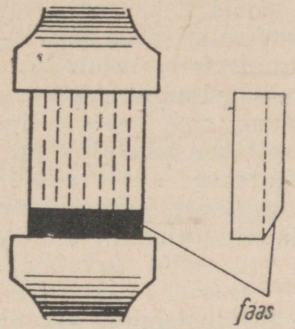


Joon. 121. Raiumise näiteid:
a — raiumine kruustangide mokkade tasapinnal;
b — raiumine märkjoonte järgi.

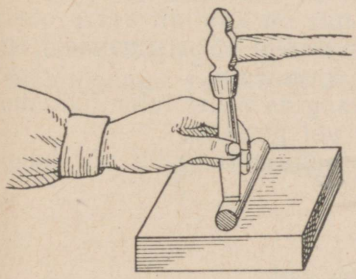
käiku. Iga töökäiguga mahavõetava metallikihi paksus on 1—1,5 mm; viimasena teostatakse siluvraiumist, võttes maha 0,5 mm paksuse laastu.

Laiu pindu raiutakse samasuguste võtetega ja ainult

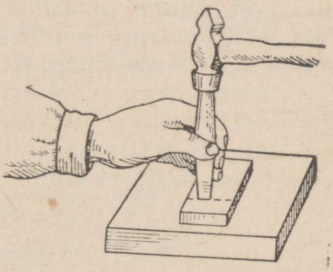
selle vahega, et pärast detaili serva faasimist raiutakse kõigepealt ristmeisliga kitsad sooned sisse (joon. 122), seejärel aga raiutakse meisliga soonte vahele jäänud kõrgemad kohad maha.



Joon. 122. Laiade tasapindade raiumine.



Joon. 123. Ümarmaterjali tükeldamine.



Joon. 124. Lattmaterjali tükeldamine.

Pärast kõrgemate kohtade maharaiumist toimetatakse lõplik siluvraiumine. Niisugune raiumisviis (soonte etteraiumine laiadel pindadel) hõlbustab ja kiirendab märgatavalt raiumise protsessi.

Ümarmaterjal tükeldatakse plaadil. Tükeldatavale ümarlatile tõmmatakse ringjoon, mis näitab katkiraiumise kohta. Latt asetatakse plaadile, meislit aga hoitakse vertikaalselt (joon. 123). Meisli pihta antavate kergete vasaralöökidega tehakse kõigepealt ringi ümber lati täkked,

seejärel aga, pöörates latti iga tugeva löögi järel, raiutakse see läbi. Pärast sügavat sisseraiumist on võimalik eraldatavat tükki lahti murda.

Lattmaterjali tükeldamisel (joon. 124) raiutakse seda algul ühelt poolt poole paksuseni, siis pööratakse lati teine külg ja raiutakse sisse ka teiselt poolt.

Paksemat lehtmaterjali raiutakse plaadil, õhemat lehtmaterjali aga kruustangide vahel — ainult mokkade tasapinnal.

Raiumiseks märgitakse lehele kõigepealt väljaraiutav kontuur ja alustatakse siis raiumist kontuurjoonest 2—3 mm võrra kaugemalt. Pärast kontuuri väljaraiumist toimetatakse lõplik siluvraiumine 2—3 võttega.

5. Ohutustehnika raiumisel

Metalli raiumisel tuleb täita järgmisi ohutustehnika reegleid:

1. Töötada ainult korrasoleva vasaraga, millel ei tohi olla lahtikillunenud kohti ja mis on kindlalt varre otsas.
2. Mitte kasutada nürisid meisleid või ristmeisleid ega selliseid, milledel löögiots on killunenud.
3. Metalli raiumisel kruustangide vahel tuleb töölauale tingimata asetada kaitsevõrk või puitkilp.
4. Meisli teritamisel kasutada kaitseprille või käiale kinnitatud kaitseekraani.

Kontrollküsimusi

1. Mida nimetatakse raiumiseks ja millal seda kasutatakse?
2. Selgitage lukksepameisli ja ristmeisli ülesannet ja ehitust.
3. Missugune on vasarate ülesanne, nende konstruktsioon ja iseärasused?
4. Missuguseid vasaraid kasutatakse raiumisel ja kuidas neid valitakse?
5. Millest sõltub raiumise edukus?
6. Missugustest reeglitest tuleb raiumisel kinni pidada?
7. Jutustage raiumise viisidest ja nende iseärasustest.
8. Missugustest ohutustehnika reeglitest tuleb raiumisel kinni pidada?

METALLI LÕIKAMINE

1. Üldteadmisi

Metalli lõikamine erineb raiumisest selle poolest, et siin on löögijõud asendatud survejõuga.

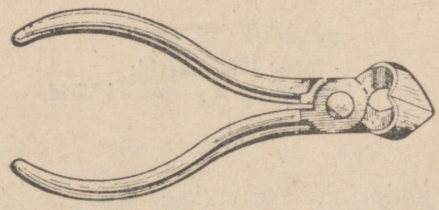
Metalli lõikamist kasutatakse juhtudel, kui on tarvis metallitükist mingit osa eraldada, peale selle ka nurkade, kujundite ja soonte väljalõikamiseks ning torude lõikamiseks.

Detailide ja toorikute kujust ning mõõtmetest sõltuvalt võib lõikamine toimuda mitmesuguste tööriistadega.

Peent traati lõigatakse lõiketangidega, lehtmaterjali käsi- või pukk-kääridega, suurema ristlõikega latt- ja ümarmaterjali käsisaega, suure ristlõikega materjali aga mehaanilise saega. Torusid lõigatakse torulõikuritega.

2. Lõikamiseks kasutatavad tööriistad

Lõiketangid (joon. 125) on ette nähtud kuni 5 mm läbimõõduga pehme terastraadi lõikamiseks. Lõiketange



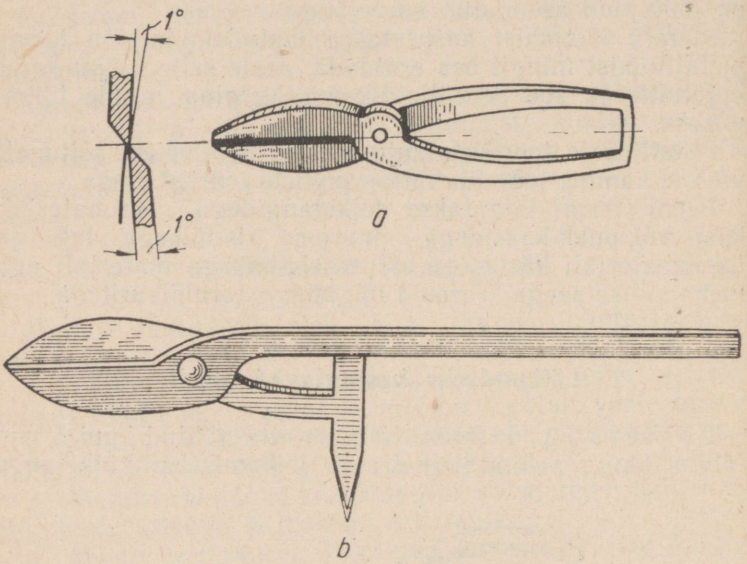
Joon. 125. Lõiketangid.

valmistatakse süsinik-tööriistaterasest У7 ja У8. Nad koosnevad kahest kaarekujulisest hoovast-käepidemest, mis lõpevad karastatud ja teritatud mokkadega. Lõikemokkade laius on 26, 30, 36 ja 40 mm, kuna lõiketangide kogupikkus sõltuvalt mokkade laiusest on 125, 150, 175 ja 200 mm.

Lõikamise protsess seisab selles, et traat asetatakse vasaku käega mokkade vahele ja käepidemeid parema käe sõrmede ja peopesa vahel kokku pigistades tekitatakse surve ja lõigatakse traat läbi.

Käsikääre (joon. 126, *a*) kasutatakse kuni 0,5 mm paksuse lehtmaterjali lõikamiseks. Neid valmistatakse terasest У7 ja У8. Lõikemokad on karastatud, teravaks teritatud ja lihvitud.

Käsikääride pikkus on 200—300 mm, lõikemokkade pikkus aga 50—100 mm.



Joon. 126. Käärid:
a — käsikäärid; *b* — pukk-käärid.

Lõigatav materjal asetatakse kääride lõikeservade vahele ja lõikamist toimetatakse parema käe kõikide sõrmedega kääride käepidemeid kokku pigistades.

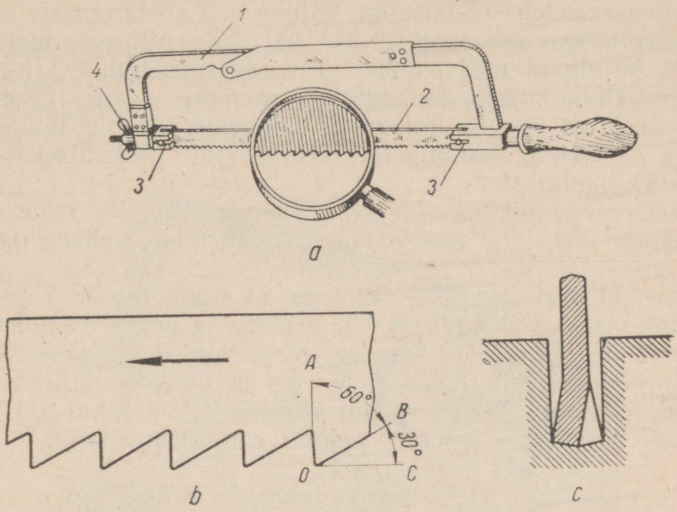
Pukk-kääre (joon. 126, *b*) kasutatakse kuni 5 mm paksusega lehtmaterjali lõikamiseks. Ühe haru ots on teise haru suhtes 90° all ära keeratud ja see kinnitatakse kindlalt töölauale või lüüakse mingi muu jäiga aluse sisse. Kääride käepideme pikkus on 400—800 mm, lõikemokkade pikkus aga 100—300 mm.

Lõigatakse sirgele pikemale harule käega vajutades.

Kääridega lõikamise protsessi tootlikkus on kõige suurem järgmistel tingimustel: 1) kui kääride lõikeservad on

õigesti teritatud; 2) kui lõikeservade tasapindade vahel ei ole lõtku, mis tekib kääride kahte haru ühendava liigendi kulumisest; 3) kui kääride lõikeservi määritakse perioodiliselt masinaõliga.

Kääride halva töötamise tunnuseks on materjali murenemine, mõlgid ja ebatasane lõige.



Joon. 127. Käsisaag.

Käsisaage (joon. 127, *a*) kasutatakse paksude lehtede, latt-, ümar- ja profiilmaterjali lõikamiseks. Käsisaag koosneb saeraamist *1*, mille sisse on kinnitatud saeleht *2*. Saeleht kujutab endast pikka õhukest riba, mis on valmistatud süsinik-tööriistaterasest ja mille servale on lõigatud hambad. Hambaid karastatakse selliselt, et saelehe muu osa jääks pehmeks. Saelehe hammas kujutab endast lõiketera, mille teritusnurk on 60° ja seadenurk 30° (joon. 127, *b*). Et vähendada saelehe küljepindade hõõrdumist vastu lõigatavat materjali, on hambad ühele ja teisele poole räsatud (joon. 127, *c*).

Suurte hammastega saelehtedel on hambad räsatud vaheldumisi: üks hammas painutatakse paremale, teine aga vasakule.

Peente hammastega saelehtedel räsatakse hambad laineliselt: 2—3 hammast vasakule, 2—3 hammast paremale. Keskmiste hammastega saelehtedel on räsamine järgmine: üks hammas vasakule, teine paremale, kolmas jäetakse räsamata jne.

Saelehed valmistatakse süsinik-tööriistaterasest У8, У9 ja У10 mitmesuguste hammaste sammuga — 14 kuni 32 hammast saelehe pikkuse iga 25 mm kohta. Hammaste suurus valitakse vastavalt lõigatava materjali omadustele, selle kujule ja mõõtmetele. Kõvade materjalide (teras, malm) lõikamiseks kasutatakse saelehti, mille 25 mm pikkusel on 16—18 hammast; õhukeste lehtede lõikamiseks — 24—32 hammast; lattmaterjali lõikamiseks — 22—24 hammast.

Saelehtede pikkus (saelehe aukude tsentrite vahekaugus) on 250—350 mm, laius 12—15 mm, paksus 0,6—0,8 mm.

Saeleht asetatakse oma otstega saeraami peade *3* sisselõigetesse. Seejärel pistetakse saelehe ja peade aukudesse tihvtid ja tiibmutrit *4* keerates pingutatakse saelehte. Saelehte ei tohi üleliia pingutada ega ka lõdvaks jätta, kuna esimesel juhul võib ta ruttu murduda, teisel juhul hakkab ta aga painduma ja võib seetõttu samuti murduda.

3. Käsisaega töötamise võtted

Käsisaega töötamisel on tarvis:

1. Valida lõigatavale materjalile (selle kõvadusele, mõõtmetele ja kujule) vastav saeleht.
2. Asetada saeleht raami nii, nagu on näidatud joonisel 127, *a*.
3. Kinnitada lõigatav metall kindlalt kruustangide vahele.
4. Hoida saeleht töötamisel horisontaalses asendis (lõiketasapinnaga ühtivas asendis). Töötamise ajal ei tohi käsisaagi kiigutada. Töötada tuleb kiirusega 30—60 käiku minutis. Käsisaagi tuleb liigutada sujuvalt, ilma järskude tõugeteta.
5. Suruda käsisaele ainult selle edasilükkamisel (töökäigul); tagasikäigul metalli lõikamist ei toimu (tühikäik).
6. Lõikamise lõpul vähendada käsisaele surumist.
7. Vältida lõikamisel saelehe soojenemist. Et vähendada saelehe hõõrdumist vastu lõigatava detaili seinu, on

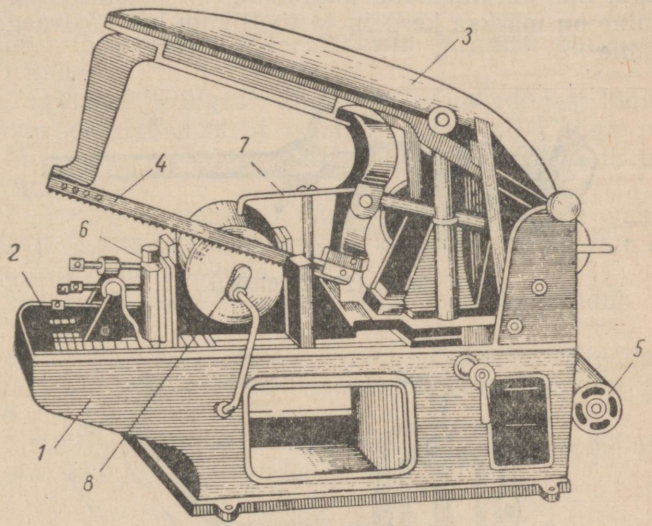
soovitav määrida aeg-ajalt saelehte mineraalõli või paksu rasvaga.

8. Saelehe viltu kiskumisel tuleb selles kohas lõikamine lõpetada ja alustada lõikamist uuest kohast või vastasküljelt.

4. Mehaanilised saed

Mehaaniline saag kujutab endast erilaadilist metalli lõiketöötlemise pinki.

Mehaaniline saag (joon. 128) koosneb malmkerest *1*, mis on valatud ühes tükis töölauaga *2*. Kere kohal asetseb



Joon. 128. Mehaaniline saag:
1 — kere; *2* — töölaud; *3* — kronstein; *4* — saeleht; *5* — elektrimootor; *6* — masinakruustangid koos detailiga; *7* — jahutusvedeliku toru; *8* — tugi.

kronstein *3*, mille külge on kinnitatud saeleht *4*. Kronstein koos saelehega saab edasi-tagasi liikumise elektrimootorilt *5*.

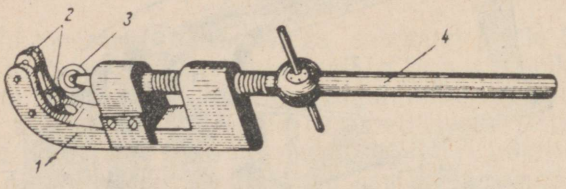
Lõigatav materjal kinnitatakse masinakruustangide vahele *6*.

Lõikamise vältel kuumeneb saeleht hõõrdumisest tugevasti, mispärast mehaanilistel saagidel toimub lõikamine alati jahutusega. Jahutusvedelikuks on enamalt jaolt eriline seebilahus (emulsioon), mida juhitakse lõikekoha juurde erilise toru 7 kaudu.

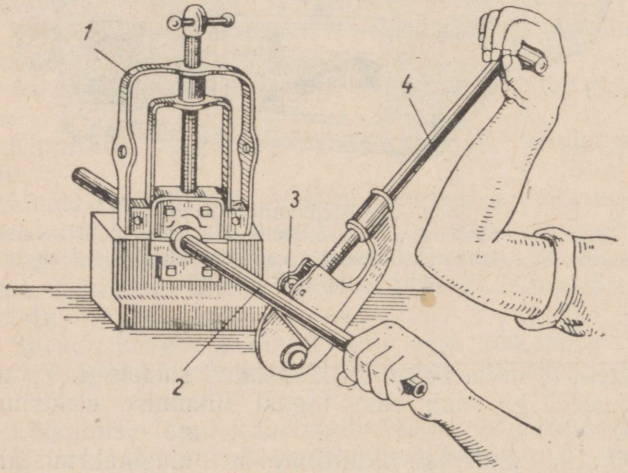
Mehaaniliste saagide tootlikkus on märksa suurem kui käsisaagidel.

5. Torude lõikamine

Torude lõikamine toimub tavaliselt eriliste torulõikuritega, mis kindlustavad puhta lõike. Torulõikuritega lõikamine on märksa kergem ja tootlikum kui käsisaega lõikamine.



Joon. 129. Torulõikur.



Joon. 130. Toru lõikamine.

Torulõikur (joon. 129) koosneb kerest *1*, käepidemest *4* ja kolmest teraskettast (lõiketerast). Kaks ketast *2* istuvad kere külge liikumatult kinnitatud telgedel ja võivad nendel pöörelda, kuna kolmas ketas *3* asetseb käepideme külge kinnitatud teljel ja võib samuti sellel pöörelda.

Lõigatav toru kinnitatakse torukruustangidesse *1*, misjärel torulõikur asetatakse torule *2* (joon. 130). Torulõikurit ringi ümber toru keerates ja lõikeketast *3* käepideme *4* abil järk-järgult lähemale surudes toimubki toru lõikamine.

Jahutusvedelikuna tuleb kasutada õli või emulsiooni.

6. Ohutustehnika metalli lõikamisel

Metalli lõikamisel on tarvis täita järgmisi ohutustehnika nõudeid.

1. Tugevasti ja õigesti kinnitada saelehed, sest lõdvalt kinnitamisel võib saeleht raamist välja tulla, liiga pingule tõmmatult aga murduda, mille tagajärjel võib tööline viga saada.
2. Lõigatav materjal kinnitada kruustangide vahele tugevasti ja kindlalt, kuna nõrga kinnituse puhul võib see töölise jalgadele kukkuda.
3. Mitte töötada käsisaega, mille käepide puudub või on lõhki.
4. Lõikamise lõpul tuleb survet käsisaele vähendada ja mahalõigatavat osa kinni hoida, et see ei kukuks jalgadele.
5. Metallipuru ei tohi suuga lõikesoonest välja puhuda, kuna see võib silma sattuda.

Kontrollküsimusi

1. Missugused metalli lõikamise viisid on olemas ja missugustel juhtudel neid kasutatakse?
2. Selgitage käsisae ülesannet ja ehitust.
3. Missuguse ehitusega on saelehe hambad; millest lähtudes ja kuidas valitakse saelehte?
4. Selgitage käsisaega metalli lõikamise korda.
5. Kuidas ja missuguste tööriistadega lõigatakse torusid?
6. Selgitage torude lõikamise korda.
7. Missugune ülesanne on mehaanilistel saagidel?
8. Loetlege ohutustehnika eeskirju metalli lõikamisel.

METALLI VIILIMINE

1. Üldmõisteid viilimisest

Metalli viilimine on lukksepatööde kõige levinumaid operatsioone ja kujutab endast metalli lõiketöötlemise viisi lõikeriistaga, mida nimetatakse viiliks. Viilide abil annab lukksepp detailidele nõutava kuju ja mõõtmed, sobitab detailid üksteisega, valmistab detailide servi keevitamiseks ette ja teeb teisi töid.

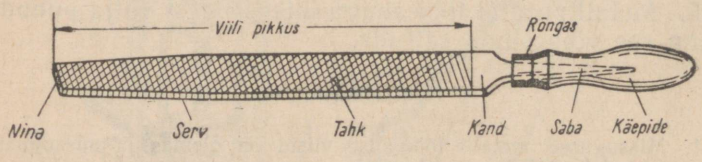
Viili abil tehtavate tööde tähtsamateks liikideks on:

1) üksiku tasapinna viilimine;
2) kokkukäivate tasapindade viilimine;
3) nõgusate ja kumerate kõverjooneliste pindade viilimine;
4) aukude viilimine.

Viili abil töötlemine võimaldab saada detailide täpsust kuni 0,05 mm, üksikutel juhtudel aga kuni 0,02 ja isegi kuni 0,01 mm.

2. Viilide liigid

Viil kujutab endast termiliselt töödeldud (karastatud) terasliistu selle tööpindadele raiutud hammastega, mille



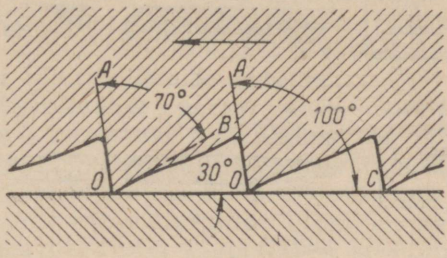
Joon. 131. Viil.

abil on võimalik töödeldavalt detaililt peent laastu maha võtta. Viili üldine kuju ja selle osade nimetused on toodud joonisel 131.

Viilisid eristatakse:

1) ristlõike kuju järgi;
2) suuruse järgi;
3) raide kuju ja suuruse järgi.

Hammaste kuju on näidatud suurendatult joonisel 132. Töödeldava pinna kujust sõltuvalt kasutatakse mitmesuguse ristlõikе kujuga viile.



Joon. 132. Viili hambad.

Tasapindade töötlemiseks kasutatakse lameviile (joon. 133, *a*); kumerate ja nõgusate pindade töötlemiseks — poolümmargusi viile (joon. 133, *b*).

Neljakandiliste aukude ja soonte viilimiseks kasutatakse neljakandilisi viile (joon. 133, *c*), nurkade viilimiseks aga kolmekandilisi viile (joon. 133, *d*).

Ümmargusi viile (joon. 133, *e*) kasutatakse ümmarguste aukude ja väikese läbimõõduga kõverjooneliste üleminekute viilimiseks.

Kitsastes kohtades metalli viilimiseks kasutatakse rombikujulise ristlõikega (joon. 133, *f*) ja noakujulisi (joon. 133, *g*) viile.

Pikkuse ühe jooksva cm kohta tulevate hammaste arvu järgi jagunevad viilid kuude klassi.

1. klass — jämeviilid, milledel tuleb pikkuse 1 cm kohta 6—10 hammast (jäme raie);

2. klass — peenviilid, milledel tuleb pikkuse 1 cm kohta 12—24 hammast (peen raie);

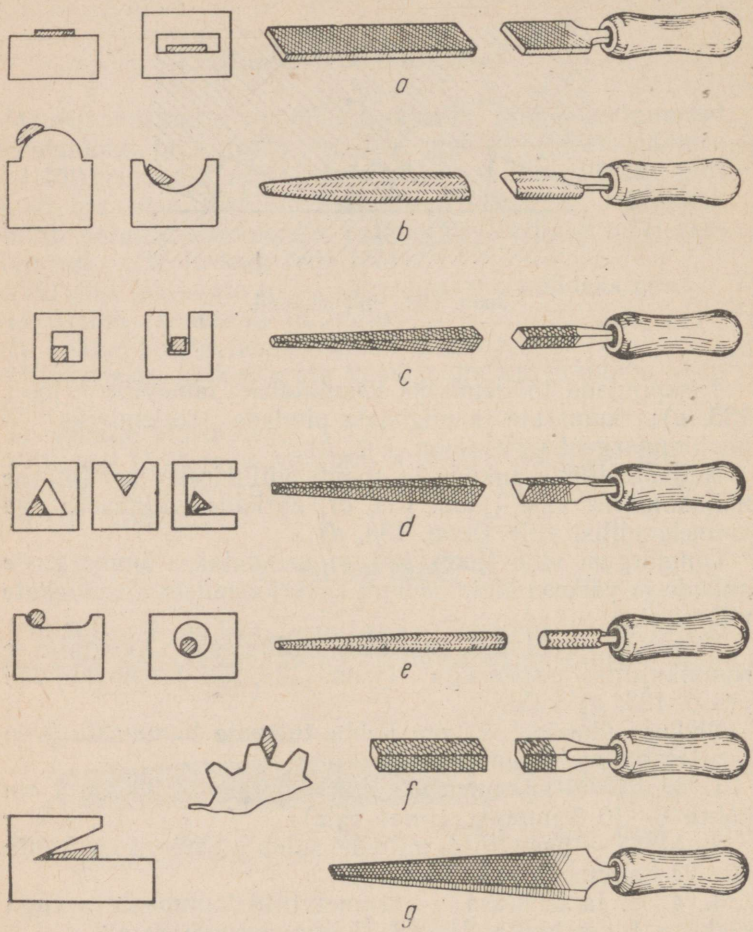
3., 4., 5. ja 6. klass — sametviilid hammaste arvuga pikkuse 1 cm kohta 24—28 (kõige peenem raie).

Viilid võivad olla ühekordse või kahekordse ehk ristraidega.

Jämeviilisid kasutatakse detaililt paksu metallikihi mahavõtmiseks.

Suuremaid neljakandilisi viile, mis on kumerate külgpindade ja jämedate hammastega, nimetatakse koorimisviilideks.

Suurte hammastega koorimis- ja jämeviilid võimaldavad maha võtta ühe töökäiguga suurt laastude (viilmete)



Joon. 133. Viilide liigid:
a — lameviil; *b* — poolümmargune viil; *c* — neljakandiline viil; *d* — kolmekandiline viil; *e* — ümmargune viil; *f* — rombikujuline viil; *g* — noakujuline viil.

hulka ja on järelikult suurema töötootlikkusega. Koorimisviilid annavad aga väga kareda pinna ja neid kasu-

tatakse ainult väga paksu metallikihi mahavõtmiseks. Jämeviilidega töötamise puuduseks on see, et nendega pole võimalik saada siledat pinda.

Selleks et vähendada väikese tootlikkusega käsitsitöid, piiratakse alati jämeviiliga mahavõtmiseks jäetavat töötlusvaru kuni 0,7—1 mm. Suurem osa võetakse tavaliselt maha metalli lõiketöötlemise pinkidel.

Peenviile kasutatakse pärast seda, kui suurem osa mahaviilimisele kuuluvast metallikihist on jämeviili abil juba kõrvaldatud. Peenviiliga mahavõtmiseks jäetakse metallikiht, mille paksus ei ületa 0,3—0,5 mm.

Sitkete ja pehmete materjalide (seatina, babiit, fiiber, puit jne.) jämeviilimiseks kasutatakse igasuguse raidega viile, mida nimetatakse raspliteks.

Töödeldava detaili pikkusest sõltuvalt kasutatakse sellele vastava pikkusega viile. Viilide pikkus, milleks loetakse ainult raietatud osa pikkust, kõigub 100 kuni 450 mm piirides.

Viili pikkuse valikul peetagu silmas, et viili pikkus peab ületama töödeldava pinna pikkuse ligikaudu 150—200 mm võrra.

3. Viilide käsitsemise reeglid ja nende hooldamine

Kui viili ettevaatlikult käsitseda ja õigesti hooldada, peab viil palju kauem vastu.

Mahavõetava laastu mõjul murduvad viili hambad välja või nad kuluvad, s. o. kaotavad oma lõikevõime. Viil seega järk-järgult kulub.

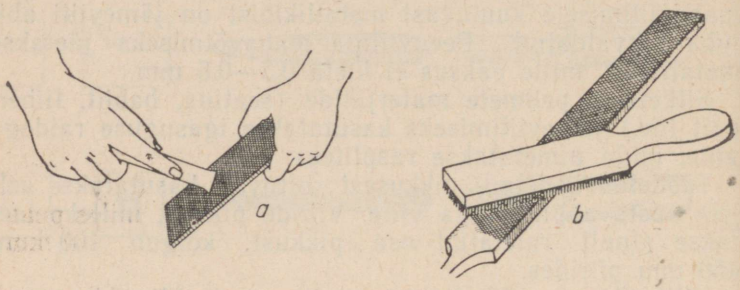
Peale selle koguneb viili hammaste vahele peent viilipuru, mis raskendab viiliga töötamist ja kriimustab töödeldavat pinda.

Peale normaalse kulumise võivad viilid hooletu käsitsemise tagajärjel enneaegselt kõlbmatuks muutuda, mis suurendab viilide kulu.

Et pikendada viilide teenistuskestust, on tarvis neid hoida ka väiksemate löökide eest, mis võivad vigastada nende hambaid. Viile tuleb hoida puitalustel ja jälgida seejuures, et nad omavahel kokku ei puutuks. Malmdetaili kooriku või tagiga kaetud sepise viilimine põhjustab viili hammaste kiiret kulumist. Selle vältimiseks tuleb koorikuga või tagiga kaetud detailid kõigepealt üle raiuda või smirgelkäial üle käiata ja alles siis alustada viilimist.

Viile tuleb hoida vee või niiskuse eest, et vältida nende roostetamist. Niisketes ruumides töötamisel tuleb viili hoida roostetamise eest õlitamisega. Töötamise vältel, kui hambavahed täituvad viilmetega, tuleb neid aeg-ajalt puhastada. Selleks kasutatakse terasharju või erilisi puhastajaid.

Puhastada tuleb piki raiet (joon. 134).



Joon. 134. Viili puhastamine viilmetest:
a — puhastuslabidakesega; *b* — terasharjaga.

Uue jämeviili teenistuskestuse pikendamiseks tuleb seda algul kasutada pehmete materjalide (pronks, messing) viilimiseks ja alles seejärel üle minna kõvemate materjalide (teras, malm) töötlemisele. Väga kõva terast ja malmi pole üldse soovitav jämeviiliga viilida. Sellistel juhtudel tuleb kasutada peenviile.

Nürinenud viile ei visata ära, vaid need kogutakse kokku ja saadetakse ümberraiumisele või keemilisele töötlemisele, mille abil on võimalik taastada hammaste lõikevõimet.

4. Viilipeade otsapanek

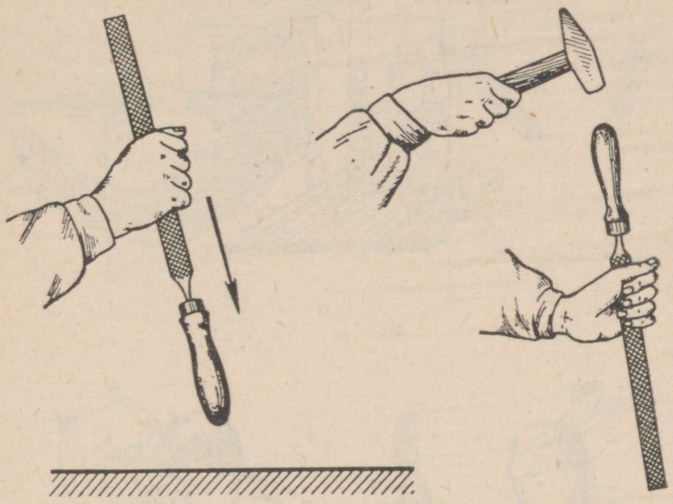
Selleks et viili oleks töötamisel parem hoida, kinnitatakse viili sabale sileda pinnaga puidust pea. Pea pikkus peab olema poolteist korda pikem viili sabast.

Et vältida pea lõhenemist viili sabale otsalöömisel, puuritakse sellele eelnevalt sisse pikisuunaline auk ja lüüakse pea samale otsale võru.

Peasse puuritava augu läbimõõt ei tohi olla suurem

viili saba keskmise osa laiusest, augu sügavus aga peab vastama saba pikkusele.

Pea otsapanek võib toimuda ainult kahel viisil, mis on näidatud joonisel 135. Pärast otsapanekut peab pea võru viili rantidest jääma 15—18 mm kaugusele, et hiljem oleks võimalik käepidet veel kindlamalt kinnitada.



Joon. 135. Käepideme otsapanek.

Kuna lukksepp hoiab viiliga töötamisel pead tihedalt peos, peab pea pind olema sile, et vältida peopesa villi hõõrdumast.

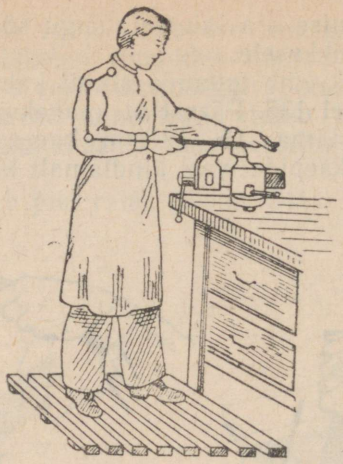
Kategooriliselt on keelatud töötada viiliga, mille pea on lõhki või on traadiga kinni seotud.

See võib ühelt poolt põhjustada peopesa villi hõõrumist, teiselt poolt aga, kui pea peaks viili otsast ära tulema, võib viili saba vasaku käe survel järsku üles kerkida ja töötajat vigastada.

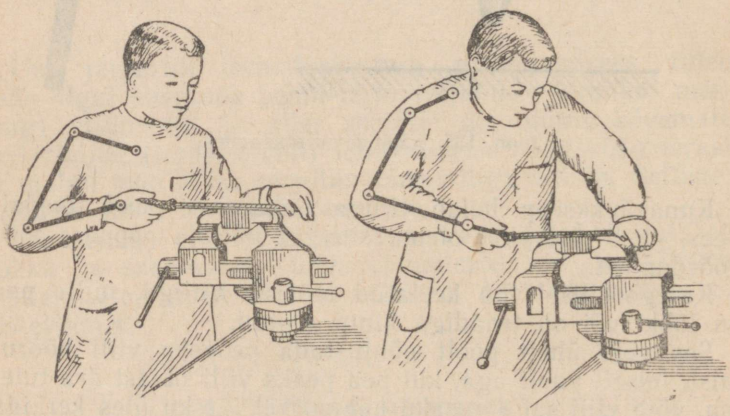
5. Viilimine

Viilimiseks kinnitatakse detail kruustangide vahele, mis on üles seatud lukksepa töölauale.

Et soodustada õigeid viilimise võtteid, vähendada väsivust ja tõsta seega töötootlikkust, peab kruustangide ülesseadmise kõrgus vastama töötaja kasvule.

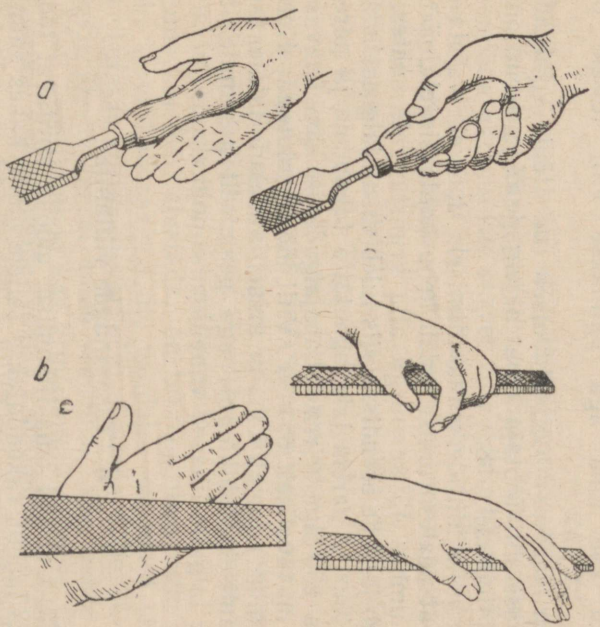


a

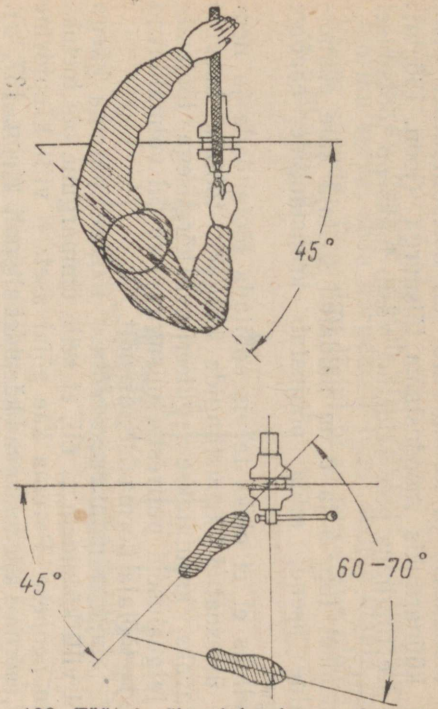


b *c*

Joon. 136. Lukksepa asend viilimisel: *a* — kruustangide õige kõrguse puhul; *b* — kruustangide asetsemisel normaalsest kõrgemal; *c* — kruustangide asetsemisel normaalsest madalamal.



Joon. 137. Viili hoidmine:
a — parema käe asend; *b* — vasaku käe asend.



Joon. 138. Töötaja õige jalgade asend ja kehahoiak.

Kõige suurema tootlikkusega viilimist võimaldab töötaja järgmine asend: kui käelaba on asetatud kruustangide mokkadele ja küünarvars on horisontaalne, peab käsi küünarnukis moodustama täisnurga (joon. 136, *a*). Kui see tingimus pole täidetud, väsib lukksepp töötamisel kiiresti.

Joonisel 136, *b* ja *c* on näidatud töötaja käte ebanormaalne asend, mida põhjustab kruustangide ebaõige kõrgus.

Selleks et ei oleks tarvis sobitada töölaudade ja nendele ülesseatud kruustangide kõrgust töötaja kasvule vastavaks, kasutatakse reguleeritava kõrgusega töölaudu või jalgealuseid puitreste; niisugused restid võimaldavad tagada töötaja normaalset asendit.

Töötamise alustamiseks võtab tööline parema käega kinni viili käepidemest nii, et selle ümmargune ots toetuks vastu peopesa. Parema käe pöial asetseb viili käepideme peal, sõrmed aga haaravad käepidet altpoolt (joon. 137, *a*). Viil asetatakse töödeldavale detailile horisontaalselt, vasaku käe laba aga pannakse viili teisele otsale (joon. 137, *b*).

Suur tähtsus töötootlikkusele on töötaja jalgade ja keha asendil. Töötaja keha ja jalgade õige asend on näidatud joonisel 138.

Õhukeste kihtide mahaviilimisel, kui ei vajata eriti tugevat pealesurumist, tuleb keha hoida sirgelt, pöörates selle umbes 45°-se nurga alla kruustangide suhtes. Mis puutub jalgade asendisse, siis tuleb vasak jalg asetada töölaua juurde, parem jalg aga jätta tahapoole ja paremale umbes 250 mm võrra. Labajalgade keskjoonte vaheline nurk on tavaliselt 60—70°. Viili töökäigul (endast eemale lükkamisel) toetub keha peamiselt vasakule jalale, tagasitõmbamisel (tühikäigul) aga peamiselt paremale jalale, nii et jalgade lihased vaheldumisi puhkaksid.

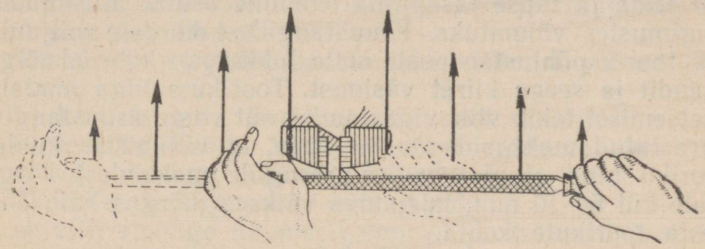
6. Tasapindade viilimine

Selleks et viil oma liikumisel mööda viilitavat toorikut võtaks laastu, rakendatakse sellele jõudu kahes suunas.

Üks jõud surub viili vastu toorikut, teine aga paneb viili edasi-tagasi liikuma. Vastusurumine toimub mõlema käega, vaheldumisi kummagi käe surve muutmisega sõl-

tuvalt viili asendist toorikul. Viili edasilükkamine ja tagasitõmbamine toimub ainult parema käe jõul; vasak käsi lasub viili kaugemal otsal, surudes viili vastu toorikut.

Mida kaugemale ulatub viili kaugem ots töökäigul üle tooriku serva, seda nõrgemalt tuleb sellele otsale vasaku käega suruda. Töökäigu lõpul peab see surve olema hoopis väike (joon. 139).



Joon. 139. Viilile surumise jõu reguleerimine viilimisel.

Tühikäigu lõpul, kui käepidemega viili ots on jõudnud toorikust kõige kaugemasse asendisse, tuleb vastupidiselt vähendada parema käe survet viili sellele otsale. Reguleerides sel viisil kogu aeg survet viilile, taotletakse rangelt horisontaalse tasapinna saamist ilma servi madalamaks viilimata.

Viili tuleb vastu detaili suruda ainult töökäigul (endast eemale lükkamisel). Tagasikäigul peab viil mööda töödeldavat pinda ainult libisema (ilma surveta).

Mida jämedam on töö, seda suurem peab olema töökäigul surve. Sel määral, mida enam aga suurenevad nõuded viilimise siledusele ja täpsusele ning väheneb töötlusvaru, tuleb survet viilile vähendada.

Enne kui tööd alustada, on tarvis kruustangid ja kõik tööks tarvilikud rakised üle vaadata ja ainult siis, kui need leitakse korras olevat, võib alustada viilimist. Kruustangide ülevaatamisel tuleb veenduda, kas nende mokad on hästi kinnitatud ja kas kruustangid ei kiigu töölaual.

Tooriku kruustangide vahele seadmisel ja rihtimisel jälgitakse, et see ei saaks viilimisel rakendatavate jõudude toimel oma asendit muuta. Kui toorik muudab oma asendit, siis alaneb töötlemise täpsus.

Seoses sellega, et lukksepal on rohkem kogemusi viili liigutamiseks horisontaaltasapinnas, kinnitatakse toorikud kruustangide vahele nii, et viilitavad tasapinnad asetseksid paralleelselt kruustangide mokkadega. Kui seda ei tehta, siis pole tagatud tingimused, mis võimaldaksid lukksepal õigesti töötada.

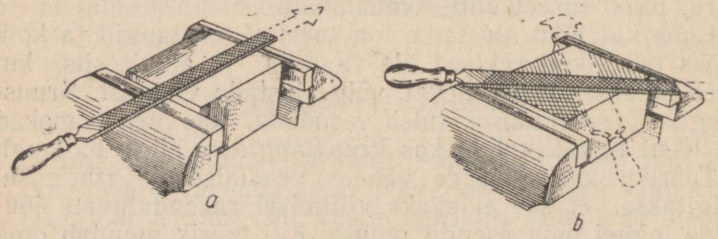
Toorikud, eriti õhukesed, ei tohi kruustangidest kõrgele välja ulatuda. Vastasel korral hakkavad nad viilimisel värisema ja täpse tasapinna saamine osutub niisugustes tingimustes võimatuks. Kruustangidest kõrgele väljaulatuv toorik põhjustab peale selle lukksepa käte ebaõiget asendit ja seega kiiret väsimist. Toorikute liiga madalal asetsemisel tekib viili vigastamise oht vastu kruustangide karastatud mokkasid. On soovitav, et viilimisele kuuluv tooriku pind ei ulatuks kruustangide mokkadest kõrgemale kui 5—10 mm, kusjuures väiksem kõrgus käib õhukeste toorikute kohta.

Kui väikesi detaile töödeldakse suure viiliga, siis ei kasutata ära selle töötava osa kogu pikkust. Peale selle kaotab lukksepp suure raske viiliga väikese pinna viilimisel tasakaalutunde, mis raskendab saavutada täpset tasapinda. Teiselt poolt alandab ülemäära väikese viili kasutamine töötootlikkust ja väsitab töötajat kiiremini, sest teatava metallikihi mahavõtmiseks tuleb teha viiliga rohkem lükkeid. Normaalseks viilimise tempoks on 40—60 kaksikliigutust minutis.

Töötootlikkust alandab ka peenviili kasutamine koorimistöödeks, sest jämeviiliga edeneb koorimine kiiremalt.

Tasapindu viilitakse tavaliselt detaili lühema külje suunas.

Viili liikumise suund ja ühes sellega ka viirude paigutus



Joon. 140. Viili liikumise suunad.

võib olla kas pikisuunas (joon. 140, *a*) või ristamisi (joon. 140, *b*).

Pikiviirudega töötamisel on raske saada siledat pinda, mispärast tuleb viilimise vältel muuta viili liikumise suunda.

Ristamisi viilimisel on töötamise vältel võimalik jälgida ka viili õiget liikumist. Kui varemalt pealekantud viirud kattuvad viili liikumise suuna muutmisel, siis tähendab see, et viili asend toorikul on õige ja tasapinna servad pole madalamaks viilitud.

Tasapinna servade madalamaks viilimist võivad põhjustada:

a) kruustangide terasmokkade nõrk kinnitus;
b) tooriku ebaõige kinnitus kruustangide vahele;
c) viili ebaõige hoidmine töötamisel;
d) keha ebaõige asend töötamisel;
e) viili ebaõige balansseerimine ja halvasti jaotatud surve viilile selle mitmesugustes asendites tooriku suhtes.

Viilimise vältel kontrollitakse töödeldava pinna tasapinnalisust, kasutades selleks kontrolljoonlauda.

Joonlaua valimisel tuleb arvestada kontrollitava pinna pikkust, millest joonlaud peab pikem olema (vt. VIII peatükk).

Viilitud pinna tasapinnalisust kontrollitakse vastu valgust. Selleks võetakse detail kruustangide vahelt välja ja hoitakse seda silmade kõrgusel. Joonlaud tuleb kätte võtta keskkohast ja asetada kontrollitavale pinnale.

Kui valguspilu joonlaua ja kontrollitava pinna vahel on kitsas ja ühtlane, siis on tasapind rahuldavalt töödeldud. Joonlauda tuleb kõikidel juhtudel hoida vertikaalselt ja terava servaga vastu kontrollitavat pinda.

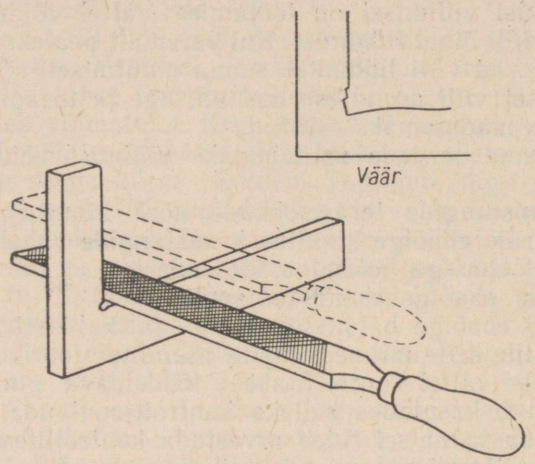
Joonlaua kulumise vältimiseks ei tohi seda mööda metalli nihutada; teise kohta paigutamisel tuleb see iga kord kontrollitavalt pinnalt üles tõsta.

7. Täisnurga all asetseva tasapinna viilimine

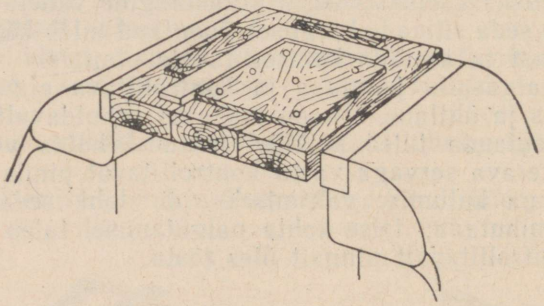
Täisnurga all asetsevate tasapindade viilimisel tuleb algul üks nendest, niinimetatud baasi-tasapind, hoolikalt töödelda ja siis sellele teine tasapind täisnurga alla sobitada. Baasi-tasapinnaks valitakse tavaliselt suurem tasapind.

Sisemise nurga sobitamine viilimise teel 90° nurga alla on seotud teatavate raskustega.

Tuleb olla väga ettevaatlik, et mitte riivata viiliga nurga teist külge. Parem on selleks kasutada viile, mille külgpind on raieta (joon. 141).



Joon. 141. 90° nurga all asetsevate tasapindade viilimine.



Joon. 142. Õhukeste detailide kinnitamine kruustangide vahele puitklotsi abil.

8. Õhukeste detailide viilimine

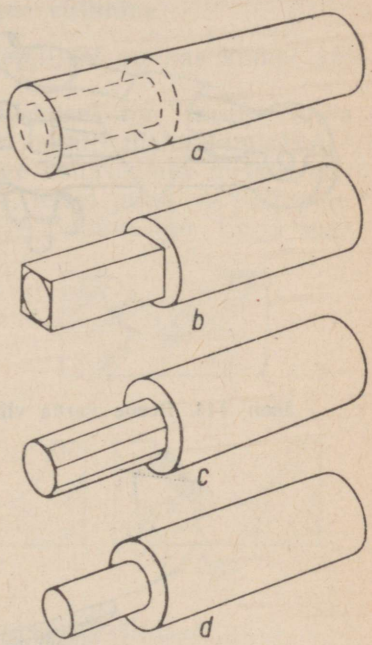
Õhukeste detailide tasapindade viilimine toimub sisuliselt samasuguselt nagu paksudelgi. Vahe seisab ainult

selles, et õhukesi detaile on raske vahetult kruustangide vahele liikumatult kinnitada.

Õhukesed detailid kinnitatakse puitklotsile liistude abil, mis asetsevad detaili ümbermõõdul, ja kinnitatakse klotsi külge naeltega. Klots kinnitatakse kruustangide vahele (joon. 142). Seejuures tuleb jälgida, et töödeldavad detailid oleksid kindlalt kinnitatud, s. o. ei saaks kohalt nihkuda ja et nende detailide töödeldav pind asetseks horisontaalselt.

Ebakindla kinnituse puhul hakkab töödeldav detail kohalt nihkuma ega võimalda viilida küllaldase tootlikkuse ja täpsusega.

Töödeldav pind peab üles seatama horisontaalselt, sest vastasel korral ei saaks tööline teha horisontaalseid lükkeid, mis oleks vastuolus tasapindade viilimise põhireeglitega.



Joon. 143. Silindrilise varva peenemaks viilimise järjekord.

9. Silindrilise varva viilimine

Silindrilise varva peenemaks viilimine toimub järgmiselt (joon. 143).

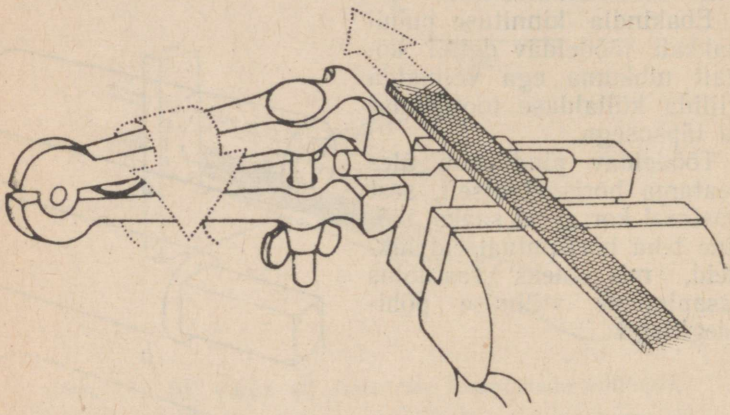
Silindriline toorik (joon. 143, *a*) viilitakse algul neljakandiliseks (joon. 143, *b*), kusjuures ruudu külg peab jääma soovitavast läbimõõdust kahekordse töötlusvaru võrra suuremaks. Seejärel viilitakse ruudu servad maha, mille juures saadakse kaheksatahukas (joon. 143, *c*); servi uuesti maha viilides saadakse kaheksatahukast kuusteiststahukas.

Järgneva töötlemisega püütakse saada nõutava läbimõõduga silindrilist varba (joon. 143, *d*). Suurem osa liigset metalli (kuni nelja- või kaheksatahuka saamiseni)

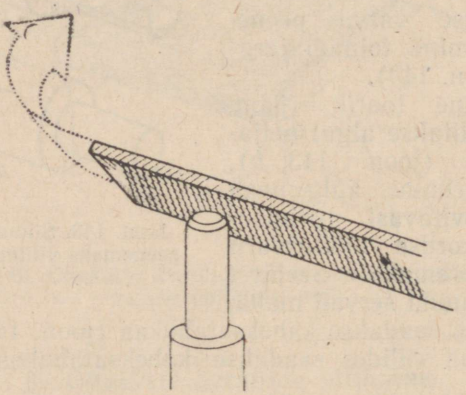
tuleb maha võtta jämeviiliga, kaheksatahuka üleviilimisest alates aga peenviiliga.

Õige silindri väljaviilimine hulktahuka tahkude arvu järk-järgulise suurendamise teel on väga vaevanõudev töö.

Viilimise tulemusi kontrollitakse välistastri või nihkkaliibriga mitmes kohas; nii pikisuunas kui ka igas ristlõikes on tarvis teha vähemalt kolm mõõtmist.



Joon. 144. Peene varda viilimine käsikruustangide vahel.



Joon. 145. Silindrilise varva faasimine.

Väikese läbimõõduga silindriliste varraste viilimiseks kinnitatakse toorikud käsikruustangide vahele, nagu näidatud joonisel 144.

Viilitava varda toetamiseks kinnitatakse kruustangide vahele puitklots, mille sisse lõigatakse madal nurksälk.

Vasaku käega hoitakse ja keeratakse käsikruustange koos toorikuga; paremas käes hoitava viiliga viilitakse varras nõutava läbimõõduni.

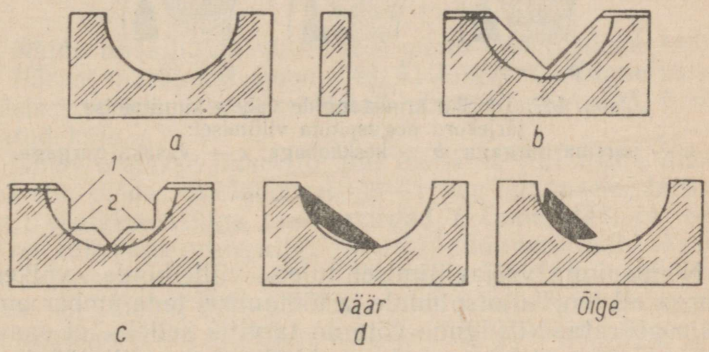
Varva faasimise viis on näidatud joonisel 145.

10. Nõguspindade viilimine

Paljudel põllutöömasinate detailidel on kas kumer või nõgus kuju.

Kõverjooneliste pindade viilimisel on tarvis valida kõige ratsionaalsem viis liigse metalli mahavõtmiseks.

Ühel juhul võib osutuda kõige kohasemaks metalli esialgne väljalõikamine käsisaega, teisel juhul — väljapuurimine, kolmandal juhul — väljaraiumine jne. Liiga suur



Joon. 146. Nõguspinna töötlemise järjekord.

viilimisvaru põhjustab suurt ajakulu ülesande täitmiseks, liiga väikese varu puhul võib aga detail rikki minna.

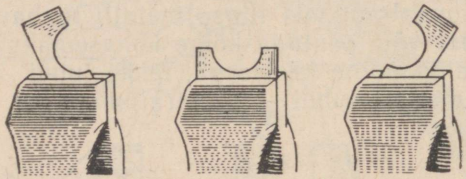
Mõnikord on raske kindlaks määrata, missuguse külje mahaviilimise arvel on augu sobitamine kasulikum. Töötlemise viisi ebaõige valik põhjustab viilimisel liigset ajakulu või ka detaili praakiminekut augu kuju moonutuse tõttu.

Vaatleme näitena joonisel 146, *a* kujutatud detaili nõguspinna viilimist.

Toorikule märgitakse nõutav detaili kontuur.

Suurema osa liigset metalli võib antud juhul eemaldada käsisaega väljasaagimise teel, misjärel toorik võtab joonisel 146, *b* näidatud kuju. Seejärel viilitakse lameda või neljakandilise viiliga välja tahud *1* ja *2*, nagu näidatud joonisel 146, *c*. Edasi viilitakse kõrgemad kohad maha poolümmarguse jämeviiliga, lähenedes märkimisel ettetõmmatud joonele. Poolümmarguse viili ristlõike profiil tuleb valida selline, mille raadius oleks väiksem viilitava pinna raadiusest (joon. 146, *d*).

Edasisel viilimisel tuleb toorikut kruustangide vahel järk-järgult keerata nii, nagu näidatud joonisel 147.



Joon. 147. Tooriku kruustangide vahele kinnitamise järjekord nõguspinna viilimisel:
a — parema nurgaga; *b* — keskkohaga; *c* — vasaku nurgaga.

Nõguspinna väljaviilimisel tuleb viili hoida väikese nurga all tooriku otspinnale ja töötamisel teda ümber oma telje pöörata. Niisugune võte on tarvilik selleks, et saada korrapärasemat kõverpinda ja kindlustada viili tööpinna ühtlasemat kulumist.

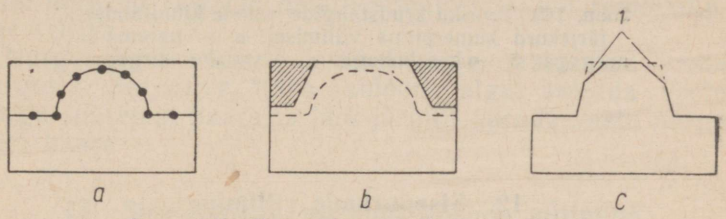
Märkimisel ettetõmmatud joonele lähenemine peab toimuma järk-järgult kogu pinna ulatuses. Kui märkjooneni jääb umbes 0,3—0,5 mm, tuleb jämeviil asendada peenviiliga ja toorikut eelkirjeldatud viisil kruustangide vahel järk-järgult keerates viilida kuni märkjooneni.

Väljaviilitud nõguspinna õiget kuju on kõige parem kontrollida šablooni abil vastu valgust.

Väljaviilitud pinna perpendikulaarsust tooriku otspinnale kontrollitakse nurgikuga, asetades seda mitmes kohas vastu väljaviilitud nõguspinda.

11. Kumerpindade viilimine

Samuti nagu nõguspinna töötlemisel, tuleb ka kumerpinna väljaviilimisel eemaldada liigne metall kõige ratsionaalsemal viisil, jättes viilimiseks kõige väiksema varu. Kui seda pole võimalik teha metalli lõiketöötlemise pingil, siis viilitakse toorik pärast märkimist üle lameviiliga või lõigatakse maha liigne metall käsisaega nii, et jõuda märgitud kontuurile võimalikult lähemale.



Joon. 148. Kumerpinna viilimise järjekord.

Näide niisugusest viilimisest on toodud joonisel 148.

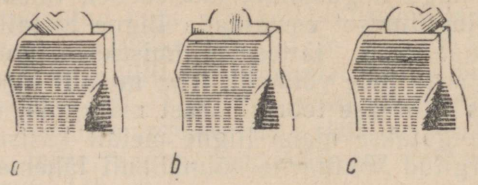
Pärast märkimist (joon. 148, *a*) lõigatakse liigne metall käsisaega maha, misjärel detail võtab joonisel 148, *b* näidatud kuju.

Nüüd võetakse jämeviili abil toorikult veel maha liigset metalli, jäädes märkjoonest 0,8—1 mm kaugusele. Järgnevalt võetakse viiliga maha nurgad *1* (joon. 148, *c*). Seejärel võib juba peenviiliga järelejäänud metallikihi täpselt märkjooneni maha võtta. Töötlemise lõpul, kui märkjooneni on jäänud 0,1—0,2 mm, tuleb olla väga ettevaatlik ja tähelepanelik, et viil ei tungiks märkjoonest kaugemale ega rikuks seega detaili.

Kumerpinna töötlemise vältel on tarvis toorikut kruustangide vahel järk-järgult keerata, nagu näidatud joonisel 149.

Eriti tähelepanelik peab olema nurkade väljaviilimisel, mis tekivad detaili sirgete äärte ja kaare vahel. Ettevaatamatul viilimisel võib viil kergesti tungida äärte või kaare sisse ja sellega detaili rikkuda. Selle vältimiseks tuleb kasutada viile, mille üks tahk on raideta. Viilides niisuguse viiliga poolringi ja hoides viili selliselt, et raideta tahk oleks vastu ranti, on võimalik vältida detaili rikkumist.

Nurgad töödeldakse kas rombikujulise või kolmekandilise viiliga.

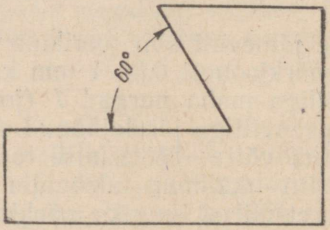


Joon. 149. Tooriku kruustangide vahele kinnitamise järjekord kumerpinna viilimisel: *a* — parema nurgaga; *b* — keskkohaga; *c* — vasaku nurgaga.

12. Sisenurkade viilimine

Sisenurga viilimise korda on võimalik jälgida joonisel 150 kujutatud detaili töötlemisel.

Toorikule märgitakse sisenurk ja kärnitakse märkjooned. Nurga tippu puuritakse 2—3 mm läbimõõduga auk.



Joon. 150. Terava sisenurgaga detail.

Nüüd lõigatakse nurk käsisae abil 1,5—2 mm kaugusel märkjoontest välja.

Seejärel viilitakse kolmkant-jämeviiliga välja nurga pikem haar, jälgides, et töödeldud pind oleks perpendikulaarne tooriku külgpindadega. Edasiseks töötlemiseks jäetakse kuni 0,7—1 mm suurune varu. Järgnevalt viilitakse samasuguselt üle ka nurga teine haar.

Samas järjekorras võetakse nüüd peenviili abil töötlusvaru maha kuni kärnisüvendite servadeni. Selle töö juures peab olema tähelepanelik, et metalli mahavõtmisega märkjoonest mitte üle minna. Nüüd võetakse sama peenviiliga maha järelejäänud metallikiht, jäädes veidi eemale märkjoontest. Viimastele lähenemisel viilib lukksepp kord ühte, kord teist nurga haara, kontrollides kogu aeg viilitavate pindade perpendikulaarsust tooriku külgpindadega.

Lõplikult töödeldakse kas poolümmarguse viiliga, kui selle nurk on väiksem detaili sisenurgast, või rombikujulise viiliga.

Nurga õiget suurust kontrollitakse šablooniga vastu valgust. Seejuures tuleb šabloon algul asetada vastu nurga suuremat haara ja järk-järgult suruda vastu nurga teist haara.

13. Sirgjoontega piiratud aukude viilimine

Märgitud täisnurkne auk puuritakse välja ja pärast vaheühenduste väljaraiumist või -viilimist viilitakse see nõutava kuju ja mõõtmeteni.

Augu külgi viilitakse algul lameda jämeviiliga, viilides seejuures maha puurimisest jäänud konarused. Siis viilitakse üksteise järel üle kõik neli külge, lähenedes märkjoontele.

Augu külgede viilimisel kontrollitakse nende perpendikulaarsust detaili tasapinnaga.

Augu töötlemine lõpetatakse peene poolümmarguse või kolmekandilise viiliga, mis võimaldavad augu nurkade üleviilimist.

Kolmekandilise augu väljaviilimise kord on järgmine.

1. Kolmekandilise viiliga, mille nurk peab olema väiksem augu kahe külje vahel asetsevast nurgast, või noakujulise viiliga viilitakse üle kõik kolm nurka, jättes 0,5 mm suuruse töötlusvaru (märkjoonest).
2. Kolmekandilise viiliga viilitakse üle augu küljed, jäädes märkjoonest 0,5 mm võrra eemale. Selleks tööks valitakse niisugune viil, mille külje laius oleks ligikaudu võrdne 0,6—0,7-ga augu küljest..
3. Šablooni järgi sobitatakse üks augu nurk, siis teine ja kolmas, ilma et märkjoonest üle mindaks.
4. Lõplikult töödeldakse välja šablooni järgi augu kontuur.

14. Värvi järgi viilimine

Värvi järgi viilimise olemus seisab selles, et viilitavat detaili hõõrutakse vastu plaati, mis on täpselt tasapinnaline ja millele eelnevalt on peale kantud õhuke värvikiht. Hõõrumise tagajärjel kandub värv töödeldava detaili nendele kohtadele, mis puutusid vastu plaati, s. o. kõrgematele kohtadele, kuna madalamad kohad jäävad värvist vabaks. Värviga kattunud kohti maha viilides ja töödeldavat detaili värvi abil uuesti kontrollides püütakse saavutada nõuetele vastava täpsusega tasapind.

Värvi ettevalmistamisel ei tohi sellesse jääda terasid. Värv kantakse plaadile õhukese ühtlase kihina ja hõõrutakse mööda kogu pinda laiali. Detail surutakse töödeldava pinnaga vastu plaati ja nihutatakse siis mööda plaati ringikujuliselt, et kanda värvi plaadilt detailile.

Et vältida värvi ülekandmisel plaadi tööpinna kohalikku kulumist, tuleb kasutada kogu pinda, mitte aga ainult selle keskosa. Lõpetades detaili vastu plaati hõõrumise tuleb detail ettevaatlikult plaadilt üles tõsta ja värvilaikude paigutuse, arvu ja suuruse järgi määrata üleviilimisele kuuluvad kohad.

Mida rohkem on värvilaike tasapinnal ja mida ühtlasemalt nad on jaotatud, seda täpsem on tasapind.

Kontrollküsimusi

1. Mida nimetatakse viilimiseks? Milles see seisab?
2. Missuguse ristlõike kujuga viile kasutatakse viilimisel ja missugustel juhtudel?
3. Kuidas eristatakse viile raide järgi ja missuguse raidega viile millalgi kasutatakse?
4. Kuidas valitakse viili pikkus?
5. Kuidas tuleb viile hooldada?
6. Kuidas tuleb viilile pea otsa panna ja missugused peavad olema viilipead?
7. Kuidas tuleb viilimisel viili käes hoida?
8. Kuidas määrata kruustangide ülesseadmise õiget kõrgust lukksepa kasvust lähtudes?
9. Kuidas peab tööline seisma kruustangide juures viilimisel?
10. Kuidas muutub surve viilile selle nihutamisel mööda detaili?
11. Missuguseid nõudeid esitatakse detaili töötlemiseks kruustangide vahele kinnitamisele?
12. Kuidas juhitakse viili selle liigutamisel?
13. Missuguses järjekorras viilitakse nurki?
14. Kuidas ja mille abil kontrollitakse viilitud tasapinna täpsust?
15. Kuidas kinnitatakse töötlemiseks õhukesi detaile?
16. Kuidas viilitakse ümmargust varba?
17. Kuidas viilitakse kõrverjoonelisi pindu?

AUKUDE PUURIMINE JA HÕÕRITSEMINE

1. Üldmõisted puurimisest

Puurimise operatsioon kujutab endast metalli lõiketööt-lemise viisi puuriks nimetatava lõikeriistaga. Puuri abil tehakse toorikutesse ja detailidesse mitmesuguse läbi-mõõduga silindrilisi auke.

Aukude puurimine on lukksepatöödel väga laialdaselt levinud ja seda kasutatakse järgmistel juhtudel:

1) vajaduse korral juhtida mingi silindrilise kujuga detail (polt, tihvt, neet, võll vms.) läbi teise detaili;

2) vajaduse korral eemaldada detaililt liigset metalli tootlikumate viisidega kui seda on raiumine või viilimine;

3) vajaduse korral suurendada olemasoleva augu läbi-mõõtu;

4) mitmesugustel remont-montaažtöödel (detaili välja-puurimine, kui seda pole võimalik välja pressida jne.).

Kui puur töötab ilma sundjuhtimiseta, siis 10—30 mm läbimõõduga augu täpsus ei ületa puurimisel tavaliselt 0,2—0,25 mm.

Üksikjuhtudel, kui tööd teostatakse hoolikalt, väljare-guleeritud pingil ja õigesti teritatud puuridega või kui puuri juhitakse konduktorpuksiga, võib puurimise täpsust tõsta kuni 0,1 mm.

2. Puurid

Aukude puurimiseks kasutatakse enamasti spiraal-puuri (joon. 151), mis kujutab endast silindrilist varba kahe teineteise vastas asetseva keerdsoonega. Tavalise puuri keerdsoonte kaldenurk on 30°.

Keerdsoonte ülesandeks on puurimisel tekkivate laas-tude väljajuhtimine puuritavast august.

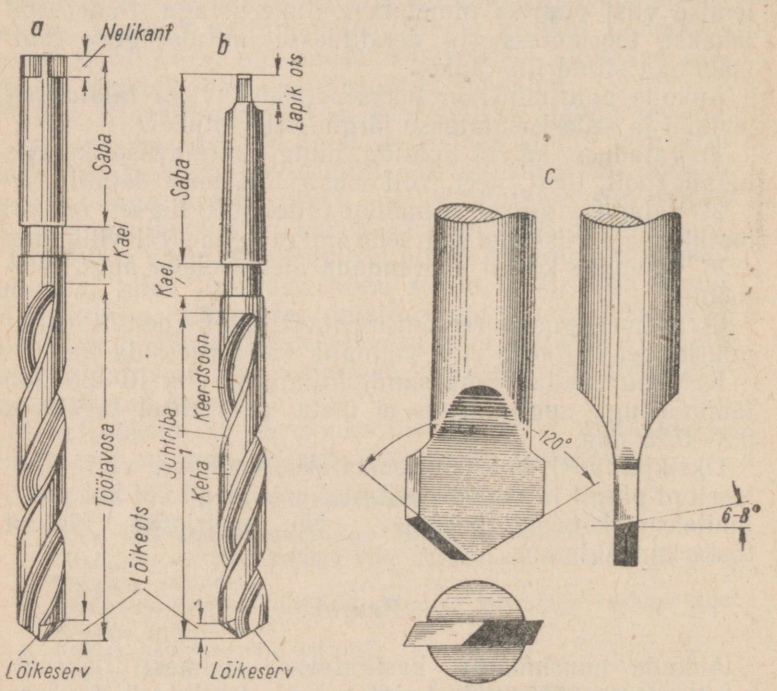
Piki keerdsoonte servi on puuri silindrilisel osal kitsad juhtribad, mis tagavad puuri õige asendi puuritavas augus, hoides ära puuri kõrvalekiskumise selle telgjoo-nest.

Puuri üks ots teritatakse selliselt, et sellel tekib kaks lõikeserva koos neid keskel ühendava sideservaga. Puuri teine ots valmistatakse kas silindrilisena — padrunisse

kinnitamiseks, või koonilisena — vahekoonusesse või otse pingi spindlisse kinnitamiseks.

Koonussaba lõpeb lapiku otsaga, mida kasutatakse puuri väljalöömiseks. Padruni ja vahekoonuse ehitust selgitatakse hiljem.

Et puur metalli lõikaks, peab tema lõikeserv olema kiilukujuline nagu meislil, mida on kirjeldatud eespool.



Joon. 151. Puur ja selle osad: *a* — silindrilise sabaga spiraalpuur; *b* — koonussabaga spiraalpuur; *c* — lamepuur.

Malmisse ja terasesse aukude puurimiseks ning aukude ülepuurimiseks kasutatakse mõnikord lihtsamaid, niinimetatud lamepuure, mida võib valmistada igas töökojas.

Nende puuride töötav osa on valmistatud labidakujulisena ja teritatud 100—120° nurga all.

Nii spiraal- kui ka lamepuuride lõikeservad teritatakse selliselt, et nendele jääks teatav taganurk. Puuri hõõrdu-

mise vähendamiseks vastu augu seinu jäetakse lamepuuri labade külgpindadele vaid kitsad juhtribad, külgpindade muu osa aga käiatakse 6—8° nurga all maha.

Lamepuuride tootlikkus on märksa madalam spiraalpuuride tootlikkusest.

3. Puuride teritamine

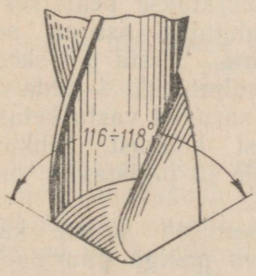
Töötamisel puur nürineb, kulub ja kaotab oma lõikevõime. Niisugused puurid vajavad teritamist.

Puuride täpsem teritamine toimub eripinkidel. Enamalt jaolt aga teritatakse neid tavalistel käiadel, mis on varustatud peeneteraliste abrasiivketastega.

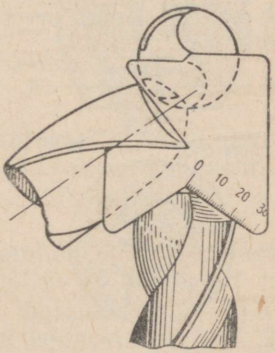
Teritamisel tuleb hoida puuri selliselt, et lõikeservade vaheline nurk saadaks 116—118° (joon. 152).

Puuri lõikeservade ülekuumenemise vältimiseks ei tohi seda teritamisel tugevasti vastu käia suruda. Teritamisel tuleb puuri jahutada.

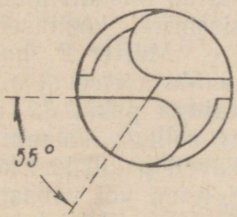
Puuri teritusē õigsust kontrollitakse joonisel 153 kujutatud šablooniga.



Joon. 152. Lõikeservade vaheline nurk.



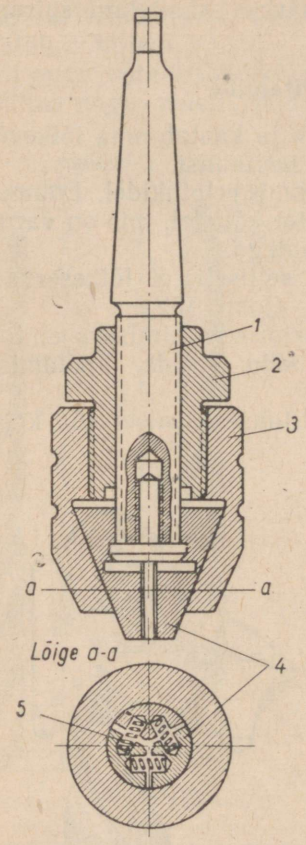
Joon. 153. Teritatud puuri kontrollimine šablooniga.



Joon. 154. Õigesti teritatud puuri otsa kuju.

Õigesti teritatud puuri ots peab olema joonisel 154 näidatud kujuga. Sideserv peab olema sirge ja asetsema 55° nurga all lõikeserva suhtes.

4. Puuripadrunid ja muud puuride kinnitamiseks kasutatavad rakised



Joon. 155. Kolme pakiga tsangpadrun puuride kinnitamiseks.

Puuride kinnitamiseks kasutatakse mitmesuguse ehitusega puuripadruneid ja kinnitusrakiseid. Silindrilise sabaga puuride kinnitamiseks kasutatakse padruneid.

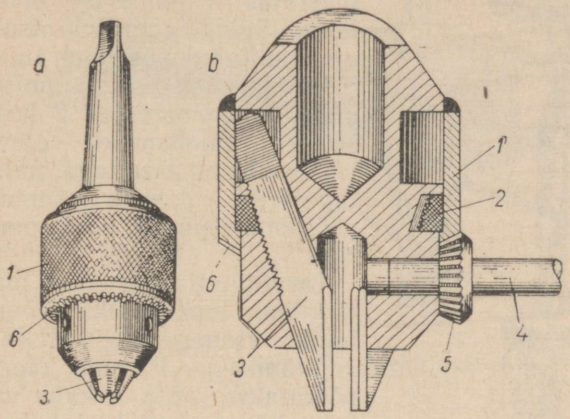
Kõige rohkem on levinud kahe või kolme pakiga tsangpadrunid, samuti ka kolme kaldu asetseva pakiga padrunid.

Joonisel 155 on näidatud kolme pakiga tsangpadrun, mis kujutab endast saba *1*, millele on peale keeratud sisemise ja välise keermega puks *2*. Selle puksi väliskeermele keeratakse peale kest *3*, mille alumine osa on seest kooniline. Kesta pealekeeramisel kolm pakki *4*, mida vedrud *5* suruvad vastu ketast *3* sisemist koonust, nihkuvad koomale ja pigistavad puuri kinni.

Täpsem on kolme kaldu asetseva pakiga puuripadrun (joon. 156).

See padrun on järgmise ehitusega: pealt karestatud võru *1* istub tihedalt mutril *2*, mille sisemisel koonusel on tugikeere. Mutter *2* haarab kolme kaldu asetsevat silindrilise kujuga pakki *3*, mille välispinnal on keere. Võru *1* ja koos sellega ka mutrit *2* ühes või teises suunas keerates hakkavad pakid kas kokku või laiali nihkuma, pigistades puuri kinni või vabastades selle. Võru *1* keeratakse käepideme *4* abil, millel istub koonushammasratas *5*, mis viiakse hambumisse võru *1* alumisele otspinnale lõigatud hammastega *6*.

Padrunite sabad valmistatakse tavaliselt koonilistena ja nende abil kinnitatakse padrunid puurpingi spindlisse. Padruni koonussaba ja spindli koonusaugu vahel tekkiv hõõrdumine hoiab ära padruni pöörlemise spindlis ja sellest väljakukkumise.



Joon. 156. Kolme kaldu asetseva pakiga puuripadrun:
a — väline kuju; *b* — padruni ehitus.



Joon. 157. Vahekoonus.

Koonussabadega puurid kinnitatakse kas otse puurpingi spindli koonusauku või kasutatakse selleks vahekoonuseid. Vahekoonus on näidatud joonisel 157. Selle välis- ja sisepinnad on koonilised.

Puuride ja padrunite koonussambad ning vahekoonused kannavad nende läbimõõdust sõltuvalt erinevaid numbreid. Koonusel nr. 1 on sabade läbimõõdud 6—15,5 mm; koonusel nr. 2 — 15,6—23,5 mm; koonusel nr. 3 — 23,6—32,5 mm; koonusel nr. 4 — 32,6—49,5 mm ja koonusel nr. 5 — 49,6—65 mm.

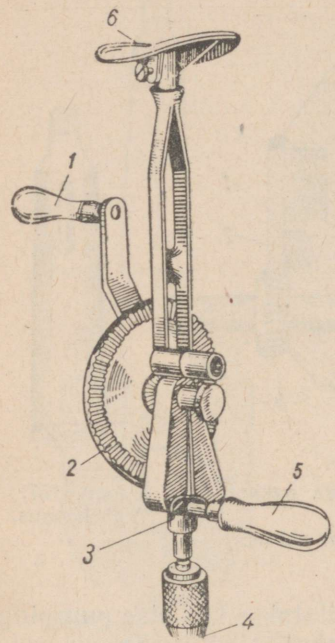
Töötamisel puuridega, milledel saba on ühe ja sama läbimõõduga, kasutatakse kiirelttöötavaid padruneid, mis võimaldavad niisuguste puuride vahetamist pingi spindli pöörlemist peatamata.

5. Käsitrellid ja käristipuurid

Selleks et puuri pöörlema panna, kasutatakse käsi- ja elektritrelle ning käristipuure.

Käsitrell on järgmise ehitusega (joon. 158).

Spindlile *3* on kinnitatud väike koonushammasratas (joonisel pole näha), mis on hambumises teise (suurema) koonushammasrattaga *2*. Selle hammasratta külge on kinnitatud vänt *1*, mille abil hammasratas *2* pannakse pöörlema. Spindli alumisele otsale on kinnitatud puuripadrun *4*.



Joon. 158. Käsitrell.

Vända *1* ringiajamisel pöörleb hammasratas *2* koos sellega hambumises oleva väikese hammasrattaga, mille tagajärjel hakkab samuti pöörlema spindel koos puuriga.

Tarvilik ettenihe puuri materjalisse tungimiseks saavutatakse rinnaga tugipadjale *6* vajutamisega. Parema käega pööratakse vänta *1*, kuna vasaku käega samal ajal hoitakse trelli kinni käepidemest *5*.

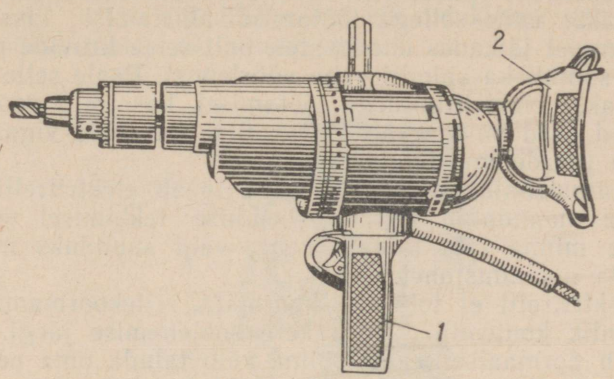
Elektritrellides (joon. 159) saab puur oma pöörlemise väikeselt elektrimootorilt, mis on monteeritud trelli keresse.

Elektritrelliga puurimisel on töölisel tarvis ainult vajutada mõlema käega puurile, milleks ta kasutab trelli käepidemeid *1* ja *2*. Elektritrelli tootlikkus on märksa suurem kui käsitrellil.

Suure läbimõõduga aukude ning samuti raskesti ligipääsetavatesse kohtadesse aukude puurimisel kasutatakse käristipuurideks nimetatavaid rakiseid.

Käristipuuride ehitus on järgmine (joon. 160): spindli *1* ühes otsas on auk puuri kinnitamiseks, spindli teisele otsale on aga lõigatud täisnurkne keere, millele on peale keeratud pikk mutter *2*, mis lõpeb karastatud tsentriga *3*. Käristi abil puurimiseks kasutatakse klambrit *4*, mis võimaldab käristit nõutavasse asendisse üles seada. Mutri *2* väljakeeramisel toetub tsenter *3* vastu klambrit ja surub seega puuri vastu

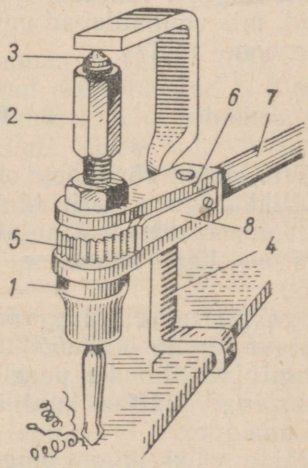
töödeldavat detaili. Puuri pöörlemapanemiseks on spindlile jäigalt kinnitatud põrkratas *5*. Peale põrkratta on spindlile paigutatud vabalt pööratav käepide koos põrklindiga *8*.



Joon. 159. Elektritrell.

Kui käepidet keerata kellaosuti liikumise suunas, toetub link vastu põrkratta hammast ja pöörab samas suunas põrkratast koos spindli ja puuriga. Vedru surub kogu aja linki vastu põrkratast. Käepideme tagasipööramisel libiseb link üle põrkratta hammaste ja spindel seisab paigal. Keerates käepidet vaheldumisi kord ühele kord teisele poole pannakse spindel pöörlema, misjuures pöörlemine toimub ainult ühes suunas.

Sel määral kui puur lõikub metallisse, pingutatakse mutrit *2* selle surve taastamiseks, millega puurimise alustamisel suruti puuri vastu töödeldavat detaili.



Joon. 160. Käristipuur.

Sel ajal kui käsitrell peale puhastamise ja hõõrduvate osade määrimise muud hooldamist ei nõua, vajavad elektritrellid aga selle kõrval veel täiendavat hooldamist.

Elektritrelli spindli suurt pöörete arvu arvestades kontrollitakse enne sellega töötamise alustamist loksumise puudumist jäikades ühendustes, poltide ja kruvide pingutust, samuti ka spindli vaba pöörlemist. Peale selle kontrollitakse elektritrellidega töötamisel, kas trelli voolu all olevad osad on kindlalt kaitstud ja kas pole vigastatud voolu juurdetoovad juhtmed.

Ohutustehnika nõuete kohaselt peab elektritrelli kere olema maandatud, et kereühenduse tekkimisel vool ei saaks minna läbi töötaja keha, vaid suunduks maasse mööda maandusjuhet.

Elektritrelli ei tohi üle koormata. Ülekoormamist on võimalik kontrollida trelli kere soojenemise järgi. Trell töötab normaalselt, kui tööline võib taluda oma peopesa pikemaajalist hoidmist vastu trelli keret.

Kui trelli kere on kuumenenud üle selle temperatuuri, mida kergelt kannatab käsi, tuleb niisuguse trelliga töötamine katkestada ning teatada sellest meistrile ja elektrimontöörile.

Väikestesse detailidesse aukude puurimiseks võib elektritrelle kinnitada sammaste-statiivide külge ja kasutada neid kui laua-puurpinke.

Mõningatel juhtudel kasutatakse trellide juures erilisi päid, mis võimaldavad puurida täisnurga all trelli spindli telgjoone suhtes.

6. Puurpingid

Trellidega võrreldes on puurpingid märksa suurema tootlikkusega ja palju täiuslikumad.

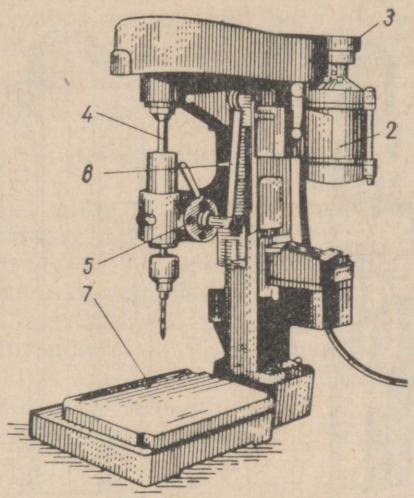
Joonisel 161 on kujutatud laua-puurpink. Joonisel 162 aga — Lenini-nimelise tehase vertikaal-puurpink tüüp 2150.

Iga puurpingi tüüp võimaldab aukude puurimist kuni teatava kindla läbimõõduni. Näiteks lubatakse laua-puurpingil HC-12 auke puurida läbimõõduga kuni 12 mm; puurpingil 2118 — kuni 18 mm; puurpingil 2135 — kuni 35 mm jne.

Mida väiksem on pingil puurida lubatava augu läbimõõt, seda suurem peab olema maksimaalne pöörete arv.

Nii näiteks on puurpingil HC-12 maksimaalne pöörete arv minutis 4430, pingil 2118 aga 3040 pööret minutis.

Puurpink koosneb kerest, pea-ajamist, ettenihkemehhanismist, spindlist ja töölauast. Pea-ajam koosneb elektrimootorist ja kas rihmülekandest või reduktorist, mis koosneb silindrilistest hammasratastest.



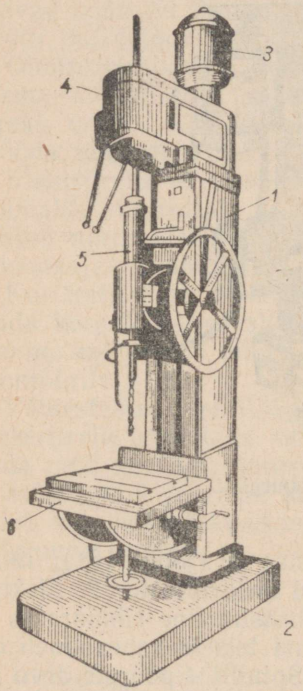
Joon. 161. Laua-puurpink.

Laua-puurpingil on karpsammas *1* (joon. 161), mille ülemise osa külge on monteeritud elektrimootor *2*. Elektrimootori võllile on kinnitatud kaheastmeline rihmaratas *3*, millelt rihm annab liikumise edasi teisele kaheastmelisele rihmarattale, mis istub spindlil. Spindli *4* pöörete arvu on võimalik muuta rihma ümberasetamisega rihmaratastel. Puuri nihutatakse ette käepideme *6* ja mehhanismi *5* abil käsitsi. Detailid seatakse üles ja kinnitatakse puurimisel töölauale *7*.

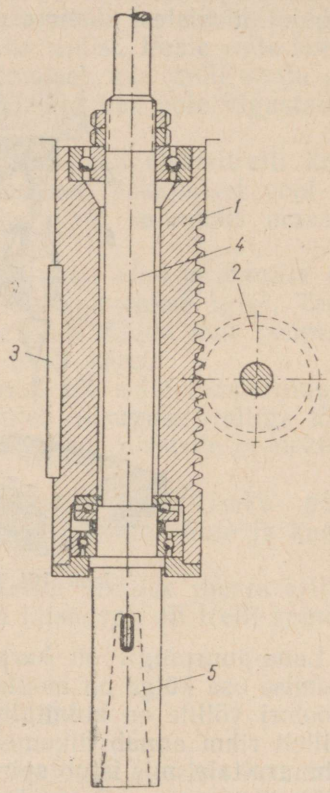
Ühe spindliga vertikaal-puurpink 2150 (joon. 162) koosneb vertikaalse samba kujulisest kerest *1*, mis toetub alusplaadile *2*. Samba *1* ülemisele otsale on kinnitatud elektrimootor *3*, kiiruste kast ja ettenihete kast *4*. Kiiruste kasti ja ettenihete kasti kaudu saab spindel *5* kuus pöörlemise kiirust, alates 46 kuni 475 pööret minutis, ja kümme ettenihet, alates 0,15 kuni 0,20 mm spindli ühe pöörde kohta.

Detailid seatakse üles ja kinnitatakse puurimisel töölauale *6*.

Ettenihkemehhanism (joon. 163) koosneb pinooliks nimetatavast pikast puksist *1*, mis asetseb piki vertikaalseid juht-



Joon. 162. Vertikaalpuurpink.



Joon. 163. Puurpingi spindel.

pindasid üles-alla nihutatava liuguri sees. Pinooli ühele küljele on lõigatud hambad, mis võimaldavad hammasratta *2* abil pinooli üles tõsta või alla lasta. Pinooli pöördumise vältimiseks on sellesse kinnitatud liugekiil *3*. Spindli alumise otsa külge, kas otse koonusauku *5* või puuripadruni abil, kinnitatakse puur.

Spindel pöörleb kuullaagrites.

Hammasratast *2* käsiratta abil ühele või teisele poole keerates on võimalik pinooli koos spindliga alla lasta või üles tõsta, nihutades seega puuri ette või tõstes läbipuuritud august välja.

Pingi töölauad on puuritava detaili üles seadmiseks. Vertikaalpuurpingil on võimalik töölauda üles tõsta või alla lasta, s. o. kohandada töölaua kõrgust detaili kõrgusele. Laua-puurpingi töölaud pole liikuv, kuid pinooli liugurit on võimalik alla lasta või üles tõsta, võimaldades seega mitmesuguse kõrgusega detailide ülesseadmist pingi töölauale.

7. Lõikerežiimid puurimisel

Töötootlikkus puurimisel sõltub suurel määral sellest, missuguse kiirusega pöörleb puur ja missuguse ettenihkega, s. t. missuguse suuruse võrra tungib puur iga pöördega töödeldava detaili sisse.

Kuid puuri pöörlemise kiirust ja ettenihet pole võimalik lõpmatult suurendada — liiga suure pöörlemise kiiruse juures puur kuumeneb üle ja läheb pehmeks, liiga suure ettenihke juures aga murdub.

Pöörlemise kiirus (lõikekiirus) on arvutatav valemiga:

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

kus v — lõikekiirus meetrit minutis;
D — puuri läbimõõt mm;
n — puuri pöörete arv minutis;
π — võrdub ligikaudu 3,14.

Spiraalpuuridega töötamisel kasutatavad keskmised lõikekiirused on toodud tabelis 18.

Tabel 18

Töödeldav materjal		Lõikekiirus m/min.	
		kiirlõiketerasest puuril	süsinikterasest puuril
Teras	pehme	40	20
	keskmise kõvadusega	30	15
	kõva	20	10
Malm	pehme	45	25
	keskmise kõvadusega	30	15
	kõva	15	10

Lõikekiiruse valikul arvestatakse: töödeldavat materjali, puuri materjali, puuri läbimõõtu; ettenihke suurust ja puurimise tingimusi (puurimise sügavust, jahutuse olemasolu jne.).

Ettenihke määramisel arvestatakse puuri läbimõõtu. Nii näiteks lubatakse keskmise kõvadusega terase töötlemisel 6 mm läbimõõduga puurile ettenihet 0,15 mm; 12 mm läbimõõduga puuri puhul — 0,25 mm/p.; 20 mm läbimõõduga puuri puhul — 0,30 mm/p. jne.

Antud lõikekiiruse järgi on võimalik arvutada puuri pöörete arvu minutis:

$$n = \frac{100 \cdot v}{\pi \cdot D} \text{ p./min.}$$

8. Puurpinkide hooldamine

Puurpingid võivad töötada nõutava täpsuse ja tootlikkusega ning tõrgeteta pikemat aega ainult juhul, kui neid asjatundlikult hooldatakse.

Puurpingi hooldamine seisneb kõigepealt töökoha puhastamises ja laastude süstemaatilises koristamises. Eriti tuleb hoida töölauda mõlkide ja roostetamise eest. Hooletu töötamise tagajärjel töölauale tekitatavad mõlgid vähendavad puurimise täpsust ja lühendavad pingi remontimineku tähtaega.

Et vältida mõlkide tekkimist ja töölaua kulumist, tuleb detailid üles seada ettevaatlikult, löökideta ja ilma neid mööda töölauda suuremal määral nihutamata. Tugipinnad, milledega detail seatakse üles töölauale, peavad olema puhtad ja ilma kiskudeta.

Töö lõpetamisel tuleb pingi töölaud ja selle nuudid mustusest ja laastudest hoolikalt puhastada, kuivade puhastusnarmastega üle hõõruda ja õhukese õlikihiga katta, et vältida roostetamist.

Enne töö alustamist on tarvis tühjalt, käsitsi kontrollida pingi kõikide mehhanismide töötamist: kas rihma käsitsi edasitõmbamisel spindel pöörleb vabalt; kas spindli ettenihe toimub kergesti; kas töölaud ja liugur on kindlalt kinnitatud; kas spindlil pole telgloksu. Igasuguste puuduste avastamisel tuleb need kõrvaldada kas iseseisvalt või remondilukksepa abiga.

Enne töö alustamist tuleb õlitada pingi kõiki hõõrduvaid osi olemasolevate õliniplite vms. õlitusabinõude kaudu.

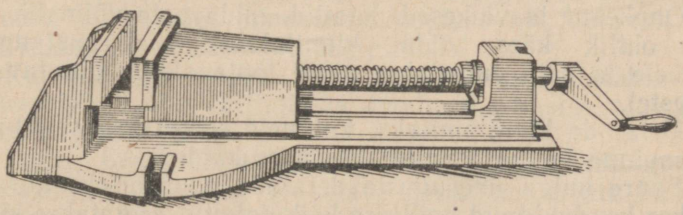
Töötamise vältel kontrollitakse käega laagrite soojenemist. Käsi peab suutma taluda nende soojust. Enne kui käega kontrollida laagrite soojenemist, tuleb õnnetusjuhtumite vältimiseks elektrimootor peatada ja kontrollida alles siis, kui rihm- või hammasülekannete pöörlemine on lakanud. On tarvis ka jälgida, et hammasrattad oleksid alati kindlalt kaitsekatetega kaetud.

9. Rakised puuritavate detailide pinki kinnitamiseks

Rasket detaili, millesse on tarvis puurida väiksema läbimõõduga auke, tavaliselt puurimiseks ei kinnitata; töötaja hoiab seda vasaku käega.

Kui töölisel suure läbimõõduga auke puurides ei jätku jõudu, et ära hoida detaili pöörlemist koos puuriga, kasutatakse mitmesuguseid kinnitusrakiseid.

Kõige enam levinud ja universaalseks rakiseks, mille abil töödeldavaid detaile puurpingile kinnitatakse, on masinakruustangid, mis oma ehituselt sarnanevad lukksepa-paralleelkruustangidega (joon. 164).



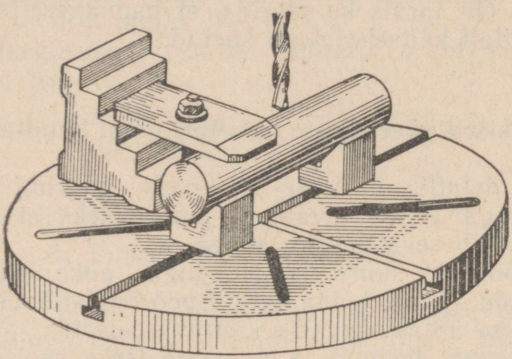
Joon. 164. Masinakruustangid detailide kinnitamiseks puurpingile.

Täpse augu saamiseks tuleb detail kinnitada kruustangide vahele nii, et ta ei saaks puurimisel paigalt nihkuda ega kõikuda. Pärast seda, kui detail on kruustangide vahele kergelt kinni pigistatud, surutakse see kergete vasaralöökidega vastu alumist tugipinda ja kinnitatakse siis lõplikult.

On olemas mitmesuguseid viise töödeldavate detailide kinnitamiseks pingi töölauale. Üks neist on näidatud joonisel 165.

Et puurida auke detaili tugipinna suhtes teatava nurga all, kasutatakse universaalnurgikuid, mis võimaldavad detaili üles seada mistahes nurga all.

Silindriliste detailide kinnitamiseks kasutatakse mitmesuguse kujuga prismasid.



Joon. 165. Detaili kinnitamine puurpingi töölauale liistu ja prismade abil.

Õhukesed ja väikesed detailid, mida pole võimalik või on ohtlik käes hoida, kinnitatakse käsikruustangide vahele ja neid puuritakse pingi töölauale paigutatavatel alustel.

Detailide kinnitamiseks, kui neid toetatakse vertikaaltasapinna kaudu, kasutatakse nurgikuid.

Suure hulga ühesuguste detailide puurimiseks kasutatakse konduktoreid, millesse kõik detailid asetatakse kindlas asendis, kuna puuri juhib konduktori puks.

10. Pingi töötamiseks ettevalmistamine ja häälestamine

Puurpingi töötootlikkuse tõstmiseks tuleb tööriistad, rakised ja pink õigeaegselt ette valmistada.

Puur valitakse vastavalt puuritava augu läbimõõdule ning sõltuvalt sellest, missugust metalli on tarvis töödelda.

Puuri läbimõõdu valikul tuleb arvestada, et puuri viskamise tagajärjel saadakse auk veidi suurem kui puur. Augu läbimõõdu keskmine suurenemine on järgmine:

puuri läbimõõt mm	5	10	25	50
saadud augu läbimõõdu suurenemine mm	+0,08	+0,12	+0,20	+0,28

Enamalt jaolt kasutatakse kiirlõiketerasest või selle asendajatest valmistatud puure. Need puurid võimaldavad saada suuremat lõikekiirust ja seega suuremat tootlikkust.

Sõltuvalt sellest, kas puuri saba on silindriline või kooniline, valitakse puuri kinnitamiseks kas puuripadrun või vahekoonus. Viimane võetakse siis, kui puuri koonus on spindli koonusest väiksem.

Lähtudes töödeldava detaili kujust ja suurusest, valitakse üks või teine rakis detaili puurimiseks pingi töölauale kinnitamiseks.

Enne kui asetada padrun või vahekoonus pingi spindli koonusauku, tuleb puhaste ja kuivade narmastega nii saba kui ka auk üle pühkida, et eemaldada nendel leiduda võivat mustust. Õnnetusjuhtumite vältimiseks ei tohi spindlit pühkida selle pöörlemise ajal.

Pärast saba ja augu puhakspühkimist lüüakse padrun või vahekoonus käe jõul antava kerge löögiga spindliauku. Seejärel seatakse rakis või detail üles pingi töölauale, puhastades enne seda mustuse nii töölaualt kui ka rakise ja detaili enda tugipinnalt.

Kui on tarvis puurida läbivat auku, siis asetatakse töölaua vigastamise vältimiseks detaili alla vastav alus (kui töölauas pole auku).

Teades puuri läbimõõtu ja materjali, millest see on valmistatud, samuti ka töödeldava detaili materjali, häälestatakse pink teatavale pöörete arvule ja ettenihkele.

Pöörete arvule ja ettenihkele häälestamise kord sõltub pingi konstruktsioonist. Mõnedel pinkidel tehakse seda rihma ümberpaigutamisega ühelt rihmaratta astmelt teisele, teistel pinkidel aga käepidemete abil, mis lülitavad hammasrattaid kiiruste kastis või ettenihete kastis. Paljud pingid, eriti niisugused, mis on ette nähtud väikese läbimõõduga aukude puurimiseks, on mehaanilise ettenihketa ja puuri etteandmine toimub käsitsi. Teostatud häälestamist kontrollitakse rihma käsitsi edasitõmbamisega. Kui seejuures ei ilmne mingeid korratusi, kinnita-

takse puur oma kohale ja pink loetakse töötamiseks ettevalmistatuks. Puuri padrunisse kinnitamisel on tarvis jälgida, et puuri saba toetuks vastu padruni põhja, sest muidu võib puur töötamisel piki oma telge edasi liikuda.

Kui on tarvis puurida umbset auku teatavale sügavusele, siis tuleb pärast töödeldava detaili ülesseadmist ja rihtimist lasta puur alla kuni detaili pinnaga kokkupuutumiseni ja selles asendis seada pingil joonlaud nullile. Jälgides puurimise vältel joonlauda, on igal ajal võimalik kindlaks teha, kui palju on puur metalli sisse tunginud.

Teiseks häälestamise viisiks antud sügavuseni puurimisel on puurile vastava pikkusega puksi kinnitamine. Niipea kui puks jõuab detaili pinnani, on näha, et auk on puuritud nõutava sügavuseni.

11. Puurimise praktika

Puurimise alustamiseks on tarvis ettenihe välja lülitada, paigutada töödeldav detail puuri alla ja kontrollida selle asendit. Elektrimootor seejärel sisse lülitatud, alustatakse puurimist, esialgu käsitsi ettenihkega. Pärast augu ettepuurimist sügavuseni, mis on väiksem puuri koonusest, tõstetakse puur üles, et kontrollida, kas ettepuurimine on õige.

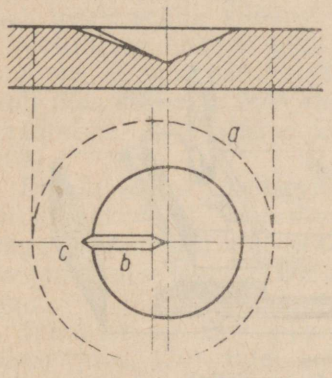
Kui ettepuuritud koonuse ümbermõõt asetseb kontsentriliselt augu märgitud ümbermõõduga, siis võib detaili ülesseadmist õigeks lugeda. Jätkates lühemat aega veel käsitsi ettenihkega puurimist, lülitatakse sisse mehaaniline ettenihe.

Kui aga ilmneb, et ettepuuritud koonuse ümbermõõt ei ole kontsentriline augu märgitud ümbermõõduga, siis tuleb seda praagi vältimiseks parandada. Selleks raiutakse koonuse tsentrist ümbermõõdu poole 3—4 mm laiune soon selles suunas, kuhu on tarvis süvendi tsentrit nihutada (joon. 166).

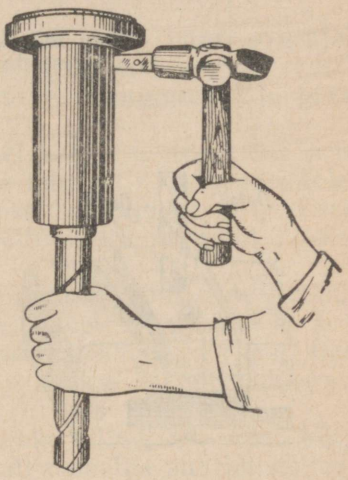
Lähtudes augu ettemärgitud ümbermõõdust, märgitakse märkimissirkli abil augu keskpunkt, seatakse detail selle järgi puuri alla ja alustatakse teistkordselt augu puurimist; pärast augu telgjoone asendi veelkordset kontrollimist lülitatakse sisse mehaaniline ettenihe.

Kui puuritakse läbivat auku, siis tuleb puuri lähenemisel alumisele pinnale mehaaniline ettenihe välja lülitada ja auk ettevaatlikult käsitsi läbi puurida. Kui seda ei tehta, võib puur järelejäänud õhukese metallikihi läbimisel kinni kiiluda ja murduda.

Töö lõpetamisel lülitatakse elektrimootor välja, võetakse puur padrunist välja ja padrun või puur (kui viimane oli asetatud otse spindli koonusauku) lüüakse erilise kiilu abil spindlist välja (joon. 167). Mingil juhul ei



Joon. 166. Valesti ettepuuritud augu parandamine.

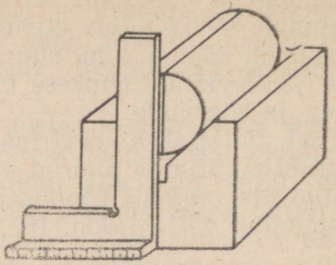


Joon. 167. Puuri väljalöömine spindlist.

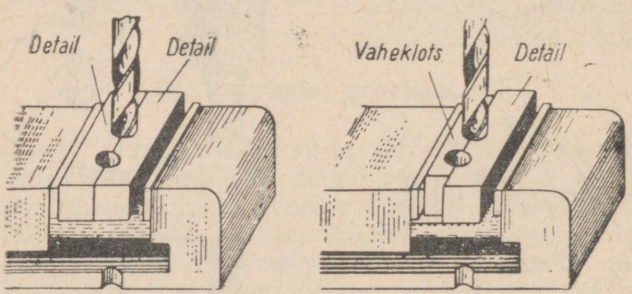
tohi puuri väljalöömiseks vasaraga vastu puuri taguda. Seejärel toimub pingi täielik koristamine ja puhastamine.

Kõige tootlikum on puurimine konduktori abil, kus puuri juhtijaks on konduktori puks. Mõnikord kasutatakse konduktorit ainult aukude ettepuurimiseks, pärast aga jätkatakse puurimist ilma konduktorita. Niisugusel juhul kuluvad puuri juhtribad vähem, sest nad ei hõõrdu vastu konduktori puksi seinu.

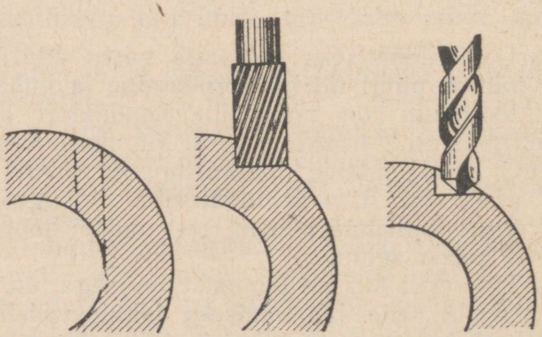
Puurimisel, eriti kui on tegemist terasega, on soovitav juhtida puurile selle jahutamiseks jahutusvedelikku, mis võimaldab tõsta puuri püsivust ja lõikekiirust, seega ka puurimise tootlikkust.



Joon. 168. Silindrilise detaili ülesseadmine prismale.



Joon. 169. Poolaukude puurimine.



Joon. 170. Aukude puurimine silindrilise pinna külje sisse.

Jahutamiseks kasutatakse mitmesuguseid vedelikke. Kõige rohkem kasutatavaks jahutusvedelikuks on eriti selleks valmistatud emulsioon.

Üle 15—20 mm läbimõõduga aukude puurimisel on soovitav need algul peenema puuriga (8—12 mm) läbi puurida ja siis nõutava läbimõõduni üle puurida. See tagab suurema täpsuse, vähendab energiakulu, hoiab ära pingi ülekoormamise ja puuri kiire kulumise.

Õhukeste detailide puurimisel on soovitav need ühte pakki laduda, pitskruvidega kokku suruda ja siis kõik ühekorraga läbi puurida.

Sügavate aukude puurimisel on tarvis puuri aeg-ajalt august välja tõsta, et sel viisil laastusid august eemaldada. Sellega kergenevad puurimise tingimused ja paraneb augu seinte siledus.

Võllidesse aukude puurimisel seatakse need üles prismadele. Et puur läheks täpselt läbi võlli keskjoone, tuleb võll üles seada ja puurida täpselt märkjoone järgi. Ülesseadmisel kasutatakse kontrollimiseks nurgikut (joon. 168).

Detaili küljel asetseva pool-augu puurimine toimub järgmisel viisil: kruustangide vahele kinnitatakse korraga kaks detaili või detail koos vaheklotsiga (joon. 169) ja puuritakse augud. Detailil saadakse sel viisil pool-augud.

Juhul kui on tarvis puurida auku silindrilise pinna külje sisse (joon. 170), tuleb eelnevalt töödelda puurimisteljega perpendikulaarne tasapind ja alles seejärel võib hakata auku puurima. Kui seda ei tehta, võib puur murduda.

12. Puuride murdumise ja detailide praagi põhjused

Puuride murdumine ja detailide praakimine tekib enamasti töö pealiskaudse ettevalmistamise ja hooletu täitmise, samuti ka puurimistööde puuduliku tundmise tõttu.

Alljärgnevalt on toodud kõige sagedamini esinevad puuride murdumise ja praagi tekkimise juhud, nende põhjused ja abinõud nende ärahoidmiseks [1].

[1] Andmed on mõninga ümbertöötamisega võetud lõikeriistade kataloogist ja V. I. Komissarovi raamatust «Lukksepatööde üldkursus».

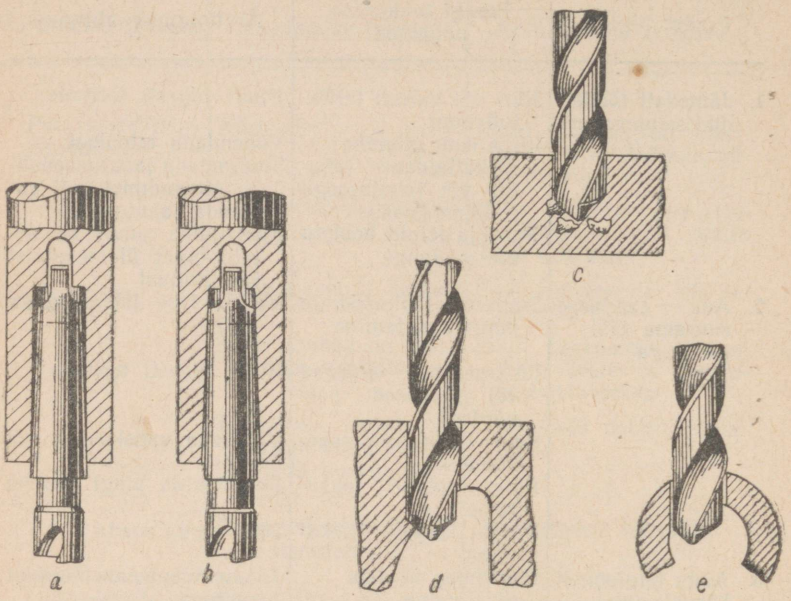
Puuride murdumise põhjused ja ärahoidmise abinõud

Murdumise iseloom	Murdumise põhjus	Ärahoidmise abinõud
1. Puurivarre murdumine	Nüri puur	Puuri õigeaegselt teritada, mitte töötada nüri puuriga
	Suur ettenihe väikese kiiruse puhul	Mitte töötada suure ettenihkega, puuri mitte üle koormata
	Lõtkud spindli laagrites	Pink reguleerida või remontida
	Puuri sooned on laastudega ummistunud	Puuri sagedamini august välja tõsta ja laastudest puhastada
	Töödeldav detail on nõrgalt kinnitatud ja nihkub puurimisel kohalt	Kontrollida detaili kinnitust
	Puuri lõikeservade väike taganurk	Puuri õigesti teritada
2. Lõikeservade murenemine	Kõvad tükid või valuaugud töödeldavas detailis	Kõva tükk august välja raiuda või ettevaatlikult puurida või antud detaili mitte töödelda
	Liiga suur kiirus	Vähendada lõikekiirust
	Nüri puuriga töötamine	Puuri õigeaegselt teritada
	Puuri suur teritusnurk	Puuri õigesti teritada
	Puur pöörleb padrunis	Puur kindlalt kinnitada
	Jahutuse puudumine puuri tipu juures	Kindlustada normaalne jahutus
3. Kiire kulumine	Liiga väike taganurk	Puuri õigesti teritada
	Suur lõikekiirus	Vähendada lõikekiirust

Praagi põhjused ja ärahoidmise abinõud

Praagi liigid	Praagi tekkimise põhjused	Ärahoidmise abinõud
1. Jämedalt töödeldud seintega auk	Nüri või valesti teritatud puur	Puuri õigesti teritada
	Liiga suur ettenihe	Vähendada ettenihet
	Mitteküllaldane jahutus või jahutussegu ebaõige koostis	Suurendada jahutusvedeliku etteandmist või vahetada jahutussegu
	Puuri ja detaili hooletu ülesseadmine	Kontrollida puuri ja detaili õiget ülesseadmist ja kinnitust
2. Auk saadakse suurema läbimõõduga	Suurema läbimõõduga puuri kasutamine	Valida õige läbimõõduga puur
	Lõikeservade nurgad või pikkused pole võrdsed	Puuri õigesti teritada
	Puuri kõikumine vahekoonuses	Vahetada vahekoonus või puur
	Pingi spindli loksumine	Reguleerida pingi spindel
	Pingi spindli viskamine	Pink korda seada
3. Augu telgjoonelt kõrvalenihkumine	Puurimise hooletu alustamine	Töösse tähelepanelikumalt suhtuda
	Detaili ebaõige ülesseadmine pingi töölauale ja nõrk kinnitamine (detail on kohalt nihkunud)	Kontrollida detaili ülesseadmist ja kinnitust ning see pingi töölauale kindlalt kinnitada
	Puuri ebaõige teritus	Puuri õigesti teritada
4. Auk on viltu	Detaili ebaõige ülesseadmine pingi töölauale (laastude sattumine detaili tugipinna alla)	Kontrollida detaili ülesseadmist ja kinnitust, puhastada töölaud ja detail laastudest ning mustusest
	Ebaõigete (mitteparalleelsete) aluspakkude kasutamine	Parandada või vahetada aluspakud
	Pingi töölaud ei ole perpendikulaarne spindli telgjoonega	Kontrollida ja rihtida töölaud
5. Auk on puuritud ettenähtust sügavamaks	Käigupiiraja on reguleeritud ebaõigele augu sügavusele	Kontrollida käigupiiraja reguleerimise täpsust ja seada see täpselt nõutavale sügavusele
	Töötaja hooletus	Tähelepanelikumalt töötada

Joonisel 171 on selgitatud mõned puuride murdumise juhud.



Joon. 171. Puuride murdumise põhjused:
a ja *b* — puuri saba ei käi tihedalt spindli auku; *c* — kõvad tükid või augud metalli sees; *d* ja *e* — ebaühtlane koormus puuri lõikeservadele puuri metallist väljatulekul.

13. Ohutustehnika puurimisel

Ohutu töötamine puurpingil sõltub sellest, kuivõrd hästi töötaja ohutustehnika eeskirju tunneb ja neid täidab.

Ohutustehnika eeskirjad puurpingil töötamisel on järgmised:

1. Kõik rihm- ja hammasratasajamid peavad olema piiratud tugevate kaitsekestadega, mis hoiavad ära töötaja käte või tema riietuse sattumise nendesse ajamitesse. Samuti peavad olema kaetud ka kõik väljaulatuvate osadega (poltide ja kiilude pead, kruvid ja mutrid) lahtised pöörlevad osad.

On tarvis jälgida, et kõik kaitsekatted oleksid alati oma kohal ja korras.

2. Töödeldavad detailid peavad olema pingi töölauale või rakistesse kindlalt kinnitatud, väikesi detaile tuleb aga puurimisel käsikruustangidega kinni hoida. Kategooriliselt on keelatud niisuguseid detaile kätega kinni hoida.

3. Kategooriliselt on keelatud lõikeriista vahetada või kinnitada pöörlevasse spindlisse (välja arvatud juhud, kui spindlisse on kinnitatud eriline ohutu padrun lõikeriistade vahetamiseks pingi töötamisel).

4. Keelatud on rihmu rihmaratta ühelt astmelt teisele ümber asetada elektrimootori töötamisel. Rihmu võib ühelt astmelt teisele ümber asetada ainult pärast pingi peatamist.

5. Töölaualt tohib laaste koristada ainult harjade või konksude abil, mitte mingil juhul aga kätega (isegi mitte siis, kui kindad on käes).

6. Töölise tööriietuse käised peavad olema kinni seotud lühikeste paeltega, milledele ei tohi jääda rippuvaid otsi, või kinni nööbitud. Peas peab olema baretitüüpi peakate, mis varjab juukseid.

7. Habraste metallide puurimisel, kui laastutükikesed võivad eemale lennata, on kohustuslik kasutada kaitseprille.

14. Aukude süvitamine ja süvishõõritsemine

Süvitamise ja süvishõõritsemise operatsioonid on oma olemuselt sarnased puurimisega. Süvitamist kasutatakse aukudele faaside valmistamiseks ja silindriliste ning kooniliste süvendite saamiseks kruvide ja neetide peade jaoks.

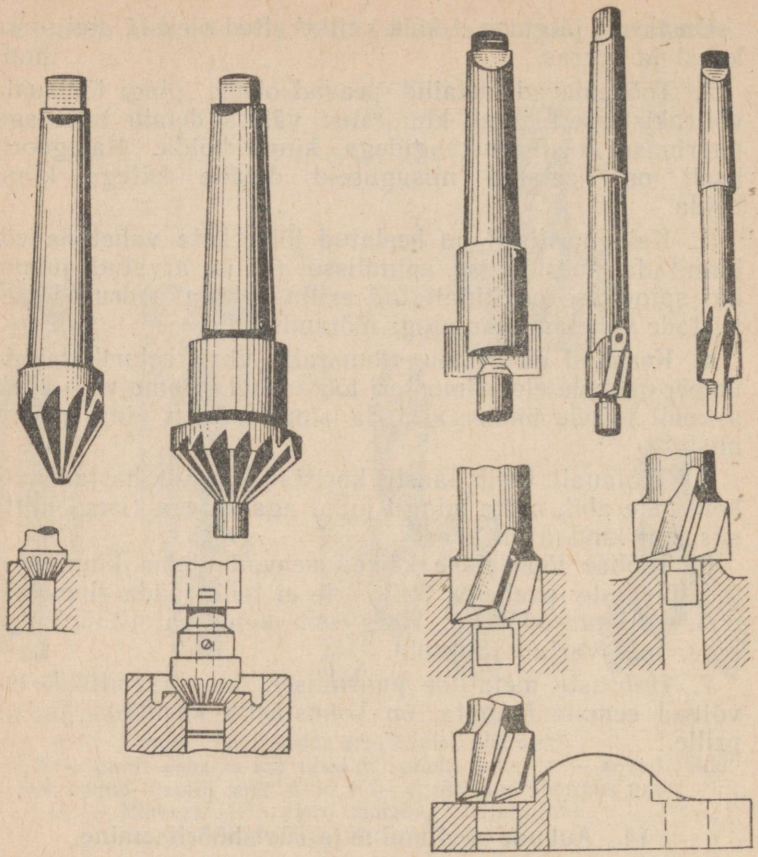
Mitmesuguse kujuga süvispuurid ja nende abil tehtavate tööde iseloom on näidatud joonisel 172.

Süvishõõritsemist kasutatakse vahepealse operatsioonina puurimise ja hõõritsemise vahel.

Süvishõõrits kujutab endast neljahambalise puuri taolist lõikeriista, millel puudub koonusots.

Mõned süvishõõritsad on näidatud joonisel 173.

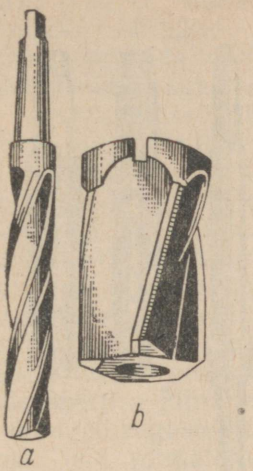
Süvishõõritsate poolt mahavõetav töötlusvaru on



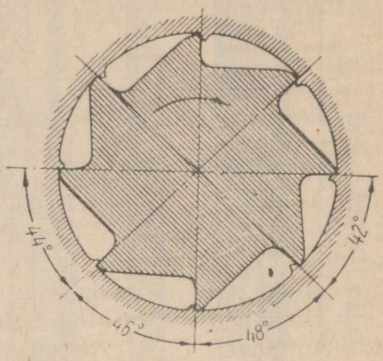
Joon. 172. Mitmesuguse kujuga süvispuurid ja nendega tehtavate tööde iseloom.

1—3 mm. Tavaliselt eeldatakse, et süvishõõritsad läbimõõduga kuni 20 mm võtavad maha kuni 1 mm töötlusvaru, läbimõõduga kuni 35 mm — kuni 1,5 mm, läbimõõduga kuni 50 mm — kuni 2 mm jne.

Süvishõõritsa lõikekiirus võetakse ligikaudu 1,5 korda väiksem kui puuridel.



Joon. 173. Mitmesuguse kujuga süvishõõritsad:
a — ühes tükis sabaga;
b — pealepandav.



Joon. 174. Hõõritsa lõikeosa.

15. Hõõritsemine

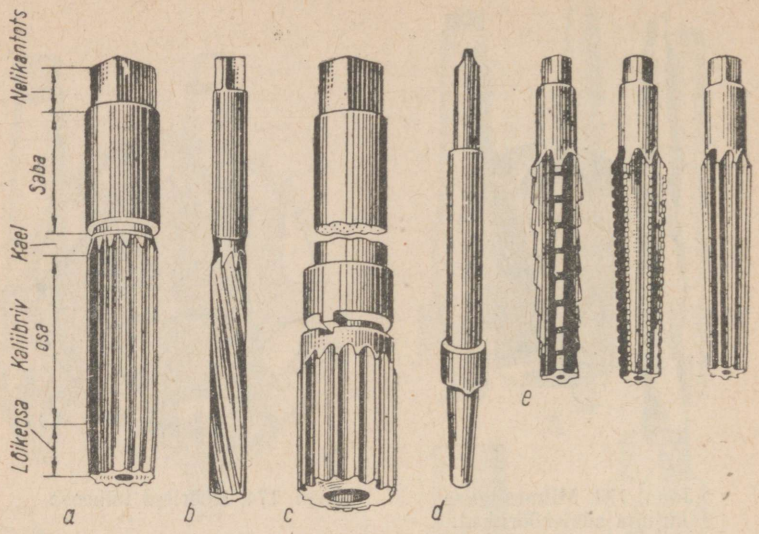
Aukude hõõritsemist kasutatakse täpse geomeetrilise kuju ja suure pinnasileduse saamiseks.

Hõõritsaks nimetatava lõikeriistaga hõõritsetakse nii puurpingil kui ka käsitsi. Silindriliste aukude hõõritsemiseks kasutatakse silindrilisi, koonusaukude hõõritsemiseks aga koonilisi hõõritsaid. Hõõritsa lõikeosa on näidatud joonisel 174, hõõritsate tüübid ja nende ehitus joonisel 175.

Hõõritsemiseks jäetakse üsna väike töötlusvaru — 0,1 kuni 0,3 mm läbimõõdu kohta.

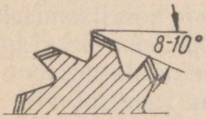
Kuni 6 mm läbimõõduga aukude hõõritsemiseks jäetakse hõõritsemisvaruks 0,1 mm, 6 kuni 12 mm läbimõõdu puhul — 0,15 mm, 12 mm läbimõõdu puhul ja üle selle — 0,3 mm.

Selle töötlusvaru võtab maha silindrilise hõõritsa kooniline (lõike-) osa, kuna silindrilise osa ülesandeks on ainult augu kalibreerimine. Hammaste taganurk (joon. 176) on selleks, et hõõritsa keha ei hõõrduks töötamisel



Joon. 175. Mitmesuguse kujuga hõõritsad: *a* — sirgete hammastega tervikhõõrits; *b* — spiraalhammastega tervikhõõrits; *c* — sirgete hammastega pealepandav hõõrits; *d* — pealepandava hõõritsa torn; *e* — kooniliste hõõritsate komplekt.

vastu hõõritsetava augu seinu ega rikuks selle pinda. Käsihõõritsa lõikeosa on pikem kui masinahõõritsal.



Joon. 176. Hammaste kuju hõõritsa ristlõikes.

Hõõrits on väga täpne lõikeriist, mis nõuab tähelepanelikku hooldamist. Väikseimgi mõlk mõnel hambal muudab hõõritsa kõlbmatuks. Hõõritsaid hoitakse seepärast alati pappvahedega puitalusel, et vältida nende kokkupuutumist ja selle tagajärjel mõlkide tekkimist.

Hõõritsate tähelepanelik hooldamine on tarvilik veel seepärast, et teritamisel hõõritsa läbimõõt muutub ja hõõrits tuleb siis väiksemale läbimõõdule ümber lihvida.

Käsihõõritsa saba neljakandilisele otsale kinnitatakse pöörkang, masinahõõrits kinnitatakse aga koonussabaga pingi spindlisse.

Eriti puhaste suure läbimõõduga silindriliste aukude saamiseks võetakse süvishõõritsaga kõigepealt maha 2—3 mm suurune töötlusvaru, mis on jäänud pärast puurimist, seejärel aga töödeldakse auku kahe hõõritsaga — eel- ja viimistlushõõritsaga. Viimasele jäetav töötlusvaru ei ületa tavaliselt 0,05 mm.

Koonusaukude hõõritsemiseks kasutatakse tavaliselt sirgete hammastega hõõritsaid.

Kooniliste eel- ja vahepealsete hõõritsate hammastele tehakse ristisuunalised sisselõiked selleks, et laastu mahavõtmine ei toimuks hamba kogu pikkuses. See vähendab hõõritsemiseks tarvilikku jõudu. Seetõttu, et mitte täiesti korrasolevate puurpinkide spindel ei kindlusta alati lõikeriista täpset perpendikulaarset asendit töölaua suhtes, ei ole hõõritsa jäiga kinnituse puhul võimalik saada täpset auku. Niisugustel juhtudel kasutatakse erilisi kiikuvaid torne, mis võimaldavad hõõritsal võtta augus nõutav asend, sõltumatult spindli suunast.

Mõningatel juhtudel kasutatakse seatavaid hõõritsaid, milledel kere koonilistesse sisselõigetesse on kinnitatud üksikud terad. Teri teatava suuruse võrra (0,25—0,50 mm) kerest välja nihutades on võimalik hõõritsa läbimõõtu suurendada. Seda tüüpi hõõritsaid kasutatakse 15—100 mm läbimõõduga aukude töötlemiseks.

Et saada hõõritsemisel puhast augu pinda, tuleb hõõritsat õiga määrida.

Käsitsi hõõritsemisel tuleb hõõritsat juhtida täpselt augu telgjoone suunas, mitte aga viltu, ja keerata sujuvalt, ilma tõugeteta.

Lõikekiirused võetakse hõõritsemisel märksa väiksemad kui puurimisel ja nad kõiguvad 5—10 m/min. piirides. Ettenihe on 0,3 kuni 1,5 mm/pöördele.

Kontrollküsimusi

1. Milles seisab puurimise operatsioon?
2. Missugune on lame- ja spiraalpuuri ehitus?
3. Missugusel viisil toimub puuri kinnitamine ja missuguse ehitusega on padrunid?
4. Kuidas on ehitatud trellid ja käristipuurid ja missugustel juhtudel neid kasutatakse?
5. Millele on tarvis tähelepanu pöörata elektritrellidega töötamisel?
6. Kuidas toimub liikumise ülekanne elektrimootorilt puurpingi spindlile?

7. Mis on lõikerežiim ja millest see sõltub?
8. Missugune sõltuvus on lõikekiiruse, puurimise läbimõõdu ja puuri pöörete arvu vahel?
9. Milles seisab puurpingi hooldamine?
10. Missugusel viisil kinnitatakse puurimisel detaile: väikesi, suuri, silindrilise kujuga it.?
11. Missuguses järjekorras toimub puurimisoperatsiooniks ettevalmistamine?
12. Mis on puuride murdumise põhjuseks ja kuidas seda ära hoida?
13. Missugused on detailide praakimineku põhjused puurimisel ja kuidas seda ära hoida?
14. Kuidas parandada valesti ettepuuritud auku?
15. Jutustage ohutustehnika eeskirjadest puurimisel.
16. Milleks kasutatakse süvispuuri ja süvishõõritsat?
17. Milleks hõõritsetakse auke?
18. Missuguse ehitusega on süvishõõrits?
19. Missuguse ehitusega on hõõrits ja milles seisab selle hooldamine?
20. Missugused varud jäetakse ja missugused lõikerežiimid on hõõritsemisel?
21. Missuguses järjekorras toimub täpsete aukude hõõritsemine?

XV PEATÜKK

KEERMETAMINE

1. Mõisteid keermest ja selle elementidest

Võtame silindri *1* (joon. 177) ja paberist väljalõigatud kolmnurga *2*, mille külg *AB* võrdub silindri ümbermõõduga. Keerame kolmnurga *2* silindrile *1* nii, et selle külg *AB* ühtiks silindri alusega. Kolmnurga külg *AC* kujundab siis silindri pinnal kõvera, mida nimetatakse kruvijooneks.

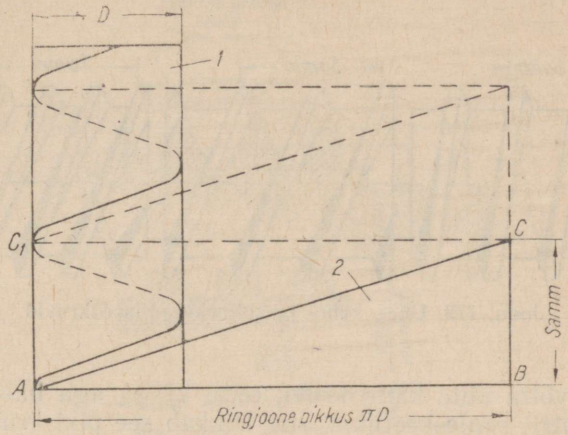
Kui lõigata silindrile kruvisoon, siis saadakse keere, silinder *1* aga muutub siis kruviks.

Antud juhul räägisime väliskeermest. Kui aga täissilindri asemel võtta õõnes toorik ja lõigata keere selle õõnsuse sisse, siis saaksime sisekeerme, õõnsa tooriku muudaksime aga mutriks.

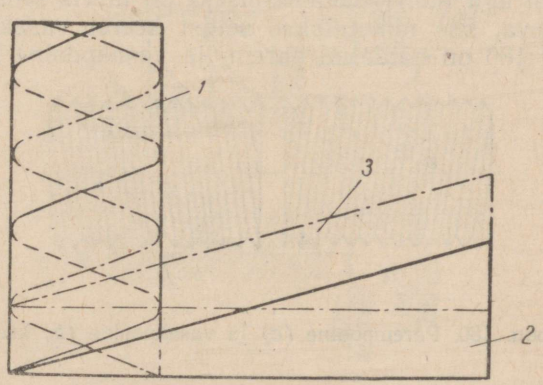
Kui keerata kolmnurk *2* silindrile *1*, võime tähele panna, et kolmnurga tipp *C* asetseb silindri pinnal punktis C_1. Kruvijoone jätkamiseks tuleb sama kolmnurk *2* paigutada punktiiriga näidatud asendisse ja uuesti ümber silindri *1* keerata. Niisugusel viisil saadud keeret nimetatakse ühekäiguliseks.

Kui keerame silindrile korraga kaks täisnurkset kolm-

nurka, nagu näidatud joonisel 178, siis saame silindril kaks kruvijoont. Selguse mõttes on silindrile *1* kolmnurga *2* pealekeeramisel saadud kruvijoon näidatud joonisel pideva



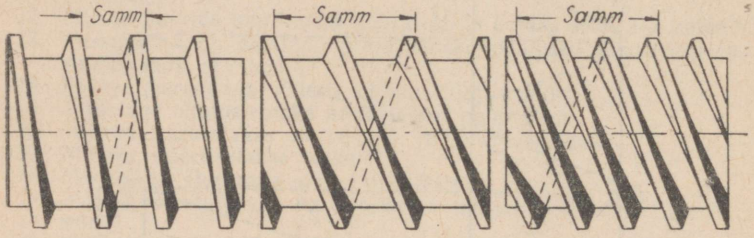
Joon. 177. Kruvijoone kujundamine.



Joon. 178. Kahekäigulise kruvijoone kujundamine.

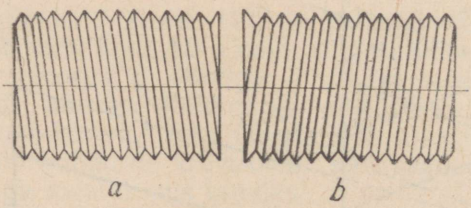
joonega. Kolmnurga *3* pealekeeramisel saadud kruvijoon aga on näidatud, nagu kolmnurk *3*-gi, kriipspunktjoonega. Sel viisil saadud kruvi nimetatakse kahekäiguliseks. Ana-

loogilisel viisil on võimalik saada kolmekäigulist jne. kruvi. Kruvi käikude arvu kindlakstegemiseks on tarvis vaadata kruvi või mutri otspinnale ja ära lugeda niitide otste arv. Joonisel 179 on näidatud ühe-, kahe- ja kolmekäigulised kruvid.



Joon. 179. Ühe-, kahe- ja kolmekäigulised kruvid.

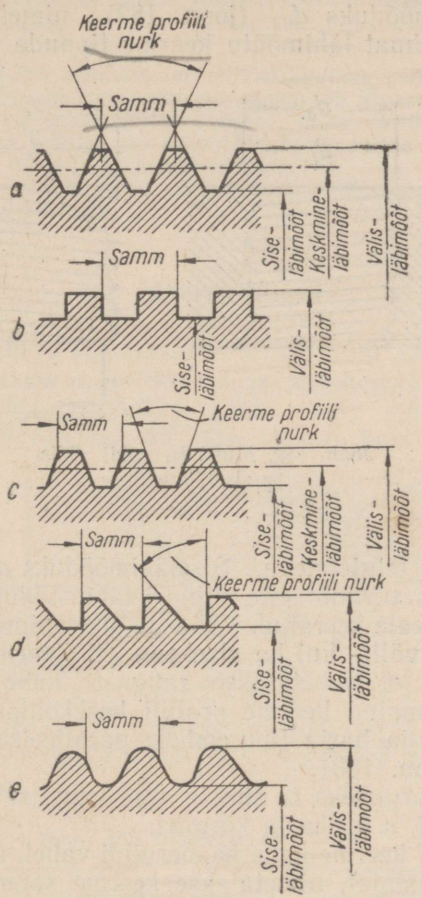
Kui võtta ühte kätte kruvi, teise käega aga hakata sellele mutrit peale keerama, siis hakkab see piki kruvi edasi liikuma. Kui mutter päripäeva keeramisel hakkab meist eemalduma, siis nimetatakse niisugust keeret parempoolseks. Kui aga mutri eemaldamiseks on tarvis seda keerata vastupäeva, siis nimetatakse sellist keeret vasakpoolseks. Joonisel 180 on näidatud parem- ja vasakpoolne keere.



Joon. 180. Parempoolne *(a)* ja vasakpoolne *(b)* keere.

Silindrile keerme moodustamiseks lõigatud kruvisoont nimetatakse teisiti keermesooneks, kuna kõrgemat osa nimetatakse keermeharjaks ehk -niidiks. Soonte ja harjade kontuuri sellisel kujul, nagu see oleks nähtav keerme pikilõikes, nimetatakse keerme profiiliks. See- või teistsugune keermeprofiil saadakse sõltuvalt lõikeriista lõikeosa kujust, millega toimub keerme lõikamine. Kõige sage-

damini kasutatakse kolmnurkset keeret, mida vaadeldakse allpool lähemalt. Peale kolmnurkse keerme kasu-



Joon. 181. Masinaehituses kasutatavate keermete profiilid:
a — kolmnurkne (mahalõigatud tippudega); *b* — täisnurkne keere; *c* — trapetskeere; *d* — tugikeere; *e* — ümarkeere.

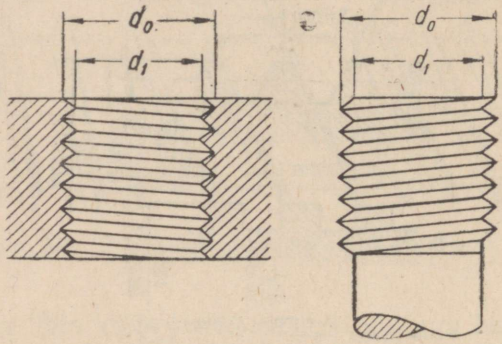
tatakse praktikas ka teiste profiilidega keermeid, mis on näidatud joonisel 181.

Keerme põhielementideks on: keerme profiili tipunurk,

keerme välis-, keskmine ja siseläbimõõt, keerme kõrgus ja keerme samm.

Keerme profiili tipunurga all mõistetakse nurka, mille moodustavad profiili külgpinnad telgjoone tasapinnas.

Välisläbimõõduks d_0 (joon. 182) nimetatakse kruvi keerme suurimat läbimõõtu keerme tippude vahel perpen-



Joon. 182. Mutri ja poldi välis- ja siseläbimõõt.

dikulaarselt telgjoonega. Siseläbimõõduks d_1 nimetatakse kaugust, mis võrdub selle silindri läbimõõduga, millele on keermeniit peale keeratud. Välis- ja siseläbimõõdud on ühesugused nii välis- kui ka sisekeermel. Keerme keskmiseks läbimõõduks d_k nimetatakse kaugust kahe joone vahel, mis on tõmmatud keerme profiili keskkohtadesse keermesoone põhja ja harja tipu vahele paralleelselt kruvi telgjoonega (joon. 183).

Keerme kõrguseks t_0 nimetatakse kaugust keerme tipust selle põhjani, s. o. harja kõrgust.

Kaugust S keerme kahe naaberniidi vahel, mõõdetult piki kruvi moodustajat, nimetatakse keerme sammuks. Keerme samm antakse kas millimeetrites või tollides. Toll võrdub 25,4 mm ja tähistatakse märgiga "; seda on võimalik kirjutada järgmiselt: 1"=25,4 mm.

Tollimõõdustikus antakse mõnikord keerme samm tolli murdosades, näiteks samm $S=1/8$". Sagedamini aga antakse sammu suuruse asemel keerme pikkuse 1" kohta tulev niitide arv. Öeldakse näiteks — tollkeere 4 niiti 1" kohta. On täiesti selge, et kui keerme samm on $1/8$", siis

1" kohta tuleb sel juhul 8 niiti. Kui aga on tegemist keermega, millele on 4 niiti 1" kohta, siis see tähendab, et niisuguse keerme samm on 1/4". Keerme samm antakse seega kas millimeetrites või tolli murdosades või näidatakse niitide arv 1" kohta.

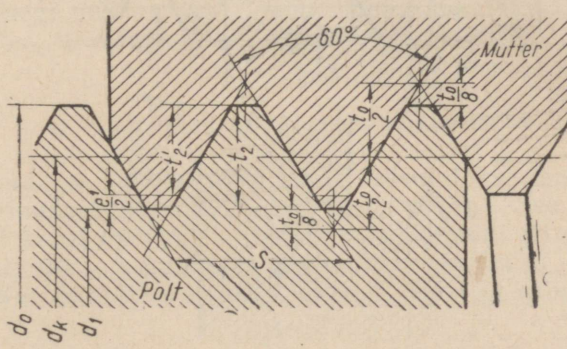
Märkus. Tuleb märkida, et mitmekäiguliste keermete puhul on tarvis vahet teha mõistete «keerme samm» ja «keerme tõus» vahel. Keerme tõusu all tuleb mõista kaugust, mille võrra mutter nihkub ühe täispöördega teljesuunas edasi, kui kruvi seisab paigal. Ühekäigulisel keermel on käik ja samm võrdsed.

Mitmekäigulistel keermetel võrdub keerme tõus keerme sammu ja käikude arvu korrutisega.

2. Keerme liigid

Masinaehituses kasutatakse kolme liiki kolmnurk-keermeid: meeterkeeret, tollkeeret ja torukeeret.

Meeterkeerme profiiliks (joon. 183) on võrdhaarne kolmnurk tipunurgaga 60°. On olemas kuut liiki meeter-



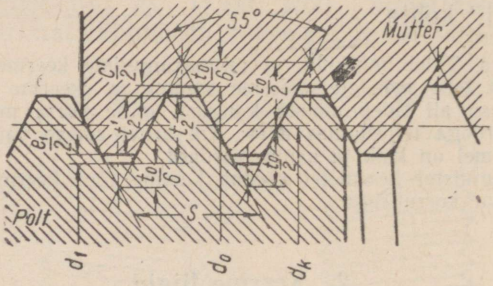
Joon. 183. Meeterkeerme profiil.

keermeid: normaalne ja peenkeermed 1., 2., 3., 4. ja 5. Peenkeermed erinevad üksteisest peamiselt sammu suuruse poolest.

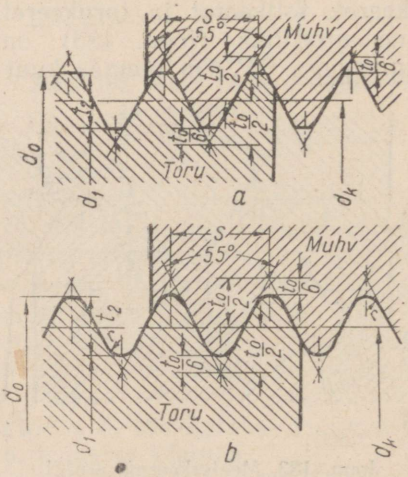
Tollkeerme profiilil (joon. 184) on tipunurk 55°. Tollkeeret lubatakse kasutada ainult tagavaraosade valmistamisel ega tohi kasutada uute toodete projekteerimisel.

Torukeerme profiil (joon. 185) on 55°-se tipunurgaga, seda mõõdetakse tollides ja iseloomustatakse niitide

arvuga 1" kohta. Keerme nimiläbimõõduks loetakse leppeliselt toru siseläbimõõtu. Harjade tipud lõigatakse nii kruvil kui ka mutril kas lamedaks või ümardatakse.



Joon. 184. Tollkeerme profiil.



Joon. 185. Torukeerme profiil: *a* — lamedate tippudega; *b* — ümardatud tippudega.

Lamedalt lõigatud tippudega profiili on lihtsam valmistada ja seda kasutatakse tavaliste toruliidete puhul, mis on arvestatud madalatele rõhkudele ja mida tihendatakse menniku abil linakiudude või niitidega.

Ümardatud profiili soovitatakse juhtudeks, kui toruliidete tihedusele esitatakse kõrgendatud nõudeid.

3. Mitmesuguse profiiliga keermete kasutamine

Kõige enam kasutatakse silindrilist kolmnurkset meeterkeeret, mida nimetatakse tavaliselt kinnituskeermeks, kuna see keere lõigatakse tavaliselt kinnitusdetailidele, nagu tikkpoltidele, poltidele ja mutritele.

Peale silindriliste kolmnurksete keermete kasutatakse praktikas ka koonilisi kolmnurkseid keermeid, mis võimaldavad saada eriti tihedat liidet; niisuguseid keermeid kasutatakse koonilistel korkidel, armatuuris ja ka määrdeniplitel.

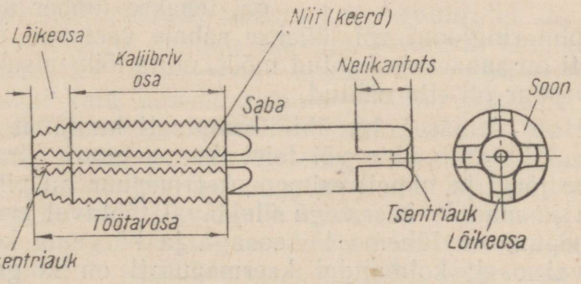
Täisnurkset ja trapetskeermeid kasutatakse detailidel, mis on ette nähtud liikumise ülekandmiseks, nagu näiteks käigukruvid, metalli lõiketöötlemise supordite kruvid, tungraudade kruvid, kruustangide kruvid jne.

Saag- ehk tugikeere leiab kasutamist mehhanismides, mis peavad vastu võtma suurt survet ja seda alati ühes suunas, nagu näiteks hüdraulilistes ja mehaanilistes pressides.

Ümarkeere paistab silma võrdlemisi suure vastupidavusega isegi mustas keskkonnas. Seda kasutatakse vaguni sidurites, veevärgi ja selletaolises armatuuris.

4. Tööriistad sisekeerme lõikamiseks

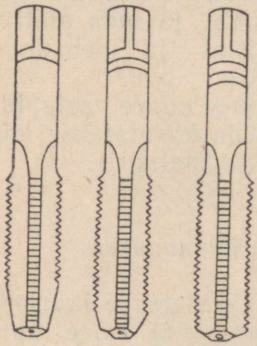
Aukudesse keerme lõikamiseks kasutatakse keermepuuriks nimetatavat lõikeriista (joon. 186). See kujutab endast kruvi, mis on varustatud sagedamini sirgete, harvemini spiraalsoontega. Sooned moodustavad lõikeservad. Keermepuur koosneb töötavast osast ja sabast. Saba



Joon. 186. Keermepuur.

on ette nähtud keermepuuri kinnitamiseks padrunisse või pöörkangi sisse (pöörkangide kohta vt. allpool). Käsikeermepuuridel on saba ots neljakandiline.

Keermepuuri töötavaks osaks on selle keermetatud osa, millega toimubki keerme lõikamine. Keermepuuri töötav osa koosneb lõike- ja kaliibrivosadest. Lõikeosa kujutab endast koonust, mis teostab suurema osa keerme lõikamise tööst. Kaliibrivosa on ette nähtud keermepuuri juhtimiseks keermetamisel kui ka keermetatud augu puhastamiseks ja kaliibrimiseks. Keermepuuril on kaks tsentriauku, mida on tarvis keermepuuri valmistamisel kui ka selle ületeritamisel. Väikese läbimõõduga keermepuuridel, millede otspindadele tsentriaugud ei mahu, valmistatakse niinimetatud välistsentrid, mis kujutavad endast kahte väheldast väliskoonust.



Joon. 187. Käsikeermepuuride komplekt.

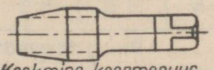
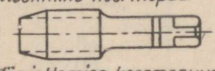
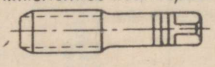
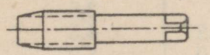
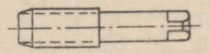
Käsitsi keermetamisel kasutatakse kahest või kolmest keermepuurist koosnevat komplekti. Kolmest keermepuurist koosnevasse komplekti kuuluvad eelpuur, keskmine ja viimistluspuur (vt. tabel 19).

Eelpuur lõikab esimesena keerme, sellejärel kasutatakse keskmist keermepuuri; viimistlus-keermepuuri kasutatakse keermetamise lõpuleviimiseks ning keerme kalibreerimiseks. Et teha kindlaks, kas on tegemist eelpuuri, keskmise või viimistluspuuriga, tehakse ümber üks, kaks või kolm ringjoont või lüüakse sabale vastavad numbrid. Samuti on sabaosale kantud mõõt, mille lõikamiseks antud keermepuur on ette nähtud.

Kui on olemas kolm ühte komplekti kuuluvat keermepuuri, siis võib ühte või teist keermepuuri ära tunda keerme järgi ja nimelt esimene keermepuur on pika lõikeosaga ja madala keermega ülejääval töötaval osal; teine keermepuur on lühema lõikeosaga ja kõrgema keermega töötaval osal; kolmandal keermepuuril on kõige lühem lõikeosa ja täieliku profiiliga keere töötaval osal.

Tabel 19

Lukksepa-keermepuuride tähtsamad tüübid

Nimetus		Skits	Läbimõõt alates	Läbimõõt kuni
Käsi-keermepuurid				
Kolmest keermepuurist koosnev komplekt	Meeterkeermele	Eeltöötlemise keermepuur  Keskmine keermepuur  Viimistlemise keermepuur 	1 mm	52 mm
	Tollkeermele		1/4"	2"
Kahest keermepuurist koosnev komplekt	Torukeermele	Eeltöötlemise keermepuur  Viimistlemise keermepuur 	1/8"	4"

Peale käsi-keermepuuride kasutatakse praktikas ka masin-keermepuure, mis erinevad käsi-keermepuuridest oma sabaosaga ja mida, nagu näitab nende nimetus, kasutatakse pinkidel keerme lõikamiseks. Läbivaukude keermetamiseks ettenähtud masina-keermepuuridel on pikk, kuni kuue keerme sammu pikkune lõikeosa. Umbaukude keermetamiseks ettenähtud masina-keermepuuridel on lühem, kuni kahe keerme sammu pikkune lõikeosa.

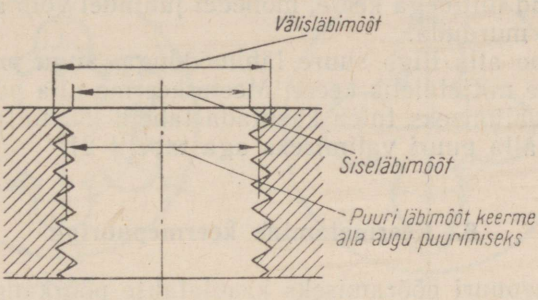
Keerme lõikamiseks pinkidel niisugustesse materjalidesse, nagu malm, pronks, messing, vask, alumiinium jne. kasutatakse ühte keermepuuri; terasesse keerme lõikamiseks tuleb mõnikord kasutada kahest keermepuurist koosnevat komplekti; esimene keermepuur keermetab esialgselt ning kergendab teise keermepuuri tööd, teine aga laiendab keerme nõutava suuruseni.

Puuride läbimõõdud meeterkeerme alla malmi ja pronksi ning terase ja messingi sisse aukude puurimiseks

Keerme läbimõõt mm	Keere							
	normaalne kinnituskeere		1. peen		2. peen		3. peen	
	malm ja pronks	teras ja messing	malm ja pronks	teras ja messing	malm ja pronks	teras ja messing	malm ja pronks	teras ja messing
	Puuri läbimõõt mm							
1,0	0,75		0,8		—	—	—	—
1,2	0,95		1,0		—	—	—	—
1,4	1,1		1,2		—	—	—	—
1,7	1,35		1,5		—	—	—	—
2,0	1,6		1,75		—	—	—	—
2,3	1,9		2,05		—	—	—	—
2,6	2,15		2,25		—	—	—	—
3,0	2,5		2,65		—	—	—	—
3,5	2,9		3,15		—	—	—	—
4	3,3		3,5		—	—	—	—
5	4,1	4,2	4,5		—	—	—	—
6	4,9	5,0	5,2		5,5	5,5	—	—
7	5,9	6,0	6,2		6,1	6,5	—	—
8	6,6	6,7	6,8	6,9	7,1	7,2	7,4	7,5
9	7,6	7,7	7,8	7,9	8,1	8,2	8,4	8,5
10	8,3	8,4	8,8	8,9	9,1	9,2	9,4	9,5
11	9,3	9,4	9,8	9,9	10,1	10,2	10,4	10,5
12	10,0	10,1	10,5	10,6	10,8	10,9	11,2	
14	11,7	11,8	12,3	12,4	12,8	12,9	13,2	
16	13,8	13,8	14,3	14,4	14,8	14,9	15,2	
18	15,1	15,3	16,3	16,4	16,8	16,9	17,2	
20	17,1	17,3	18,3	18,4	18,8	18,9	19,2	
22	19,1	19,3	20,3	20,4	20,8	20,9	21,2	
24	20,6	20,7	21,7	21,8	22,3		22,9	
27	23,5	23,7	24,7	24,8	25,3		26,0	
30	26,0	26,1	27,7	27,8	28,3		29,0	
33	29,0	29,2	30,7	30,8	31,3		32,0	
36	31,4	31,6	32,6	32,7	33,7		34,4	
39	34,4	34,6	35,6	35,7	36,7		37,3	
42	36,8	37,0	38,6	39,7	39,7		40,3	
45	39,8	40,0	41,6	41,7	42,7		43,3	
48	42,7	42,7	44,6	44,7	45,7		46,4	
52	46,2	46,4	48,6	48,7	49,7		50,3	

5. Puuride valik keermetatavate aukude puurimiseks

Auk, millesse lõigatakse sisekeeret keermepuuriga, peab olema puhas, s. t. peab olema puuritud, süvihõõritsaga töödeldud või siis üle treitud. Keerme lõikamisel surutakse materjali osaliselt välja, mistõttu puuri läbimõõt peab olema keerme siseläbimõõdust veidi suurem (joon. 188).



Joon. 188. Keerme alla puuritava augu läbimõõdu valik.

Tabel 21

Puuride läbimõõdud aukude puurimiseks toll-kinnituskeerme ja torukeerme alla

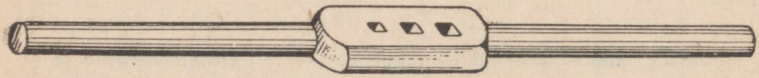
Toll-kinnituskeere			Torukeere	
keerme läbimõõt tolli	malmi ja pronksi töötlemisel	terase ja messingi töötlemisel	keerme läbimõõt tolli	puuri läbimõõt mm
	puuri läbimõõt mm			
1/8	—	—	1/8	8,8
1/4	5,0	5,1	1/4	11,7
5/16	6,4	6,5	3/8	15,2
3/8	7,8	8,0	1/2	18,6
1/2	10,3	10,5	3/4	24,3
5/8	13,3	13,5	1	30,5
3/4	16,2	16,5	1 1/4	39,2
7/8	19,0	19,5	1 3/8	41,6
1	21,8	22,3	1 1/2	45,1
1 1/8	24,6	25,0	—	—
1 1/4	27,6	28,0	—	—
1 3/8	—	—	—	—
1 1/2	33,4	33,7	—	—
1 3/4	38,5	39,2	—	—
2	43,7	44,8	—	—

Kõvade ja habraste metallide puhul on augu läbimõõdu muutumine keermetamisel väiksem kui pehmete ja sitkete metallide puhul. Kui puurida keerme alla auk, mille läbimõõt vastab täpselt keerme siseläbimõõdule, siis hakkab keermetamisel väljamuljutav materjal suruma keermepuuri hammastele, mistõttu need kuumenevad ja nende külge kleepub metalliosakesi. Sel juhul võidakse saada kärisenud niitidega keere, mõnedel juhtudel võib aga keermepuur murduda.

Keerme alla liiga suure läbimõõduga augu puurimisel saadakse mittetäielik keere. Meeterkeerme alla puuri läbimõõdu valimiseks tuleb kasutada tabelit 20, toll- ja torukeerme alla puuri valimiseks aga tabelit 21.

6. Keermetamine keermepuuriga

Keermepuuri pööramiseks kasutatakse pöörkangi (joon. 189). Pöörkangil on kolm erineva suurusega neljakandilist auku keermepuuri neljakandilise pea jaoks.



Joon. 189. Pöörkang.

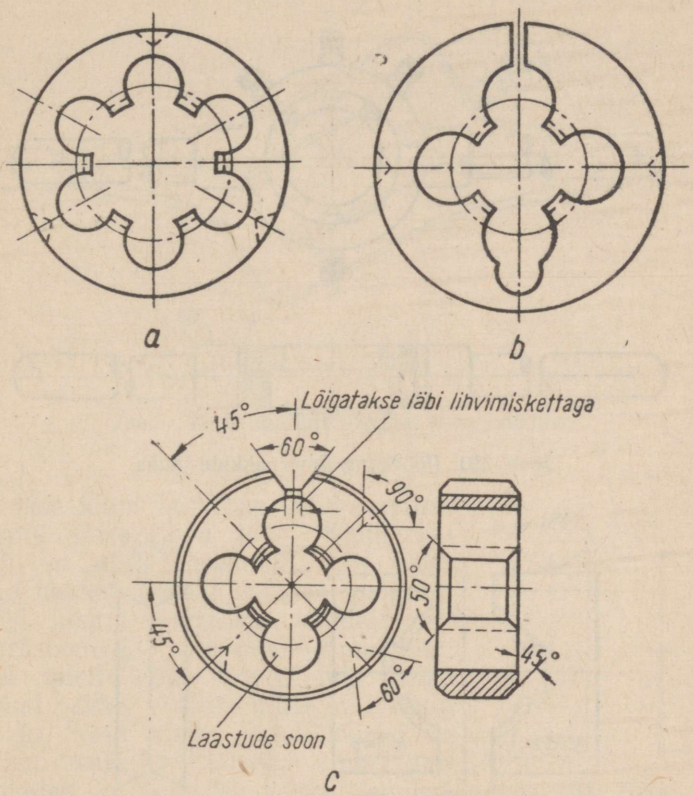
Augu ettevalmistamisel keermetamiseks on soovitav seda süvitada, et vältida keerme alguse vigastamist. Enne keermetamist tuleb keermepuur asetada auku selliselt, et selle telgjoon ühtiks täpselt keermetatava augu telgjoonega, kuna vastasel korral saadakse kallakkeere ja keermepuur võib murduda.

Teise ja kolmanda keermepuuriga töötamisel tuleb pöörkang peale panna pärast seda, kui teine või kolmas keermepuur on keermesse sisse läinud.

Töö kergendamiseks ja mahavõetava laastu purustamiseks pööratakse keermepuuri ühe täiskeerme võrra töösuunas ja poolpööret tagasi. Puhtama keerme saamiseks ning keermetamise kergendamiseks on pehme terase ja messingi töötlemisel soovitav kasutada emulsioonilahust, keskmise kõvadusega ja kõva terase puhul — värnitsat, alumiiniumi puhul — petrooleumi. Malmi ja pronksi tuleb keermetada kuivalt.

7. Tööriistad väliskeerme lõikamiseks

Joonisel 190 kujutatud tööriistu nimetatakse ümarpakkideks. Neid kasutatakse keermete lõikamiseks kruvidele, poltidele, tikkpoltidele jne.

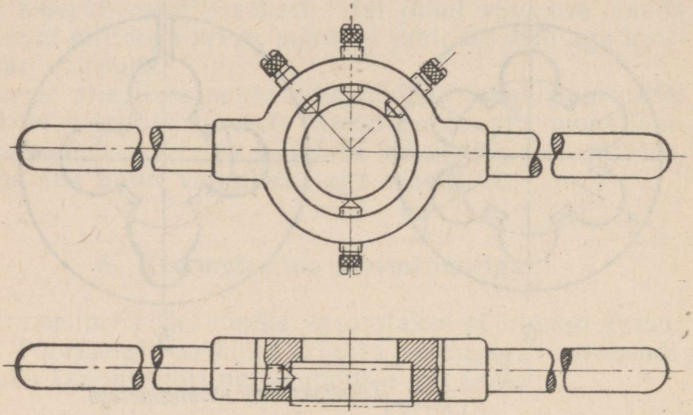


Joon. 190. Ümarpakid: *a* — tervikpakk; *b* — lahtilõigatud pakk; *c* — osalise sisselõikega pakk.

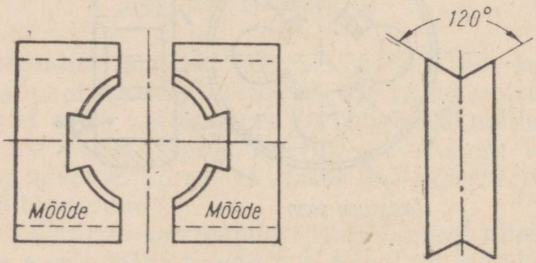
Paki välispinnal asuvatesse koonusaukudesse käivad kruvid, millede abil pakk kinnitatakse kluppi (joon. 191). Joonisel 190, *b* kujutatud pakk on läbi lõigatud, mistõttu seda on võimalik reguleerida, s. o. keerme läbimõõtu veidi suurendada või vähendada. Reguleerimine toimub klupi

kolme kruvi abil, milledest üks läheb sisselõikesse ja võib sissekeeramisel pakki veidi laiendada; kahe ülejäänud kruvi abil on võimalik sisselõiget kokku suruda.

Tervikpakke (joon. 190, *a*) kasutatakse harvem, kuna nendega töötamisel pole võimalik reguleerida lõigatava keerme läbimõõtu.



Joon. 191. Pöörkang ümarpakkide jaoks.



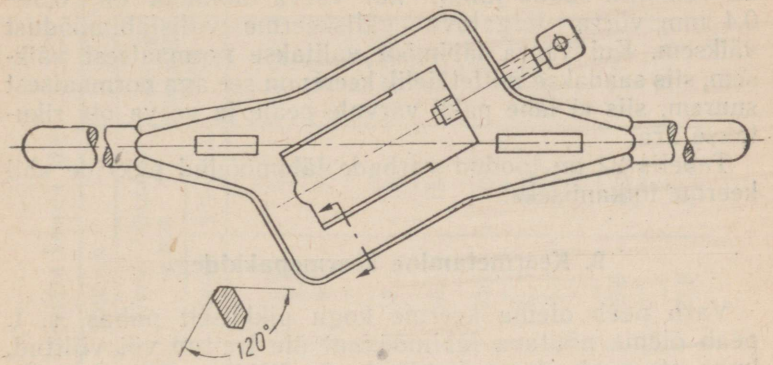
Joon. 192. Laialilükatavad prismakujulised pakid.

Nelja- ja kuuekandilised pakid erinevad ümmargustest ainult oma väliskuju poolest ja võimaldavad keermetada ka ilma klupita ning kasutada paki pööramiseks tavalist mutrivõtit.

On tarvis märkida, et uued läbilõigatud pakid pole täiesti läbi lõigatud. Nendel on vaid osaline sisselõige,

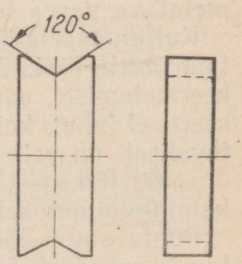
mis tuleb enne töö alustamist õhukese lihvimiskettaga lõpuni läbi lõigata. Niisuguse sisselõikega pakk on näidatud joonisel 190, *c*.

Joonisel 192 on näidatud laialilükatavad prismakujulised pakid. Pakkide külgpindadel on nurksooned. Pakid kinni-



Joon. 193. Klupp laialilükatavatele pakkidele.

tatakse klupi keskosas asuva erilise raami sisse (joon. 193). Klupi raamil on nurk-juhtpinnad, mis hoiavad pakke. Pärast pakkide paigutamist kluppi asetatakse nendele veel nurksoontega vahetükk (joon. 194). Sel viisil klupi kruvi, mis hoiab kohal pakke, ei toetu mitte otse vastu pakki, vaid vastu vahetükki. Ühte pakki kruvi keeramisega ümber paigutades on võimalik pakke reguleerida, s. t. seada neid lõigatavale keermele vastavale kaugusele.



Joon. 194. Nurksoontega vahetükk.

Pakkide lauppinnale on kantud keerme suurus ja täht «Л», kui pakk on ettenähtud vasakpoolse keerme lõikamiseks, ning materjali mark, millest pakk on valmistatud. Süsinikterasest pakkidel võib materjali mark olla ka peale kandmata.

8. Varda läbimõõdu valik lõigatava keerme alla

Need kaalutlused, milledest oli juttu sisekeerme alla puuritavate aukude läbimõõdu valikul, peavad paika ka väliskeerme alla varva läbimõõdu valikul. Väliskeermete lõikamise praktika näitab, et parima kvaliteediga keeret on võimalik saada juhul, kui varva läbimõõt on 0,3—0,4 mm võrra lõigatava väliskeerme välisläbimõõdust väiksem. Kui varva läbimõõt valitakse normaalsest väiksem, siis saadakse mittetäielik keere; on see aga normaalsest suurem, siis ei lähe pakk varvale peale ja varva ots rikutakse ära.

Tabelis 22 on toodud varbade läbimõõdud pakkide abil keerme lõikamiseks.

9. Keermetamine keermepakkidega

Varb peab olema keerme kogu pikkuselt puhas, s. t. peab olema nõutava läbimõõduni üle treitud või viilitud, kuna ots peab olema faasitud, et vältida varva otsa rikkumist keermetamisel. Pakk kinnitatakse pöörkangi või klupi sisse lõikeosaga keermetatava varva poole; lõikeosa võib mahalõigatud niitide järgi kergesti ära tunda. Keermetatava varva telgjoon peab ühtima paki telgjoonega.

Kui on tarvis lõigata täpset keeret, siis on parem kasutada mitte lõhkilõigatud, vaid ühest tükist pakki. Pakiga keermetamisel saadakse krobeline (rebenenud niitidega) keere sel juhul, kui paki kooniline (lõike-) osa on liiga väike; tavaliselt on selle pikkuseks 2 kuni $2^1/_2$ niiti. Mida pikem on paki lõikeosa, seda puhtam saadakse keere, kuna lõikamine toimub sel juhul kergemini.

Puhta suure läbimõõduga keerme saamiseks on soovitav kasutada kahte pakki — ühte eeltöötlemiseks, teist viimistlemiseks, nagu seda tehakse sisekeerme keermepuuriga lõikamisel. Paki laastusooned peavad olema töötamisel puhtad. Vastasel korral võivad laastud sattuda keermele ja selle katki rebida, eriti paki keermelt mahakeeramisel.

Laialinihutatavate pakkidega keermetatakse samal viisil nagu keermepuuridegagi. Kui pakk on koos klupiga toorikule asetatud, keeratakse sisse kruvi sel määral, et paki hambad tungiksid 0,2—0,5 mm võrra metalli sisse. Nüüd hakatakse kluppi keerama. Keerme lõpuni jõudes keera-

Varbade läbimõõdud pakkidega lõigatava keerme alla

Meeterkeere				Tollkere			Torukeere		
keerme läbimõõt mm	samm mm	varva läbimõõt mm		keerme läbimõõt tolli	varva läbimõõt mm		keerme läbimõõt tolli	varva läbimõõt mm	
		suurim	väikseim		suurim	väikseim		suurim	väikseim
M6	1,00	5,80	5,80	1/4	5,9	6,0	T 1/8	9,4	9,5
M8	1,25	7,80	7,90	5/16	7,5	7,6	T 1/4	12,7	13,0
M10	1,50	9,75	9,85	3/8	9,1	9,2	T 3/8	16,2	16,5
M12	1,75	11,76	11,88	—	—	—	T 1/2	20,7	20,7
M14	2,00	13,70	13,82	—	—	—	—	—	—
M16	2,00	15,70	15,82	1/2	12,1	12,2	T 5/8	22,4	22,7
M18	2,25	17,70	17,82	—	—	—	—	—	—
M20	2,25	19,72	19,86	5/8	15,3	15,4	T 3/4	25,9	26,2
M22	2,25	21,72	21,86	—	—	—	—	—	—
M24	3,00	23,65	23,79	3/4	18,4	18,5	T 7/8	29,9	30,0
M27	3,00	26,65	26,79	—	—	—	—	—	—
M30	3,50	29,60	29,74	7/8	21,5	21,6	T 1	32,7	33,0
M35	4,00	34,66	34,83	1	24,6	24,8	T 1 1/8	37,3	37,3
M42	4,50	41,55	41,72	—	—	—	T 1 1/4	41,4	41,7
M48	5,00	47,55	47,72	—	—	—	—	—	—
M52	5,00	51,60	51,80	1 1/4	30,8	31,0	T 1 3/8	43,7	44,1
M60	5,50	59,50	59,70	—	—	—	—	—	—
M64	6,00	63,50	63,70	—	—	—	T 1 1/2	47,1	47,5
M68	6,00	67,50	67,70	1 1/4	37,2	37,3	—	—	—

takse klupp keermelt maha kuni lähteasendini, siis surutakse liikuvat pakki klupi kruvi abil koomale ja lõigatakse keere teistkordselt üle jne. kuni täieliku keerme saamiseni. Mida õhem on mahalõigatav laast, seda puhtam keere saadakse.

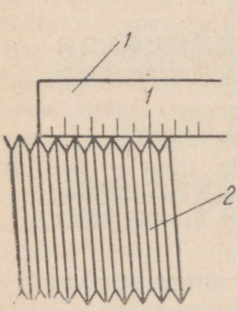
Ümarpakkidega keermetamisel saadakse keere ühe töökäiguga. Lõikekiirus peab seepärast olema väiksem, jahutamine aga tugevam.

Mutri ja poldi keermetamisel tuleb algul keermetada mutter, seejärel aga polt, kasutades keermetatud mutrit poldi keermetamisel kaliibrina.

Keermetamise tööriistade paremaks säilitamiseks on tarvis need pärast tööd õlist ja laastudest puhastada. Hoida tuleb pakke ja keermepuure puitkastides, kusjuures iga tööriista jaoks peab olema tema suurusele ja kujule vastav pesa.

Niisuguste detailide käsitsi keermetamisel, milledel on väljaulatuvaid osi, peab olema tähelepanelik, et pöörkangi või klupi keeramisel ei vigastataks käsi.

10. Lõigatud keerme kontrollimine



Joon. 195. Keerme pikkuse 1 tolli kohta tulevate niitide arvu lugemine.

Keerme välisläbimõõdu mõõtmiseks kasutatakse kas nihkkaliibrit või siis mikromeetrit, sõltuvalt keermetamisel nõutavast täpsusest.

Ühe tolli kohta tulevate niitide arvu kindlakstegemiseks kasutatakse tolljaotustega terasjoonlauda. Selleks asetatakse joonlaud *1* vastu kruvi *2* selliselt, et nulljaotus ühtiks mingi niidi harjaga (joon. 195). Seejärel loetakse, mitu keermesoont tuli ühe tolli kohta. Teades niitide arvu 1 tolli kohta, võib hõlpsalt arvutada keerme sammu tollides.

Niisuguse arvutamise asemel on parem kasutada keermekammi. Selleks valitakse niisuguste hammastega kamm, mis täpselt vastab kontrollitavale keermele. Niitide arvu ühe tolli kohta näitab valitud keermekammile märgitud arv. Samasugust keermekammi on võimalik

kasutada 1 tolli kohta tulevate niitide arvu kindlakstegemiseks ka sisekeermel.

Väikese läbimõõduga sisekeermete niitide arvu kindlakstegemiseks võib soovitada järgmist mõõtmisviisi: kontrollitava keermega augu sisse tuleb pista puittikk, näiteks tuletikk, ja suruda see vastu keeret, et saada sel viisil jäljendit, mille järgi ongi võimalik kindlaks teha 1 tolli kohta tulevat niitide arvu.

Välise ja sisemise meeterkeerme sammu tuleb määrata analoogiliselt sellega, kuidas toimub niitide arvu kindlakstegemine tollkeermel, tolljaotustega joonlaua asemel tuleb aga kasutada millimeeterjaotusega joonlauda ning tollkeerme kammi asemel meeterkeerme kammi.

Täpsemate tulemuste saamiseks tuleb meeterkeerme sammu mõõtmisel kindlaks teha pikkus, millele mahub näiteks 10 sammu; jagades siis selle pikkuse 10-ga, saame keerme sammu millimeetrites.

Kõige rohkem kasutatavate keermete leppelised tähistused joonistel on toodud tabelis 23.

Tabel 23

Keerme tüüp	Missugused mõõtmed näidatakse joonisel	Leppeline tähistus	Mutri või poldi keerme tähistuse näide
Normaalne meeterkeere	Keerme välisläbimõõt (mm) või keerme välisläbimõõt ja samm (mm)	M	M10 või M10×1,5 või 10×1,5
Peen meeterkeere	Keerme välisläbimõõt ja samm (mm)	1M, 2M... ... 5M	2M36×2 või 36×2
Ühekäiguline trapetskeere, normaalne ja peen	Sama	Трап	Трап 20×4 Трап 20×2
Normaalne ja peen tugikeere	„	Уп	Уп 30×6 Уп 30×3

Kontrollküsimusi

1. Mida nimetatakse kruvijooneks ja kuidas tekib keere?
2. Mida kujutavad endast ühe-, kahe- ja kolmekäigulised kruvid?
3. Mida loetakse keerme põhielementideks ja mida kujutab endast iga element?
4. Missugused keerme liigid on olemas ja kus neid kasutatakse?
5. Missugused tööriistad on sisekeerme lõikamiseks ja kuidas nad töötavad?

6. Missugused tööriistad on väliskeerme lõikamiseks ja kuidas nad töötavad?
7. Kuidas kontrollida, kas lõigatud keere on õige?
8. Missugust praaki võib esineda keermetamisel ja missuguste abinõudega on võimalik seda vältida?

XVI PEATÜKK

KAABITSEMINE

1. Kaabitsemise mõiste

Kaabitsemiseks nimetatakse metalli pinna sellist töötlemist, kus kaabitakse maha õhukesi metallikihte kaabitsateks nimetatavate lõikeriistadega. Kaabitsemist kasutatakse juhul, kui on tarvis tagada hõõrdepindade tihedamat kokkupuutumist. Kaabitsetakse nii sirgeid kui ka kõveraid pindu. Sirgjoonelisteks pindadeks on näiteks silindrite ploki ja plokikaane pinnad, metalli lõiketöötlemise pinkide sängide juhtpinnad jne., kõverjooneliseks pinnaks — laagrite pinnad. Kaabitsemisega üheaegselt toimub tavaliselt töödeldavate pindade sobitamine kas koostöötavate detailide või eriliste kontrolljoonlaudade või kontrollplaatide, silindriliste pindade puhul aga kontrollvõllide järgi.

Kaabitsemisele kuuluvad pinnad tuleb eelnevalt töödelda viilide, lõiketerade või muude lõikeriistade abil.

Et kindlaks teha, missugune pinnaosa nimelt vajab kaabitsemist, asetatakse detail kaabitsetava pinnaga õhukese värvikihiga kaetud kontrollplaadile ja detailile kergesti vajutades nihutatakse seda mitmes suunas mööda plaati.

Kaabitsetava pinna kõrgemad kohad kattuvad värvitäppidega ja neid kohti tulebki kaabitseda.

Kaabitsemise vältel suureneb järk-järgult täppide arv, kuni lõpuks saavutatakse detaili kohta tehnilistes tingimustes antud nõutav täppide arv ja suurus.

2. Kaabitsemiseks vajalikud töötlusvarud

Kuna kaabits võtab maha õige õhukese laastu, mille paksus on 0,002—0,005 mm, siis ei tohi kaabitsemiseks jäetav töötlusvaru olla kuigi suur. Need töötlusvarud sõltuvad töödeldava pinna laiusest ja pikkusest või siis töödeldava augu läbimõõdust ja pikkusest. Tabelis 24 on toodud tasapindadele ja aukudele kaabitsemiseks jäetavad töötlusvarud.

Tabel 24

Tasapindade kaabitsemine

Tasapinna laius mm	Tasapinna pikkus mm				
	100—500	500—1000	1 000—2 000	2 000—4 000	4 000—6 000
	Töötlusvaru mm				
Kuni 100	0,10	0,15	0,20	0,25	0,30
100—500	0,15	0,20	0,25	0,30	0,40

Aukude kaabitsemine

Augu läbimõõt mm	Augu pikkus mm		
	kuni 100	100 — 200	200 — 300
	Töötlusvaru mm		
Kuni 80	0,05	0,08	0,12
80—180	0,10	0,15	0,25

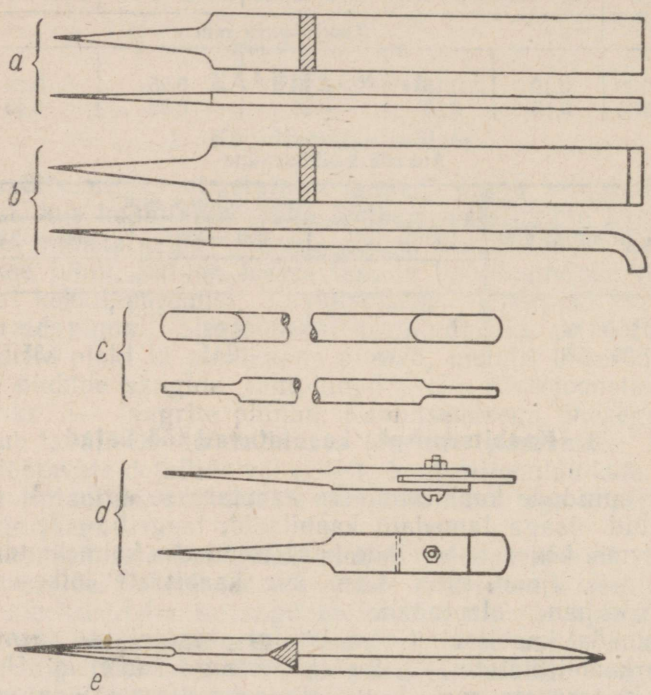
3. Kaabitsemiseks kasutatavad tööriistad

Tasapindade kaabitsemiseks kasutatakse sirge või painutatud otsaga lamedaid kaabitsaid, laagriliudade, pukside vms. kõverate pindade kaabitsemiseks kolmekandilisi kaabitsaid (joon. 196). Lamedate kaabitsate lõikeservadeks on nende otspindade servad.

Lamedat kaabitsat (joon. 196, *a*) kasutatakse tasapindade kaabitsemiseks, painutatud otsaga kaabitsat (joon. 196, *b*) teravate nurkade või siis pehmete metallide, nagu näiteks alumiiniumi, tsingi, babiidi jne. kaabitsemiseks. Ümarterasest valmistatud kahe otsaga kaabitsal (joon. 196, *c*) on tööiga kahe otsa tõttu pikem. Joonisel 196, *d* näidatud kaabitsal on vahetatav lõiketera, mis käib pideme pilusse ja kinnitatakse sinna kruvi abil. Kolmekandilist kaabitsat (joon. 196, *e*), nagu varem juba nimetatud, kasutatakse kõverate pindade kaabitsemiseks. Kolmekandilise kaabitsa külgpindadele tehakse sageli kogu nende pikkuses 0,5—0,1 mm sügavuselt sooned, mis hõlbustavad kaabitsa teritamist käial.

Lamedaid kaabitsaid valmistatakse sageli vanadest lameviilidest, kolmekandilisi aga kolmekandilistest viilidest, käiates nende otstelt raide maha, et kujundada lõikeservi. Ühe otsaga lameda kaabitsa pikkus on 100—250 mm,

kahe otsaga kaabitsa pikkus 200—450 mm. Kaabitsa laius võetakse jämekaabitsemiseks 20—30 mm, täpseks kaabitsemiseks 15—20 mm, kõige täpsemaks kaabitsemiseks

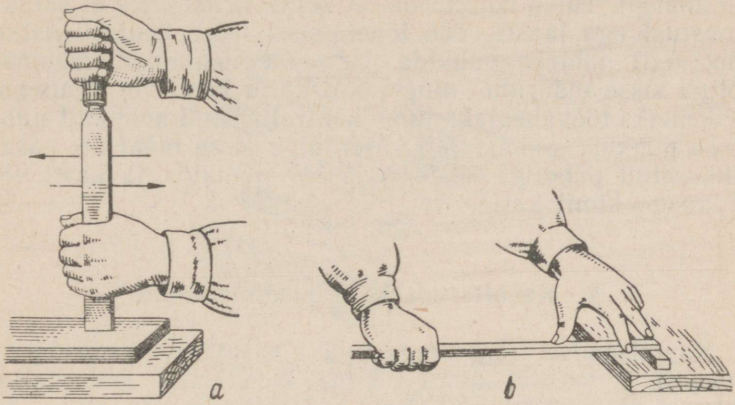


Joon. 196. Kaabitsad: *a* — lame; *b* — painutatud otsaga; *c* — kahe otsaga; *d* — vahetatava lõiketeraga; *e* — kolmekandiline.

aga 5—10 mm. Lõikeotsa paksus kõigub 1 kuni 3,5 mm vahel. Teritusnurk võetakse jämetöötlemise kaabitsatel 60—75°, puhastöötlemise kaabitsatel 90°, kolmekandilistel aga 60°.

Kaabitsaid valmistatakse süsinik-tööriistaterasest У10 ja У12. Pärast kaabitsate sepistamist teritatakse neid eelnevalt käial ja karastatakse siis vees. Noolutamine jääb kas üldse ära või toimub see üsna nõrgalt. Pärast karastamist teritatakse kaabitsat lõplikult käial ja silutakse siis tahul või luisul, mille teralisus on 90 ja üle selle.

Silumisel hoitakse kaabitsat otspinnaga vastu tahku ja liigutatakse seda otspinna pikkuse sihis, kusjuures kõverjoonelise lõikeserva saamiseks kaabitsat veidi kallutatakse (joon. 197, *a*). Pärast otspinna silumist silutakse kaabitsa külgpindu (joon. 197, *b*). Kolmekandilise kaabitsa



Joon. 197. Kaabitsa silumine: *a* — otspinna silumine; *b* — külgpindade silumine.

silumiseks liigutatakse seda pikisuunas. Kui silumisel liigutada kaabitsaid mingis teises sihis, siis tekib nende lõikeserval väikesi sälke ja kaabits jätab töödeldavale pinnale kriimustusi. Kaabitsate silumiseks kasutatavaid tahke ning luiske tuleb määrida õhukese masinaõlikihiga.

Tavalistel töödel tuleb kaabitsat kaheksatunnilise töötamise vältel siluda vähemalt viis-kuus korda.

Kaabitsetavate laiade tasapindade kvaliteedi kontrollimiseks kasutatakse kontrollplaate. Pikkade ja võrdlemisi kitsaste tasapindade kontrollimiseks kasutatakse lamedaid kontrolljoonlaudu, sisemiste kahetahuliste nurkade kontrollimiseks aga kolmetahulisi kontrolljoonlaudu (vt. VIII peatükk). Silindriliste pindade kontrollimiseks kasutatakse nendega, näiteks laagrite või laagriliudadega, koostöötavaid võlle.

Kaabitsetava pinna ebatasasusi on võimalik avastada kaabitsetava detaili asetamisega õhukese värvikihiga kaetud kontrollabinõule (plaadile, joonlauale, võllile) või,

vastupidiselt, õhukese värvikihiga kaetud kontrollabinõu asetamisega kaabitsetava detaili pinnale.

Töö täpsus sõltub kontrollriistade seisukorrast ning seepärast tuleb nendega hoolikalt ümber käia. Kaabitsetava pinna kontrollimisel tuleb kasutada kontrollplaadi kogu pinda. Kontrollriistu tuleb kasutada ainult nende otsesel eesmärgil. Tuleb hoolitseda, et kontrollriistadele ei satuks mustust ega laaste. Töö lõpetamisel tuleb kontrollriistad hoolikalt puhtaks pühkida ja nende tööpinnad masinaõliga sisse määrida ning kinni katta kasti või kaanega. Pikemaks töövaheajaks tuleb kontrollriistad hoolikalt puhtaks pühkida, puhastatud vaseliiniga sisse määrida, parafineeritud paberiga tihedalt ümber mähkida ja kasti või kaanega kinni katta.

4. Kaabitsemiseks ettevalmistumine

Kaabitsemisel kõige sagedamini kasutatavad värvid on mennik ja berliini sinine. Enne kasutamist hõõrutakse värv õige peeneks pulbriks, segatakse masinaõlisse ja kantakse õhukese kihina kontrollriistale, kasutades selleks kas lappi või kahekordselt kokkupandud lappi, mis keeratakse rulli ja seotakse peene nööriga kinni. On tarvis märkida, et värvina võib kasutada ka tahma, mida segatakse autooli ja petrooleumiga.

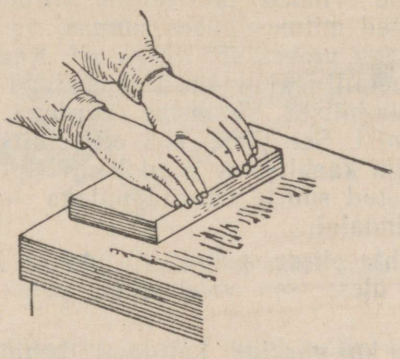
Pinda valmistatakse kaabitsemiseks ette trei-, frees- või lihvimispinkidel. Väikeste pindade ettevalmistamine kaabitsemiseks toimub sageli nende üleviilimise teel. Algul viilitakse jämeviiliga, seejärel aga peenviiliga. Enne laagrite kaabitsemist treitakse need tavaliselt üle kas treipingil või käsirakise abil. Pärast pinna ettevalmistamist võetakse töötlemisele kuuluvalt pinnalt maha väike faas.

Väikesed detailid kinnitatakse kaabitsemiseks kruustangide vahele, suuremaid detaile kaabitsetakse kohapeal.

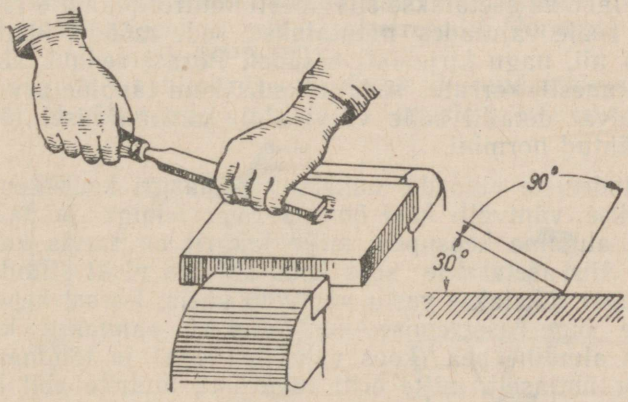
5. Kaabitsemise protsess

Oletame, et on tarvis kaabitseda väikest plaati ning seda kontrollida kontrollplaadil. Selleks pühitakse lapi või puhastusnarmastega üle kontrollplaadi tööpind ja kaabitsemisele kuuluva detaili pind. Kontrollplaadi pin-

nale kantakse lapiga õhuke värvikiht. Detail asetatakse kaabitsemisele kuuluva pinnaga kontrollplaadile (joon. 198) ja kergesti detailile vajutades nihutatakse seda mööda plaati, tehes sellega kaks-kolm ringi või «kaheksaid».



Joon. 198. Kaabitsetava pinna kontrollimine värvi abil.



Joon. 199. Lameda kaabitsaga kaabitsemine.

Nüüd kinnitatakse värvitäppidega kattunud plaadike kruustangide vahele ja kaabitakse värvunud kohad kaabitsaga maha (joon. 199). Kaabitsat hoitakse vastu töödeldavat pinda umbes 30° nurga all, kusjuures kaabitsa eesmine lõiketahk asetseb kaabitsetava pinna suhtes umbes

120° nurga all. Niisuguste nurkade puhul kaabits ei lõika, vaid kaabib metalli, võttes sellelt õhukesi laaste. Käte surve kaabitsale selle töökäigul ei pea olema kuigi suur, mitte üle 2—5 kg. Tühi-, s. o. tagasikäigu puhul kaabitsale ei vajutata.

Kaabitsemine viiakse läbi mitme siirdega. Kaabitsa lükked toimuvad mitmesuguses suunas, nii et viirud ristuksid üksteisega umbes 45° nurga all. Kaabitsa lüketest ja selle abil metalli mahavõtmisest tekkivad jäljed peavad olema ruudukujulised. Esimese siirdega toimetatakse jämekaabitsemist. See jäme- ehk eelkaabitsemine lõpetatakse, kui kogu kaabitsetav pind kontrollplaadil kontrollimisel on kaetud suurte värvitäppidega — kuni 4 täppi 25×25 mm pindalal.

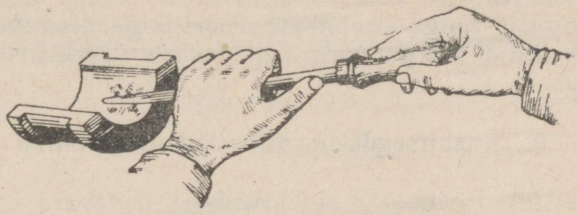
Viimase puhta siirde puhul tõstetakse kaabits tühjal tagasikäigul üles; see võte annab puhtama töödeldud pinna.

Pärast seda kui värviga kattunud kohad on kaabitsa abil maha võetud, puhastatakse töödeldud pinda harjaga ja pühitakse see lapi või puhastusnarmastega hoolikalt üle. Plaadike asetatakse siis uuesti kontrollplaadile ja kergesti peale vajutades nihutatakse seda mööda kontrollplaati nii, nagu kirjeldati eespool. Pärast seda kaabitsetakse uuesti, korrates seda niikaua, kuni täppide arv kaabitsetaval detailil selle värvi abil kontrollimisel tõuseb ettenähtud normini.

Silindriliste pindade, näiteks kepsulaagri kaabitsemisel, kaetakse väntvõlli kael õhukese värvikihiga ja lahutatakse alumine kepsupea, mille laagrit on tarvis kaabitseda. Siis asetatakse keps koos kolviga ploki silindrisse ja laager lükatakse vastu väntvõlli kaela. Pärast kepsu ja kaane õige asetsemise kontrollimist pannakse kokku kepsu alumine pea (koos vahelehtedega) ja tõmmatakse laager ühtlaselt, mitte eriti tugevasti, mutrite abil kinni nii, et väntvõlli oleks võimalik ilma erilise pingutuseta käsitsi ringi keerata.

Pärast laagri kokkupanekut keeratakse väntvõlli käsitsi 2—3 pööret. Siis lahutatakse laager, keps koos kolviga võetakse plokist välja ja laagrit kaabitsetakse. Keps (samuti ka kepsu kaas) kinnitatakse kruustangide vahele, mille mokkadele asetatakse vasest, alumiiniumist või mingist muust pehmest metallist pakid.

Kaabitseda tuleb värviga kattunud kohti. Kaabitsa jäljed peavad olema ruudukujulised (joon. 200). Laagri kaabitsemist jätkatakse niikaua, kuni vastu võlli käib vähemalt $^3/_4$ laagri pinda. Seejuures peavad värvitäpid jagunema ühtlaselt üle kogu laagri pinna.

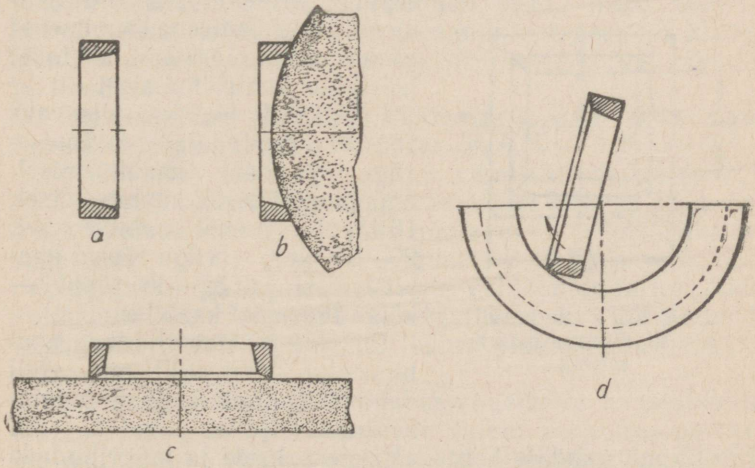


Joon. 200. Silindriliste sisepindade kaabitsemine.

Kirjeldatud operatsiooniks kulub palju aega. Mida täpsemalt on laager treitud, seda kergem on seda juurde kaabitseda.

Viimasel ajal rakendatakse laagrite kaabitsemise asemel nende täpset ja puhast sisetreimist Voronovi konstruktsiooni pingil (УРБ-ВП).

Laagrite kaabitsemise protsessi kiirendamiseks selle arvel, et vähendada kaabitsa teritamiste ja silumiste arvu,



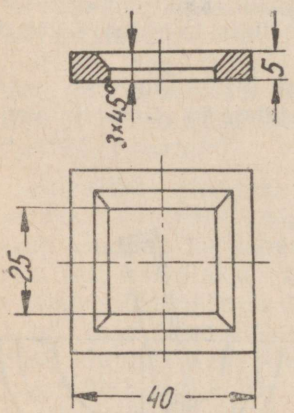
Joon. 201. Rõngaskaabitsa kasutamine.

võib kolmekandilise ja painutatud otsaga kaabitsa asemel kasutada koonusrull-laagri välisrõngast (joon. 201, *a*). Niisugust rõngast võib võtta kulunud rull-laagrist isegi siis, kui selles leidub pragusid või on olemas ainult osa rõngast. Rõngas tuleb teritada nii, nagu näidatud joonisel 201, *b*, tavalisel terituskäial ja siluda peeneteralisel käial (joon. 201, *c*).

Niisuguste rõngaskaabitsate oskuslik kasutamine (joon. 201, *d*) tõstab märgatavalt kaabitsemise operatsiooni tootlikkust.

6. Kaabitsemise kvaliteedi kontrollimine

Kaabitsetud pinnal ei tohi leiduda sügavaid kaabitsajälgi ega kriimustusi. Viirutus peab olema ühtlane ja peen. Kaabitsemise täpsust määratakse täppide arvu järgi 25×25 mm suuruse ruudu pindalal. Kaabitsemise täpsuse määramiseks kasutatav raam on näidatud joonisel 202. Niisuguseid raame valmistatakse umbes 5 mm paksusest metallist või õhemast lehtmetallist ja isegi papist.



Joon. 202. Raam kaabitsemise täpsuse määramiseks.

Raam asetatakse kontrollitavale pinnale ja loetakse ära raami sees asetsevate täppide arv. Kaabitsetud pinna 25×25 mm suuruse ruudu kohta tulevate täppide arvu määratakse aritmeetilise keskmisena kaabitsetud pinna mitmesugustel kohtadel teostatud kontrollimistest.

Praktiliselt loetakse piisavaks 25×25 mm pindalale: 4 täppi — väga jämedal kaabitsemisel; 9 täppi — jämedal kaabitsemisel; 16 täppi — peenel kaabitsemisel; 20—25 täppi — väga täpsel kaabitsemisel ja 32—36 täppi — kõige täpsemal kaabitsemisel.

Pukside ja laagriliudade kaabitsemine kuni 120 mm võlli läbimõõdu puhul peab andma keskmise täpsuse puhul 12 täppi 25×25 mm pindala kohta, täpsete pukside ja laagriliudade puhul aga 16 täppi.

Kontrolljoonlaudadelt nõutakse 25—30 täppi, kontrollplaatidelt 12—15 täppi.

Kontrollküsimusi

1. Mida kujutab endast kaabitsemisprotsess?
2. Missuguseid tööriistu kasutatakse kaabitsemisel ja millised need on?
3. Kuidas toimub ettevalmistamine detaili kaabitsemiseks?
4. Kuidas teostatakse kaabitsemist?
5. Kuidas kontrollitakse kaabitsetud pinna kvaliteeti?

XVII PEATÜKK

SOVELDAMINE

1. Üldmõisteid soveldamisest

Mingi pinna soveldamiseks nimetatakse sellelt õhukeste metallikihtide mahavõtmist lihvimismaterjalidega ja sovelditeks nimetatavate tööriistadega.

Soveldamist kasutatakse tihedate ja hermeetiliste ühenduste, täpse geomeetrilise kuju ning ka kõrge pinnasileduse saamiseks. Kraane ja klappe soveldatakse selleks, et need ei laseks läbi vedelikke ega gaase. Soveldatakse ka kontrolljoonlaudu ja nurgikuid, et anda nende tasapindadele õiget nõutavat geomeetrilist kuju.

Soveldamisele kuuluvad nende valmistamisel diiselmootorite kütuseaparatuuri mitmed osad, nagu kolb ja hülss, pihusti nõel ja korpus, taandklapi pesa ja klapp. Nendelt detailidelt nõutakse erakorraliselt kõrget täpsust ja tihedust.

Soveldamiseks jäetakse töötlusvaru 0,01—0,02 mm. Soveldamisega saavutatav täpsus on 0,001—0,002 mm.

Soveldamine kindlustab pinna viimistlusoperatsioonina mitte ainult õiget nõutavat geomeetrilist kuju ja nõutavat pinnasiledust, vaid ka tootelt nõutavaid mõõtmeid täpsusega kuni 0,0001 mm. Niisugust viimistlussoveldamist rakendatakse igasuguste kaliibrite, šabloonide ja lekaalide valmistamisel. Mõnikord soveldatakse ka lõiketerasid, kaabitsaid ja teisi lõikeriistu suure pinnasileduse saamiseks.

Soveldamine kuulub täppismasinaehituses kasutatavate kõige täpsemate töötlemisviiside hulka. Seejuures on tarvis märkida, et pinna viimistlusoperatsioonina kindlustab soveldamine kõrgemat pinnasiledust kui detailide vastas-

tikusel soveldamisel, mida saavutatakse peenemate soveldusmaterjalide ja pastade kasutamisega.

«Lõikeriistadeks» on soveldamisel peened abrasiivpulbrid, mis tavaliselt segatakse õliga. Nende abrasiivpulbrite terad pressitakse metallsoveldi pinna sisse tugevasti pealesurutava karastatud terasrulli või klotsi abil.

Võllide soveldamiseks kasutatakse sovelditena rõngaid või pukse, kuna pukside soveldamiseks kasutatakse silindrilise kujuga varbu. Soveldamist võib toimetada kas paigalseisva detaili surumisega vastu pöörlevat soveldit või detaili hõõrumisega vastu paigalseisvat soveldit.

2. Soveldusmaterjalid

Soveldamiseks kasutatakse tavaliselt abrasiivaineid, mis kujutavad endast peeneks jahvatatud kas looduslikku päritoluga või kunstlikult valmistatud kõvu materjale.

Soveldamisel leiavad kasutamist järgmised abrasiivained.

Smirgel on looduslik kivim, mis sisaldab kuni 60% kristallilist alumiiniumoksüüdi ja suuremal hulgal ka rauaoksüüde ning silikaate. Oma koostiselt on smirgel väga ebaühtlane ja seepärast tõrjuvad kunstlikud abrasiivmaterjalid teda praegusel ajal välja.

Looduslik korund on ühend, mis sisaldab 62—98% alumiiniumoksüüdi koos rauaoksüüdide ja silikaatidega, s. t. on koostiselt sarnane smirgliga. Korund on paremaid lihvimismaterjale.

Kunstlik korund on looduslikust ühtlasem ja seepärast suurema kõvaduse ja sitkusega. Vastavad tehased toodavad seda mitmesuguste nimetuste all, nagu elektrorubiin, alundum, aloksiit jne. Lisandite hulk võib kunstlikul korundil ulatuda kõigest kuni 5%-ni, mõningatel juhtudel aga isegi kuni 2%; teiste sõnadega — ta on väga puhas. Korundi terade lõikeservad ei ole väga teravad, see-eest aga suure tugevusega.

Karborund kujutab endast süsiniku ja räni keemilist ühendit, niinimetatud ränikarbiidi. Karborundi saadakse puhta räniliiva ja sõepulbri kokkupaagutamisel elektriahjudes. Karborundi terad paistavad silma suure kõvadusega, jäädes selles suhtes maha ainult boorist ja teemandist.

Peale eespool nimetatud materjalide kasutatakse soveldamisel veel krookust (rauaoksüüdi), kroomoksüüdi, viini lupja, klaasipulbrit ja teisi materjale.

Peeneksjahvatatud abrasiivmaterjalid jaotatakse terade suuruse järgi leppeliselt kolme gruppi: lihvimisterad, lihvimispulbrid ja mikropulbrid (vt. tab. 25).

Abrasiivaine teralisust tähistatakse numbriga, mis iseloomustab lõiketerade suurust. Teralisuse number näitab nimelt sõela aukude arvu 1 jooksva tolli kohta, millest abrasiivaine antud terad läbi lähevad, kuid järgmisest (peenemast) sõelast enam läbi ei lähe. Niisugust abrasiivainet tähistatakse esimese sõela numbriga. Nii näiteks, kui on olemas abrasiivaine teralisusega «80», siis see tähendab, et abrasiivaine läks läbi sõelast, millel oli 80 auku 1 jooksva tolli kohta, kuid jäi pidama järgmisele peenemale sõelale. Niisiis, mida väiksem on abrasiivaine number, seda suuremad on selle terad.

Abrasiivpulbreid sorteeritakse hüdraulilisel teel. Selleks kallatakse abrasiivmaterjal erilisse veenõusse ja segatakse veega segi.

Tabel 25

Abrasiivmaterjalide teralisuse grupid ja numbrid

Teralisuse grupid	Teralisuse numbrid	Teralisuse grupid	Teralisuse numbrid
Lihvimisterad	10	Lihvimispulbrid	100
„	12	„	120
„	14	„	150
„	16	„	180
„	20	„	220
„	24	„	240
„	30	„	280
„	36	„	320
„	46	Mikropulbrid	M28
„	54	„	M20
„	60	„	M14
„	70	„	M10
„	80	„	M7
„	90	„	M5

Teatud aja, näiteks 60, 30, 15, 10 jne. minuti möödumisel lastakse paagi keskosast välja vedelik koos abrasiivaine niisuguste osakestega, mis ei suutnud läbida 1 m kõrgust

veesammast. Abrasiivaine need osakesed eraldatakse veest, millisel viisil saadakse peeneteralisi abrasiivaineid, mida varemalt nimetati «minutilisteks» (60-minutilised, 30-minutilised jne.). Praegusel ajal kasutatakse niisuguste nimetuste asemel vastavaid teralisuse numbreid (vt. tab. 25). Peeneteraliste abrasiivainete sorteerimiseks kasutatakse praegusel ajal täielikumat, kuid koos sellega ka keerulisemat hüdraulilist menetlust.

Laialdaselt kasutatakse praegusel ajal tööstuses ГОИ (Riikliku Optikainstituudi) pastasid. Need pastad koosnevad peamiselt kroomoksüüdist, steariinist, petrooleumist jt. ainetest ja neid on kolme sorti: jäme pasta — tumeroheline, peaaegu must, märgatavate üksikute terakestega; keskmine pasta — tumeroheline; peen pasta — heleroheline. Jämeda pasta abil võetakse maha millimeetri kümnendikkude ja sajandikkude paksune kiht; keskmise pasta abil — mõned millimeetri sajandikud, peene pasta abil aga — mõned millimeetri tuhandikud.

Kõiki viimistlussoveldamiseks kasutatavaid abrasiivmaterjale on võimalik jaotada kahte gruppi: kõvadeks ja pehmeteks (keemilisteks) materjalideks.

Esimesse gruppi tuleb arvata materjalid, mis valmistatakse kõvadest mineraalidest ja kunstlikest materjalidest, nagu näiteks smirgel, looduslik ja kunstlik korund, karborund jt., mille kõvadus on suurem kui karastatud terasel.

Teise gruppi tuleb arvata materjalid, mille valmistamiseks kasutatakse peamiselt mitmesuguste metallide oksüüde, nagu näiteks kroomoksüüde, raudoksüüde, alumiiniumoksüüde jne.

Esimesse gruppi kuuluvate, s. o. kõvade materjalidega soveldamise protsessi võib vaadelda lihtsustatud kujul kui töödeldava pinna lõiketöötlemist või kaabitsemist.

Teise gruppi kuuluvate, s. o. pehmete materjalide abil pindade töötlemise protsess seisab töödeldava materjali pinnal keemiliste ühendite õhukeste kilede kujundamises, mis võetakse maha abrasiivaine teradega.

3. Soveldid ja määrdeained

Soveldiks nimetatakse soveldamiseks kasutatavat tööriista. Praktikas kasutatakse väga mitmesuguseid soveldeid ja nende kuju sõltub soveldatavate detailide kujust.

Kasutatakse liistude, võllide, rõngaste, koonuste, plaatide, pöörlevate ketaste jne. kujulisi soveldeid.

Soveldeid valmistatakse mitmesugustest materjalidest, nagu malmist, punasest vasest, seatinast, messingist, pronksist jne.

Abrasiivmaterjal pressitakse enne soveldamist soveldi pinna sisse või kantakse õliga segatult poolvedela massina töödeldava detaili pinnale. Esimesel juhul, kui on tegemist ümmarguse soveldiga, veeretatakse seda mööda karastatud terasplaati, millele on riputatud abrasiivainet. Kui on aga tegemist lameda soveldiga, siis riputatakse sellele õhukese kihina abrasiivainet ja pressitakse abrasiivaine terasid plaadi sisse karastatud terasrulli abil. Abrasiivaine sel viisil soveldi sisse pressimist nimetatakse soveldi täitmiseks.

Soveldi materjal peab olema töödeldava detaili materjalist pehmem. Ülemäära pehme soveldi metall, nagu näiteks alumiinium, võimaldab aga abrasiivterakestel selle sisse «ära uppuda», mispuhul soveldi kaotab oma lõikevõime. Ka liiga kõva soveldi ei sobi, kuna see on raskesti täidetav ja abrasiivterakesed purunevad täitmisel. Soveldite valmistamiseks kasutatakse kõige rohkem malmi ja punast vaske, mis on nõuetele vastava keskmise kõvaduse ja tihedusega, küllalt kulumiskindlad ja hästi täidetavad. Punast vaske on raskem töödelda ja ta on hinnalt kallim. Seepärast võib soovitada terasdetailide soveldamiseks malmsoveldeid keskmise kõvadusega perliitmalmist (140—200 H_B).

Soveldamisel tuleb kasutada määret. Määrde kasutamine tõstab nii soveldamise kiirust kui ka viimistletud pinna kvaliteeti.

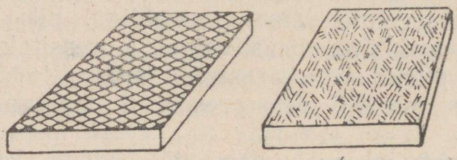
Soveldi materjalist sõltuvalt kasutatakse üht- või teistsugust määret. Malmsoveldite puhul kasutatakse bensiini või petrooleumi, terassoveldite puhul — masinaõli, vasksoveldite puhul aga etüülpiiritust, soodavett või masinaõli. Vasesulamite soveldamisel kasutatakse masinaõli ja loomarasva segu. Valitud määre segatakse abrasiivpulbriga ja hõõrutakse hoolikalt segi.

4. Tasapindade soveldamine

Detailide tasapindu soveldatakse tavaliselt paigalseisvatel malmist soveldusplaatidel. Plaatide kuju ja suurus

valitakse soveldatavate detailide suuruse ja kuju järgi. Soveldusplaadi pind kaetakse lihvimispulbriga.

Soveldamisoperatsioon jaguneb tavaliselt esialgseks — jämesoveldamiseks ja lõplikuks — peensoveldamiseks. Detailide esialgset soveldamist teostatakse piki- ja ristsoontega plaadil (joon. 203, *a*). Soonte sügavus on 1—2 mm ja nad asetsevad üksteisest 10—15 mm kaugusel. Nendesse soontesse koguneb lihvimispulbrit. Lõplikuks soveldamiseks kasutatakse siledat plaati (joon. 203, *b*).



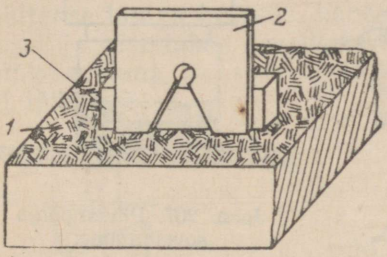
Joon. 203. Soveldusplaadid: *a* — soontega plaat esialgseks soveldamiseks; *b* — sile plaat lõplikuks soveldamiseks.

Lihvimispulber pressitakse plaadi sisse karastatud terasrulli või karastatud terasklotsi abil. Et vältida kriimustusi, ei tohi terasklotsi seejuures mööda plaati nihutada.

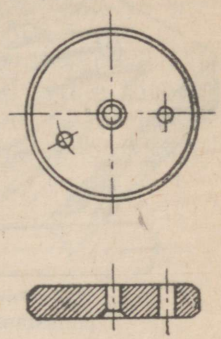
Töödeldav detail asetatakse plaadile ja sellele ühtlaselt, kuid mitte tugevasti vajutades nihutatakse seda nii ringjooneliselt kui ka sirgete liigutustega mööda plaati. Et plaat kuluks ühtlaselt, tuleb soveldatavat detaili nihutada mööda kogu plaadi pinda. Soveldamisel on tarvis jälgida, et töödeldav detail ei soojeneks tugevasti, mis võib põhjustada kaardumist. Kui detail on kuumenenud, tuleb soveldamine katkestada, lasta detaili jahtuda ja alles siis jätkata soveldamist. Detaili kiiremaks jahutamiseks on soovitav asetada see puhtale massiivsele metallplaadile.

Abrasiivpulber või pasta kuluvad ära, kui plaadi ühes ja samas kohas on töödeldavat detaili umbes 15—18 korda liigutatud. Abrasiivpulber või soveldusпasta tuleb puhta lapiga plaadilt eemaldada ja siis uus kiht peale kanda. Nagu eespool juba nimetatud, toimub esialgne soveldamine soontega plaadil, lõplik soveldamine aga siledal plaadil, kusjuures lõplikku soveldamist teostatakse ainult õlil, kasutades ära detailile eelmisest operatsioonist külgejäänud abrasiivpulbri jääke.

Õhukesi tooteid, nagu näiteks šabloone, nurgikuid, joonlaudu jne. soveldatakse malm- või teraskuubikute ja prismade abil. Soveldatav toode surutakse vastu kuubikut või prismat ja liigutatakse koos sellega mööda soveldusplaati (joon. 204). Kuubikud ja prismad on juhtijateks,



Joon. 204. Õhukese toote soveldamine: *1* — soveldusplaat; *2* — soveldatav toode; *3* — prisma.



Joon. 205. Mootori КДМ-46 pihustipõhi.

sest ilma nendeta võidaks töödeldavat pinda viltu maha lihvida.

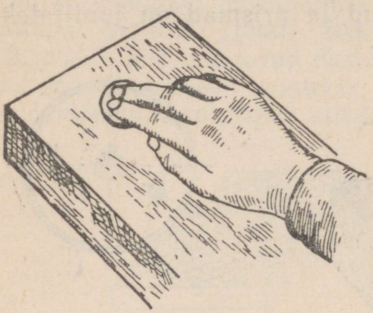
Tasapindade soveldamisega tuleb tegemist teha kütuse aparatuuri detailide, nagu näiteks pihusti nõela põhja (joon. 205) jm. remontimisel.

Kütuse aparatuuri detailide soveldamisel kasutatakse tavaliselt ГОИ pastasid.

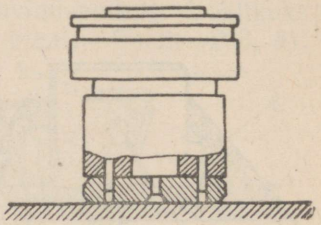
Enne kui alustada põhja soveldamist, tuleb see kõigepealt koksist puhastada. Selleks hõõrutakse põhja vastu pehmest puidust lauda, liigutades seda piki süüd (joon. 206). On tarvis märkida, et põhja puhastamiseks koksist on kategooriliselt keelatud kasutada terasest tööriistu, samuti ka smirgel- või klaaspaberit.

Soveldamiseks lahustatakse ГОИ jämepasta petrooleumis paksuks pudruks, mis kantakse õhukese kihina soveldusplaadile. Soveldusplaadina võib kasutada paksu mattklaasi. Tuleb märkida, et ГОИ pastasid kulub nimetatud töödeks õige vähe; nii näiteks vajatakse pumbapaaride ja pihustite täieliku komplekti taastamiseks jämedat ja keskmist pastat kumbagi 0,01 g, peenpastat aga 0,02 g.

Pihustipõhja soveldamiseks pööratakse see ringi, nii et vastuvõtukoonus oleks väljapoole ja asetatakse pihusti kere tihvtidele (joon. 207).



Joon. 206. Pihustipõhja puhastamine.



Joon. 207. Pihustipõhja soveldamine.

Soveldamisel liigutatakse pihustipõhja mööda soveldusplaati ringikujuliselt. Mõne aja möödumisel pühitakse pihustipõhi petrooleumis niisutatud lapiga puhtaks ja vaadeldakse soveldatavat tasapinda läbi nelja- või kuuekordse suurendusega luubi.

Kui läbi luubi on märgata peeni kriipse, tuleb soveldamist jätkata, kuid nüüd juba väiksemanumbrilise pastaga. Väiksemanumbrilisi pastasid[1] kasutades tuleb püüda saavutada pihustipõhja niisugust pinda, millel kriipsud on läbi luubi vaevalt märgatavad. Kontrolliks on soovitav võrrelda soveldamise teel saadud pinda uue, kasutamisel mitteolnud põhja pinnaga.

5. Kooniliste pindade soveldamine

Kooniliste pindade soveldamisega tuleb teha tegemist igasuguste kraanide valmistamisel ja remontimisel, mootori klappide ja klapipesade soveldamisel (lihvimisel) jne.

Sisemisi koonuspindu soveldatakse korgikujuliste koo-

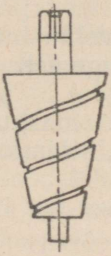
[1] Igale pasta liigile on antud oma number, mis näitab mahavõetava metallikihi paksust mikronites. Seejuures eeldatakse, et metallikiht võetakse maha karastatud plaadilt 100 liigutusega, kusjuures iga liigutuse pikkus võrdub 40 mm.

Jämedad pastad võtavad maha 18—40 mikronit ja nendele on antud numbrid 18—40. Keskmistele pastadele on vastavalt antud numbrid 8—17, peenpastadele aga numbrid 1—7.

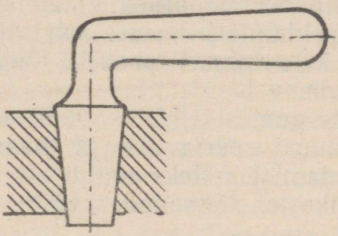
nussoveldite abil. Üks niisugune koonussoveldi on näidatud joonisel 208. Soveldusmaterjali kinnihoidmiseks on sellel kruvisooned. Soveldi ülemine ots on neljakandiline, kuhu käib soveldi pööramiseks kasutatav pöörkang.

Koonussoveldile kantakse ühtlase kihina abrasiivainega segatud määret. Soveldi pistetakse soveldatavasse auku ja keeratakse seda pöörkangi abil nii ühes kui ka teises suunas, misjärel tehakse peaaegu täispööre.

Pärast 15—18 pööret võetakse soveldi august välja, pühitakse lapiga kuivaks, kantakse uuesti peale soveldusmassi ja pistetakse soveldatavasse auku, jätkates soveldamist niikaua, kui soveldatav koonuspind muutub matiks või läikivaks.



Joon. 208. Koonussoveldi.



Joon. 209. Kraani kere ja kork.

Samasugusel viisil soveldatakse ka väliseid koonuspindu, kasutades selleks erilisi rõngakujulisi soveldeid, mille sees on soveldatavale koonusele vastav kooniline auk. Klappe ja kraane soveldatakse ilma sovelditeta, kasutades nende kokkupuutuvaid pindasid. Kraani kere ja korgi kokkupuutuvad pinnad (joon. 209) treitakse pingil võimalikult suure täpsusega, nii et lõiketera jäljed oleksid vaevalt nähtavad. Kõigepealt on tarvis kontrollida, kas kraani kere koonus vastab korgi koonusele. Selleks tõmmatakse korgile kriidiga või värvilise pliiatsiga kaks-kolm joont, pistetakse kork kraani keresse ja keeratakse seda 2—3 korda keres ringi. Nüüd võetakse kork pesast välja ja kui korgi koonus vastab kraani kere koonusele, siis on jooned kokkupuutunud pindadelt ühtlaselt maha hõõrutud. Nendes kohtades aga, kus jooned on alles jäänud, on kraani kere ja korgi vahel pilu. See pilu ei tohi olla üle

0,2 mm. On pilu aga suurem, siis on detaili tarvis enne soveldamist töödelda.

Käsitsi soveldamisel kinnitatakse kraani kere tavaliselt kruustangide vahele. Et kraani keret mitte vigastada, asetatakse kruustangide mokkade vahele vahelehed. Soveldatakse samasugusel viisil, nagu eespool kirjeldati.

Soveldamise tulemusi kontrollitakse kriidiga või värvilise pliiatsiga.

Praagi vältimiseks on tarvis jälgida, et soveldusplbri hulka ei satuks suuri terasid, mis tekitavad soveldatavatele pindadele kriimustusi. Kriimustused põhjustavad vedelikkude või auru läbilaskmist.

Praktikas tuleb küllalt sagedasti kasutada soveldusmaterjalina klaasipulbrit.

Soveldamisel kasutatava klaasipulbri valmistamiseks tuleb klaas uhmris peeneks tõugata ja läbi õige peene sõela sõeluda.

Niisugustes tehastes, kus valmistatakse masinaid ja armatuuri seeriaviisi ja masstoodanguna, toimetatakse soveldamist selleks eraldi ettenähtud pinkidel.

Väikestes töökodades võib soveldada puur- ja treipinkidel.

Kontrollküsimusi

1. Milles seisab soveldamise protsess ja millal seda rakendatakse?
2. Missuguseid materjale kasutatakse soveldamisel?
3. Mida kujutavad endast abrasiivmaterjalid?
4. Missugusesse kolme gruppi jaotatakse leppeliselt abrasiivmaterjalid ja mida kujutab endast iga grupp?
5. Mis on ГОИ pasta ja millal seda kasutatakse?
6. Millest valmistatakse soveldeid ja milleks neid kasutatakse?
7. Missugust tähtsust omab soveldamisel määrimine ja missuguseid määrdeid kasutatakse?
8. Kuidas soveldatakse tasapindu?
9. Kuidas soveldatakse koonilisi pindu?

XVIII PEATÜKK

PLEKKSEPATÖÖD. METALLI ÕGVENDAMINE

1. Üldmõisteid plekksepatöödest

Plekksepatööde hulka kuuluvad igasugused tööd, mis on seotud õhukesest lehtterasest ja muudest õhukestest lehtmetallidest toodete valmistamise ja remondiga. Nende tööde hulka kuulub lehtmetalli tükeldamine, painutamine ja valtsõmblustega jätkamine.

Õhukese lehtmetalli töötlemise iseärasused nõuavad spetsiaalsete tööriistade, rakiste ja töövõtete rakendamist. Kõik see kuulub plekksepa erialasse.

Traktorite ekspluateerimisel ja remontimisel esinevaid plekksepatöid võiks mõnel juhul nii nende iseloomu kui ka kasutatavate rakiste ja tööriistade poolest lugeda õigemini vasksepatöödeks, kuid tavaliselt teeb neid töid plekksepp. Seda tingib niisuguste tööde väike maht, mistõttu neid pole otstarbekohane vasksepale üle anda. Paljudes ettevõtetes töötavad vasksepad- ja plekksepad kutsekaasluse alusel. Vasksepatööde hulka kuuluvad igasugused tööd, mis on seotud õhukesest ja keskmise paksusega lehtvasest toodete valmistamise ja remondiga, kusjuures metalli väljavenitamiseks ja jämendamiseks kasutatakse eri tööriistu. Liitmiseks kasutatakse vasksepatööde puhul tavaliselt kas salapeaga neete või joodetakse kõvajoodisel. Mõningaid tooteid, mida varemalt valmistasid vasksepad käsitsi, stantsitakse või pressitakse nüüd lehtterasest või alumiiniumisulamitest. Seepärast peab plekksepp niisuguste toodete remontimisel rakendama mitmeid niisuguseid võtteid, mis on iseloomulikud vasksepale.

Plekksepatööde näidetena võib nimetada tankimisnõude, pangede, kastekannude, lehtrite ja kruuside valmistamist. Plekksepatööde hulka tuleb lugeda ka traktori või auto kabiini remonti, mootori kapoti õgvendamist ja remonti, õhufiltri, summuti ning sädemepüüdja remonti, kabiini ja poritiibade remontimisel tarvilike lappide valmistamist jne.

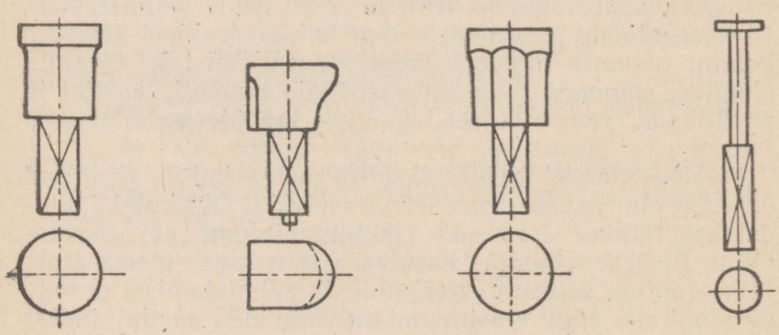
Plekksepatöödel kasutatakse nii musta kui ka tsingitud 0,6—0,8 mm paksust pehmet terasplekki. Üksikutel juhtudel kasutatakse lehtvaske, lehtalumiiniumi või duralumiini. Plekksepatöödeks kasutatav teras peab olema plastiline (muidu tekiksid valtsõmbluste valmistamisel praod) ega tohi olla liiga elastne, mis ei võimalda saada kindlat valtsõmblust.

Lehtmaterjali vabade servade jäikuse suurendamiseks, nagu näiteks pangede, lehtrite jne. valmistamisel, käänatakse nende toodete serv kahekorra, lastakse sikemasina rullide vahelt läbi või valtsitakse serva sisse 3—5 mm jämedune terastraat.

Lappimiseks, käepidemete kinnitamiseks ja muudeks töödeks kasutatakse 2—5 mm jämedusi alumiinium-, vask- või terasneete.

Plekksepatöödeks kasutatakse tavaliselt õhukesi 710×1420 mm suurusi teraslehti. Niisuguse lehe märkimise ja tükeldamise hõlbustamiseks peab olema vastava suurusega töölaud. See peab olema varustatud lukksepa-paralleelkruustangide ja õgvendusplaadiga (rihtplaadiga). Plekksepa töölaua suurus on tavaliselt 750×2000 mm. Laua 40 mm paksune puidust pealisplaat peab olema tihe ja kanditud 50×50 mm nurkterasega, mis on sisse lastud ühetasaseks pealisplaadiga. Nurkterase väliskandil ei tohi olla mõlke. Nurkteras kinnitatakse salapeakruvide abil. Õgvendusplaat peab olema täiesti sile, ilma mõlkideta, suurusega 500×500 mm. Painutustöödeks ja serva kantimiseks kasutatakse 40×40 mm ruutterasest klotsi, mille servad peavad olema siledad. Klotsi üks ots on töödeldud kooniliseks, teine ots on aga kaldu maha lõigatud. Suurematekstöödeks kasutatakse relsitükki, millel üks ots on 45°-se kallakuga maha lõigatud.

Peente profiiltööde teostamiseks peavad plekksepa töökohal leiduma otsa-alasid, mis kinnitatakse tavaliselt

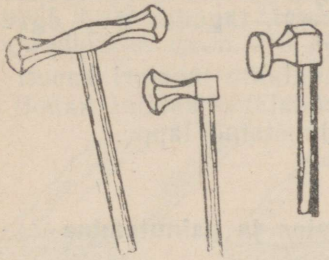


Joon 210. Otsa-alasid.

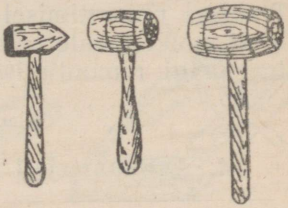
kruustangide vahele. Nende töötav osa on mitmesuguse kujuga (joon. 210). Töökohal peavad olema ka meislid, sirgete ja kõverate teradega käsikäärid lehtmaterjali lõikamiseks, pukk-käärid, plekksepa-terasvasarad kaaluga 200 ja 400 g (joon. 211), puitvasarad (joon. 212), lamemokk- ja ümarmokktangid, tornid aukude sisselöömiseks

ja laiendamiseks, terasharjad ja mitmesuguse kujuga viilid.

Märkimiseks peavad plekksepal olema jaotustega 500 ja 1000 mm pikkused terasjoonlauad, märkimissirkel kõverjoonte plekile tõmbamiseks, 90° nurgik, kärn ja terasest ning messingist märknõelad.



Joon. 211. Plekksepa vasarad materjali käsitsi väljatagumiseks.



Joon. 212. Puitvasarad.

3. Lehtmaterjali õgvendamine

Kõverdunud või paindunud lehte tuleb enne märkimist õgvendada. Lehe õgvendamiseks asetatakse see töölauale ja antakse kumerustele puitvasaraga kergeid lööke. Algul õgvendatakse leht ühelt poolt, pärast teiselt poolt. Sügavaid mõlke ja volte õgvendatakse puitvasaraga siledal õgvendusplaadil samal viisil, nagu eespool kirjeldatud. Samasuguselt õgvendatakse ka lehtterast pärast kääridega lõikamist.

Õhukesest teraslehest kõverjoonelise kujuga detaili väljalõikamisel või -raiumisel ei jää detail tasapinnaliseks, sest tema servad venivad. Kui niisugust detaili ei lähe korda eespool kirjeldatud viisil õgvendada, siis õgvendatakse lehte või väljalõigatud detaile üksikute kohtade venitamisega, asetades lehe või tooriku õgvendusplaadile ja tagudes kumerusi terasvasaraga.

Kui toorik on paigutatud õgvendusplaadile, surutakse käega selle keskkoht vastu plaati. Kui siis servadel on märgata laineid või ei ole detail tihedalt vastu plaati, siis on detaili servad välja veninud. Niisugusel juhul on tarvis kogu detail terasvasaraga kergelt läbi taguda, suun-

dudes keskkohast äärte poole. Sel viisil venitatakse ühtlaselt kogu toorikut ja ühtlustatakse metallis leiduvaid pingeid, kuni toorik tõmbub tasapinnaliseks. Tooriku liiga tugeval läbitagumisel venib keskkoht rohkem kui ääred. Niisuguse detaili keskkohale vajutamisel on kuulda iseloomulikku «plõksumist», kui detailil tekib kumeruse asemele nõgusus. Keskkoha väljavenimise kõrvaldamiseks venitatakse tavaliselt detaili servi, tagudes neid õgvendusplaadil kergelt terasvasaraga.

Traktori remontimisel õgvendatakse mootori kapoti ja kabiini mõlke, peale selle õgvendatakse kabiini, kapoti ja kütusepaagi remontimiseks valmistatud lappe.

4. Lehtmaterjali märkimine ja painutamine

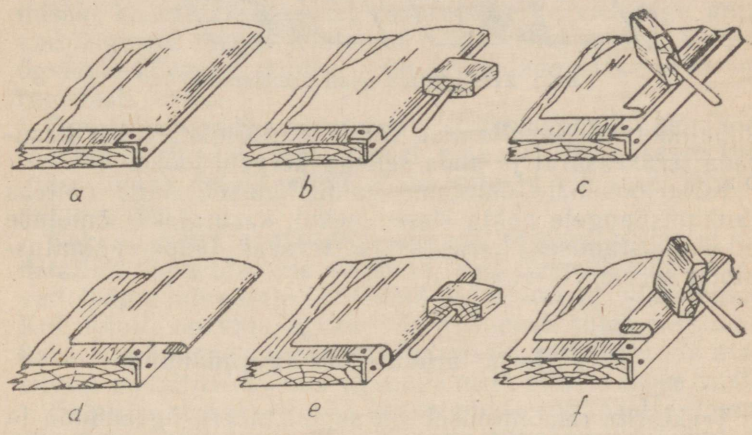
Õgvendatud lehtedest võib valmistada mitmesuguseid tooteid. Joonise või eeskuju järgi märgitakse lehele detaili kuju, kasutades selleks joonlaudu, nurgikuid, sirkleid, kärne, vasaraid, märknõelu ja teisi märkimisriistu. Joonise järgi märkimisel kantakse joonisel näidatud joonmõõtmed lehele jaotustega terasjoonlaua abil, lähtudes selleks valitud baasist, näiteks lehe servast, lehele tõmmatud joonest, kärniga löödud punktist jne. Lehele varemalt tõmmatud joonele täisnurga ehitamiseks asetatakse nurgik ühe servaga täpselt sellele joonele. Nurgik surutakse ühe käega tugevasti vastu lehte, selle teist haara pidi aga tõmmatakse joon.

Joone tõmbamiseks mingi teise nurga all kasutatakse nurgamõõtjat; see seatakse nõutavale nurgale ja tõmmatakse joon eespool kirjeldatud reeglite kohaselt.

Kõverjooni märgitakse märkimissirkliga. Valitud baasist lähtudes märgitakse nõutava raadiusega ringjoone või kaare keskpunkt. Vasaraga kärnile kergelt lüües tehakse lehele selles punktis väike lohk. Saadud tsentrist tõmmatakse nõutava raadiusega ringjoon või kaar. Kui ringjoone või kaare keskpunkt jääb tootele, siis seda kärnida ei tohi.

Pärast detaili põhikuju märkimist, kui seda on tarvis teise detailiga valtsõmbluse abil liita, märgitakse valtsõmbluseks tarvilik varu, mille laius on 5—10 mm. Varu suurus võetakse vastav õmbluse pikkusele ja lehe paksusele. Märkimise järgi lõigatakse märgitud detail kääridega

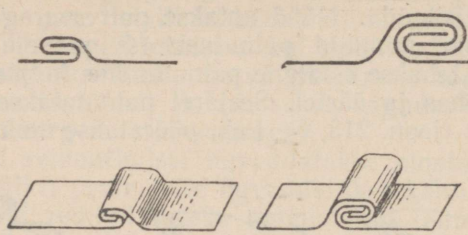
välja ja õgvendatakse. Valtsõmbluse saamiseks asetatakse märgitud detail painutusklotsile või töölaua servale (joon. 213, *a*) ja nihutatakse seda kuni märkjoone kokkusattumiseni töölaua servaga ning surutakse siis käega vastu töölauda. Nüüd antakse puitvasaraga mõned löögid, mis on suunatud painutusklotsi servale väikese nurga all; nii tehakse esialgne painutamine kolmes kohas, nimelt keskkohas ja äärtel. Seejärel painutatakse õmblus kogu pikkuses (joon. 213, *b*). Leht pööratakse ümber, nii et



Joon. 213. Valtsõmbluse valmistamine.

saadud painutus jääb ülespoole, asetatakse lapiti töölauale ja kergete löökidega surutakse väljakäänatud serva tasapinna poole, jättes nende vahele 1—3 mm suuruse pilu (joon. 213, *c*). Nüüd pööratakse leht jälle ümber, nihutatakse õmbluse serv töölaua servast 1—2 mm kaugusele (joon. 213, *d*) ja painutatakse õmblus allapoole (joon. 213, *e*), et saada kahekordset valtsi (joon. 213, *f*). Kirjeldatud viisil valmistatakse ette ka teise detaili õmblus, kuid painutatakse teisele poole ainult ühekordne valts. Pärast seda lükatakse liidetavate detailide valtsid teineteise sisse, õmblus asetatakse painutusklotsi pealispinnale valtsiga ülespoole ja kergete vasaralöökidega, algul õmbluse ühele otsale ja siis teisele, «suletakse» õmblus. Seejärel lüüakse puitvasaraga ühtlaselt, kuid tugevalt kogu õmblus kokku (joon. 214).

Plekksepatöödel on tarvis silmas pidada järgmist: et painutamisel või õgvendamisel leht kõige vähem kaarduks, tuleb kasutada ainult puitvasaraid; kui tarvis on



Joon. 214. Lehtmaterjali ühendamine.

kohalikku väljavenitamist või kokkulöömist, tuleb kasutada terasvasarat ja anda sellega kergeid lööke.

Kõverjooneliste õmbluste valmistamisel, nagu näiteks tankimispangele põhja sissepanekul, kasutatakse õmbluse ettevalmistamiseks terasvasara teravat laupa painutusklotsi serval või otsal.

5. Varb- ja lattmaterjali õgvendamine

Traktorite remontimisel on sageli tarvis õgvendada ja painutada mitmesuguse, nimelt ümmarguse, neljakandilise, täisnurkse jne. ristlõikega detaile ja materjale, tuleb õgvendada ja painutada nurkterast, karpterast jne. Detailide õgvendamiseks ja painutamiseks on tarvilik kruvi- või hüdrauliline press survejõuga umbes 40 t. Niisuguse pressi abil on kerge õgvendada ja painutada enamikku remontimisel ettetulevatest detailidest. Niisuguse pressi puudumisel õgvendatakse ja painutatakse käsitsi. Väiksemaid õgvendusi ja painutusi tehakse külmalt, kuna suurema ristlõikega detaile ja materjali painutatakse ja õgvendatakse kuumalt. Detailide ja materjali õgvendamine ja painutamine pressi all toimus tavaliselt külmalt, kusjuures kasutatakse õgvendatava või painutatava detaili profiilile vastavaid aluspakke —tugesid.

Käsitsi õgvendamisel tuleb kõikidel juhtudel, kus see on võimalik, õgvendada detaile kuumalt. See kergendab füüsilist tööd ja vähendab metallis pragude ja sisepingete tekkimise ohtu.

Käsitsi õgvendamiseks vajatakse massiivset õgvendusplaati, alasit, mitmesuguse kaaluga suurvasaraid ja vasaraid, tugevaid sepapihte ja mitmesuguse kujuga alusplokke, mis kinnitatakse plaadile. Detailide õgvendamist toimetatakse suurvasara või raske vasara abil täpselt väljapaindunud kohale lüües. Et vältida detaili eemale lendamist löögi puhul, hoiab üks või kaks töölist seda plaadil või alasil pihtidega kinni. Juhul kui on tarvis detaili kinni hoida ilma pihtideta, tehakse seda otste lähedalt, kusjuures töölistel peavad kindad käes olema. Õgvendamiseks kasutatakse rasket vasarat. Kerge vasaraga antavad tugevad löögid tekitavad löögi kohal mõlke, kuid ei õgvenda kõverust. Mõlke tuleb õgvendada raske vasaraga tugevasti lüües.

Õgvendusplaadi puudumisel võib õgvendamist mõnikord toimetada tihedal, veidi rõskel pinnasel. Pinnasesse tungides annab detail sellele aluse kuju ja vibreerib löökide puhul vähe.

Kokkupandud konstruktsiooni või masina küljes ei ole detailide õgvendamine soovitav, sest õgvendamisel antavad löögid nõrgestavad liiteid ja tekitavad sisepingeid. Kui detaili on vaja õgvendada kohapeal, tuleb tingimata kasutada õgvendustoena väikest alasit, relsitükki või massiivset metallitükki, mis õgvendamisel võtaks lööke vastu.

Detailide, traaversite ja kronsteinide kohapealse õgvendamise kergendamiseks on otstarbekohane kuumutada õgvendatavat osa suuremanumbrilise keevituspõleti leegiga. Seejuures tuleb täita kõiki tuletõrje- ja töökaitse-eeskirju. Õgvendatavat kohta peab kuumutama ühtlaselt, vältides ülekuumutamist ja kohalikku ülessulatamist.

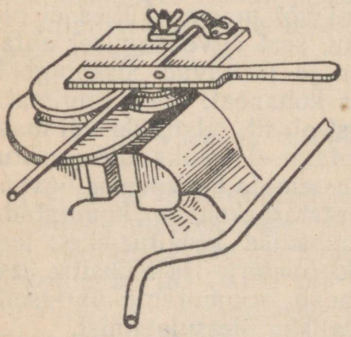
Keeruliste detailide õgvendamise tulemusi kontrollitakse šablooniga, mis on lehtmaterjalist välja lõigatud antud kontuuri järgi. Sirgjoonelisi detaile kontrollitakse joonlauaga, lamedaid — plaadil. Ümmargusi detaile, toorikuid ja võlle, kui neil on tsentriaugud, kontrollitakse treipingi tsentrite vahel, kus nad pöörlema pannakse. Ümmargusi tsentriaukudeta detaile kontrollitakse siledal ja tasasel plaadil veeretamisega, jälgides erinevates kohtades tekkivate pilude suurust. Pilude puudumine mööda plaati veeretamisel näitab, et detail on sirge.

6. Torude painutamine

Torude painutamisel nende väline osa venib, sisemine aga surutakse kokku. Paksuseinalisi väikese läbimõõduga torusid on kerge painutada valitud läbimõõduga silindri ümber, ilma et tekiks erilisi raskusi või ristlõike kuju märgatavat muutumist. 10 mm ja jämedamate torude painutamiseks vajatakse erilisi rakiseid. Paksuseinalisi torusid, mille läbimõõt on 30 mm ja üle selle, painutatakse väikese painderaadiuse puhul ainult kuumalt.

Väikese läbimõõduga torude painutamiseks kasutatakse joonisel 215 näidatud rakist. Väikseima painderaadiuse määrab juhtrulli raadius. Painutatav toru asetatakse otsaga rakise klambrisse ja sellele lükatakse peale 1—2 mm lõtkuga umbes 500 mm pikk toru. Nimetatud viis võimaldab painutada ainult rakise juhtrulli ümber.

Suure läbimõõduga torude painutamiseks lüüakse toru ühte otsa kuiv puitkork ja täidetakse toru kuiva sõelutud jõeliivaga; täitmise ajal klopitakse kergelt vastu toru külgi, et liiva tihendada; täidetud toru teise otsa lüüakse samuti puitkork. Selle korgi sees peab olema 2—3 mm jämedune auk gaaside väljapääsemiseks kuumutamisel. Lõkketulel või jootelambiga kuumutatakse painutamisele kuuluv toruosa punase hõõgumiseni ja painutatakse kuumutatud toru eelkirjeldatud viisil tugevasti kohalekinnitatud šablooni ümber.



Joon. 215. Torude painutamine.

Liiva eemaldamiseks pärast painutamist lüüakse või põletatakse korgid välja. Toru puudulik, s. o. ebatihe täitmine, samuti ka toru mitteküllaldane või ebaühtlane kuumutamine võib painutamisel põhjustada voltide tekkimist või toru rebenemist.

7. Ohutustehnika eeskirjad

Vasarate ja suurvasarate varred peavad olema hästi kinnitatud, tugevad ja ilma okste ning pragudeta.

Vasarate, tornide, aluspakkude ja klotside töötavad osad ei tohi olla laiaks taotud.

Lõigatud metallijäätmed on tarvis kokku koguda ja selleks ettenähtud kasti paigutada, et vältida käte või jalgade vigastusi.

Lehtmetalli tuleb puhastada ainult metallharjaga, misjärel pühkida lapi või puhastusnarmastega.

Metallesemeid õgvendada ainult kindlatel aluspakkudel, mis hoiavad ära metalli mahalibisemise pealelöömisel.

Abitööline peab õgvendatavaid detaile hoidma ainult pihtidega.

Kui toru on painutamiseks täidetud liivaga, peab ühes korgis tingimata olema auk gaasidele väljapääsu võimaldamiseks, sest muidu võib toru lõhkeda.

Torude kuumalt painutamisel kasutada nende hoidmiseks kindaid, et vältida käte põletamist.

Kontrollküsimusi

1. Missugused tööd kuuluvad plekksepatööde hulka?
2. Missuguseid seadmeid vajatakse plekksepatöödel?
3. Mida nimetatakse materjali õgvendamiseks ja missugust kahte õgvendusviisi kasutatakse?
4. Missuguseid tööriistu kasutatakse lehtmaterjali märkimisel ja kuidas nimelt?
5. Milleks painutatakse lehtmaterjali ja kuidas seda tehakse?
6. Kuidas õgvendatakse varb- ja lattmaterjali?
7. Milles seisab torude painutamise protsess ja kuidas seda teostatakse?
8. Missugustest ohutustehnika eeskirjadest tuleb kinni pidada, et vältida õnnetusjuhtumeid plekksepatöödel ja materjali õgvendamisel?

XIX PEATÜKK

NEETIMINE

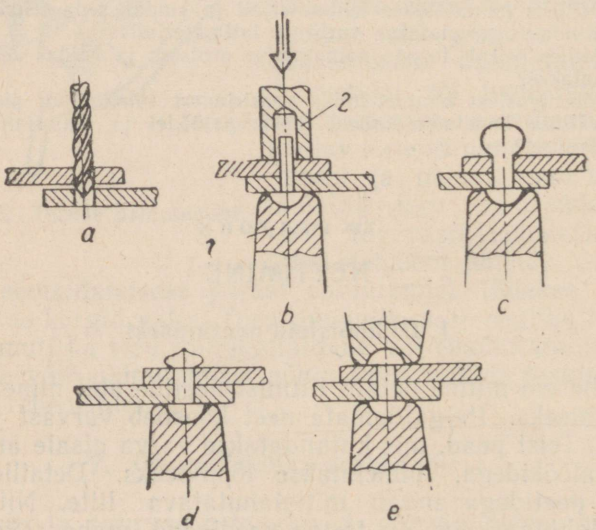
1. Üldmõisteid neetimisest

Kahe või mitme detaili liitmist neetide abil nimetatakse neetimiseks. Paigaldamata neet koosneb varvast ja algpeast. Teist pead, mis kujundatakse varva otsale antavate vasaralöökidega, nimetatakse lõpp-peaks. Detailide liitmine neetidega annab mittelahutatava liite. Niisuguse liite lahutamiseks on tarvis needipead maha raiuda või lõigata.

Neetida võib nii külmalt kui ka kuumalt. Kuumneetimisel täidab needivarb paremini augu ning jahtumisel tõmbab kokkuneeditavad detailid paremini kokku. Neetide kuumutamist võib soovitada, kui läbimõõt on üle 8—9 mm, sest väiksema läbimõõduga needid võib hõlpsalt üle põletada; peale selle jahtuvad peened needid kiiresti ja nendega neetimine toimuks niikuinii külmalt, kuigi nad enne seda oleksidki kuumutatud. Kuumneetimiseks võetakse neetide läbimõõt 0,5—1 mm võrra neediaugu läbimõõdust väiksem, et neet läheks paremini sellesse auku. Külmneetimisel peab neediaugu läbimõõt olema 0,1—0,2 mm võrra suurem needi läbimõõdust.

Neetimist toimetatakse tavaliselt järgmisel viisil: kõigepealt märgitakse neediaukude tsentrid, siis surutakse liidetavad lehed tihedalt teineteise vastu ja puuritakse augud. Kui liitmisele kuuluvad suured detailid, siis märgitakse ja puuritakse need eraldi. Neediaugud peavad detailide teineteisele asetamisel tingimata kokku sattuma, sest vastasel korral tekib kaardumine ega saada korralikku neetliidet.

Lehtede koos puurimisel, veel enam aga eraldi puurimisel, võivad nad teineteisest eemale jääda kiskude tekkimise tõttu ülemise lehe alumisel poolel (joon. 216, *a*).



Joon. 216. Neetimise protsess.

Puuritud auku pistetakse neet. Needivarva väljaulatuva osa pikkus peab olema $^3/_4$ kuni $^7/_8$ selle läbimõõdust. Kui väljaulatuv osa on liiga pikk, siis kulub neetimisele rohkem aega ja jõudu ning väljaulatuv ots võib ära painduda. Kui väljaulatuv osa on liiga lühike, siis saadakse mittetäielik lõpp-pea ja neetliide võib nõrgaks jääda.

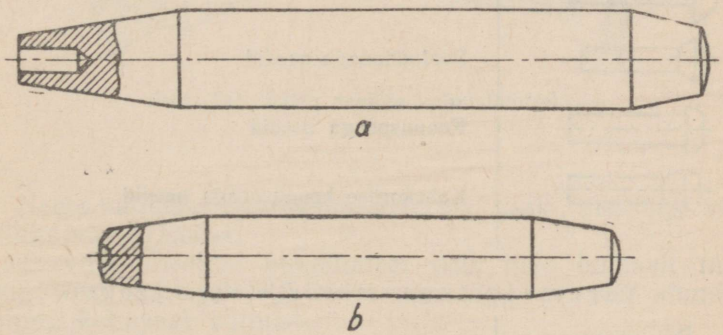
Liidetavatest detailidest läbipistetud needi algpea asetatakse toele *1* (joon. 216, *b*). Enne lehtede kokkuneetimist surutakse need tihedalt teineteise vastu, kasutades survetorni *2*. Survetorn asetatakse oma auguga needivarvale ja sellele lüüakse vasaraga, et lehed võimalikult tihedamini teineteise vastu läheksid. Survetorn on näidatud joonisel 217, *a*.

Pärast survetorni abil liidetavate detailide ligilöömist antakse needi väljaulatuvale varvale mõned tugevad vasaralöögid, millega needile antakse joonisel 216, *c* näidatud kuju; seejärel needitakse needivarba vasaraga (joon. 216, *d*) ja antakse needi lõpp-peale lõplik kuju (joon. 216, *e*), kasutades selleks needipea vormi (joon. 217, *b*).

Needipea vormi hoitakse algul needivarva suunas, hiljem aga kaldu, seda ühtlaselt lõpp-pea ümber liigutades ja sellele vasaralööke andes.

Neetimist toimetatakse erilisel toel, mis asetatakse alasile või kinnitatakse kruustangide vahele. Toeks võib kasutada ka needipea vormi.

Kasutatakse kahte neetimisviisi: tavalist ja peitneetimist. Tavaliseks neetimiseks nimetatakse niisugust neetimist, mille puhul needi mõlemad pead asetsevad kokku-



Joon. 217. Neetimisel kasutatavad tööriistad: *a* — survetorn; *b* — needipea vorm.

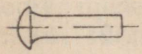
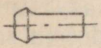
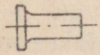
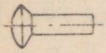
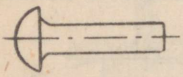
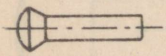
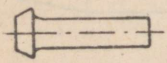
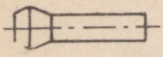
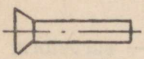
needitavate detailide välispindadest kõrgemal. Peitneetimiseks nimetatakse sellist neetimist, mille puhul mõlemad needipead ei ulatu kokkuneeditavate detailide välispindadest kõrgemale.

2. Needid

Kujult, pea suuruselt ja kasutusotstarbelt valmistatakse mitut tüüpi neete. Tabelis 26 on toodud neetide liigitus.

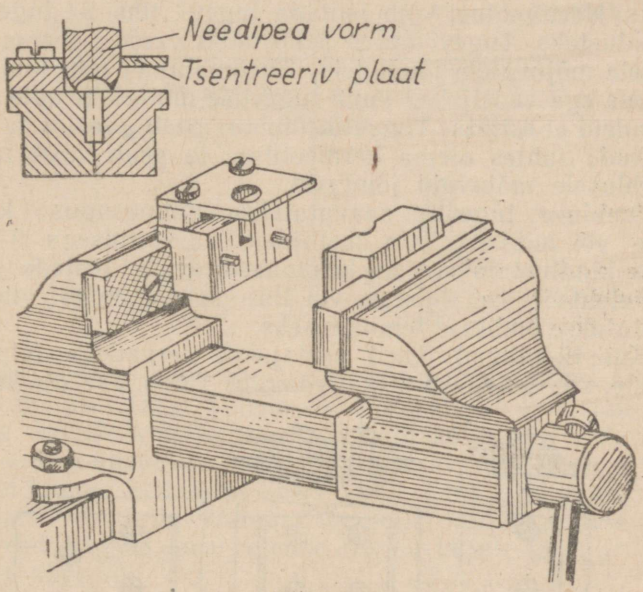
Tabel 26

Neetide liigitus

Skits	Nimetus
	Tugevõmbluste jaoks
	Ümarpeaga needid
	Koonuspeaga needid
	Lamepeaga (tündersepa-) needid
	Poolpeitpeaga needid
	Tugevtiheõmbluste jaoks
	Ümarpeaga needid
	Poolpeitpeaga needid
	Koonuspeaga needid
	Kahekordse koonuspeaga needid
	Tugev- ja tugevtiheõmbluste jaoks
	Peitpeaga needid

Kõige sagedamini kasutatakse ümar- ja peitpeaga neete. Ümarpeaga needid liidavad detaile tugevamini kui peitpeaga needid. Seepärast kasutatakse esimesi rohkem, teisi aga ainult siis, kui vajatakse peitneedistust.

Tabelis 26 toodud mitmesuguste neetide tüüpide vaatlemisel võib märgata, et needipealt varvale üleminek toimub väikese ümardusega, mis tõstab needi tugevust. Teiselt poolt on selle ümarduse tõttu tarvilik neediaukude servade süvitamine. Süvispuuride puudumisel kasutatakse selleks puure, mille läbimõõt on suurem neediaugu läbimõõdust.



Joon. 218. Rakis neetide valmistamiseks.

Neete valmistatakse pehmest teras-, vask-, messing- või alumiiniumtraadist.

Tarvilike neetide puudumisel võib neid hõlpsalt niisugustest materjalidest, nagu messing, vask või alumiinium, kohapeal valmistada.

Joonisel 218 on näidatud väga lihtne rakis, mille abil on võimalik valmistada neete.

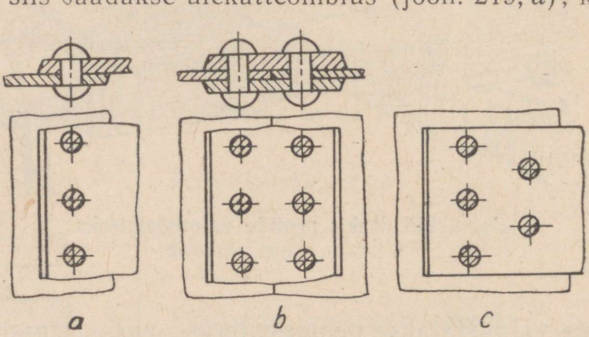
Neetide valmistamiseks kasutatav traat lõigatakse parajateks tükkideks. Rakis pigistatakse kinni kruustangide vahele ja rakise pealmises osas leiduva augu sisse pistetakse traaditükk. Traadi väljaulatuvale otsale asetatakse needipea vorm, mille asendi fikseerib tsentreeriv plaat. Needipea vormile antava vasaralöögiga kujundatakse needile vastava kujuga algpea.

3. Neetõmblused

Neetide abil liidetavat kohta nimetatakse neetõmbluseks. Neetõmblusi võib jaotada tugev-, tihe- ja tugevtiheõmblusteks. Tugevõmblus peab hästi vastu panema õmblusele mõjuvatele jõududele. Tiheõmblus ei tohi läbi lasta gaase ega vedelikke, kuna tugevuse mõttes temale erilisi nõudeid ei esitata. Tugevtiheõmblus peab gaaside ja vedelikkude suhtes olema hermeetiline ja peab hästi taluma õmblusele mõjuvaid jõudusid.

Õmbluse tugevus saavutatakse mitmesuguse kujuga ühe- või mitmerealiste neetliidete kasutamisega. Tihedus aga kindlustatakse kas kokkuneeditavate lehtede vahele vahelehtede asetamisega või lisaoperatsiooniga, mida nimetatakse õmbluse temmimiseks.

Kui liidetavad lehed asetatakse servadega teineteise peale, siis saadakse ülekatteõmblus (joon. 219, *a*); kui aga



Joon. 219. Neetõmblused: *a* — üherealine ülekatteõmblus; *b* — kahe-realine lappõmblus; *c* — kahe reaga malekorras õmblus.

liidetavad lehed asetatakse serviti tihedalt teineteise vastu ja nendele paigutatakse üks või kaks lappi, siis niisugust õmblust nimetatakse lappõmbluseks (joon. 219, *c*).

Needid võivad asetseda piki õmblust ühes (joon. 219, *a*), kahes (joon. 219, *b*), kolmes jne. reas, millele vastavalt saadakse ühe-, kahe- või kolmerealine (üldise nimetusega mitmerealine) õmblus. Nii kahe- kui ka mitmerealistes õmblustes võivad needid asetseda kas kohakuti (joon. 219, *b*) või malekorras (joon. 219, *c*).

4. Neetimiseks kasutatavad tööriistad ja rakised

Neetimisvasara kaal valitakse vastav needivarva läbimõõdule (tabel 27).

Tabel 27

Neetimisvasara kaal

Needi läbimõõt mm	Neetimisvasara kaal g
3	200
4	300
5	400
6	500
7	600
8	800
10	1 000

Nagu eespool nimetatud, kasutatakse neetimisel erilist tuge, mis asetatakse alasile või kinnitatakse kruustangide vahele. Kohale kinnitamata tugi (näiteks alasile asetatult) peab olema niisuguse kaaluga, et ta vasara löökide mõjul üles ei hüppa. Selleks peab toe kaal olema neetimisvasara kaalust 4—5 korda suurem. Toe sellel küljel, millele toetub needi algpea, peab olema algpea kujule ja suurusele vastav süvend.

Joonisel 217, *a* näidatud survetorni valmistamine ei tekita mingeid raskusi. Joonisel 217, *b* kujutatud needipea vormi valmistamisel tekib aga raskusi needipeale vastava õige sfäärilise süvendi saamisega. Selleks võib soovitada järgmist lihtsat viisi. Terasvardast maha lõigata paras tükk, millele anda vajalik väliskuju, edasi puurida selle otspinna sisse auk, mille sügavus ja läbimõõt vastavad needipeale. Siis valida kohase läbimõõduga teraskuul, asetada see malm- või terasplaadile ja sellele paigutada valmistatav needipea vorm oma otsaauguga. Nüüd suruda kuul tugeva vasaralöögiga auku. Kuul lüüa sügavuseni,

mis on väiksem kuuli raadiusest, sest muidu on raske kuuli august välja võtta. Nii saadakse needipea vormi otsa sisse sile jäljend ja tasandatakse ära puuriotsa jälg. Needipea vormid ja survetornid valmistatakse süsiniktööriistaterasest I8. Nende töötav ots karastatakse umbes 15 mm pikkuselt. Töötav ots noolutatakse õlgkollase, saba aga sinise muutevärvuseni.

5. Neetimine

Neetimine võib toimuda käsitsi või mehhaniseeritult. Esimesel juhul needitakse käsi-neetimisvasaraga, teisel juhul aga suruõhuvasaraga või erilistel neetimismasinatel.

On olemas kaks neetimisviisi — kahepoolse ja ühepoolse juurdepääsuga, millest sõltuvalt kasutatakse kahte neetimismeetodit — otsest ja vastupidist.

Otsesel neetimisel antakse vasaralööke lõpp-pea poolt, kusjuures algpea toetub toele. Niisugune neetimismeetod annab tugevamad liited.

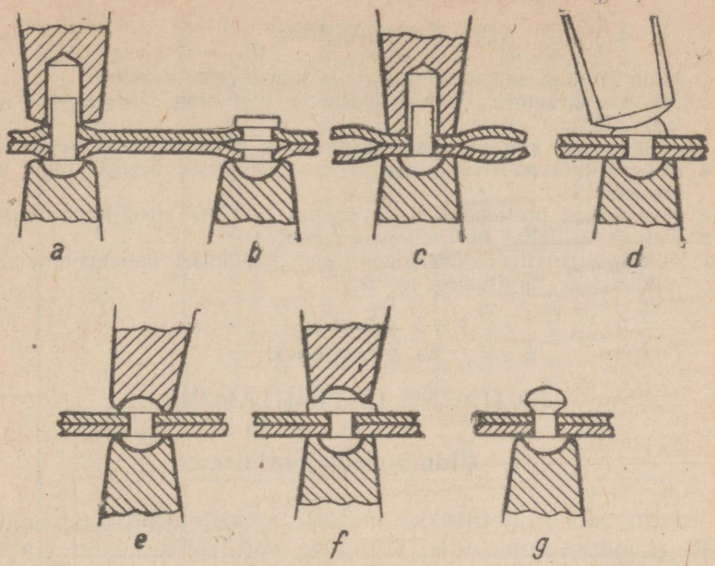
Vastupidise neetimismeetodi puhul antakse vasaralööke algpea poolt, tavaliselt vastu needipea vormi, vormides toe abil lõpp-pead. Seda neetimismeetodit rakendatakse juhul, kui lõpp-peale juurdepääs on raskendatud. Vastupidise neetimismeetodi puhul ei täida neet auku nii tihedalt, mistõttu neetimise kvaliteet on madalam kui otsesel neetimisel.

Neetimist läheb tarvis traktorite remontimisel, näiteks raamide kokkuneetimisel, kabiini, poritiibade ja mootori kapoti lappimisel jne.

Joonisel 220 on näidatud kõige iseloomustavamaid vigu, mida tehakse neetimisel, ja nendest tekkivaid defekte.

Juhul kui on tarvis neeti neetõmblusest eemaldada, raiutakse needipea eri meisliga maha ja lüüakse needivarb august torniga välja. Teine neetide eemaldamise viis seisab järgnevas. Needipea kärnitakse (soovitav algpea) ja siis puuritakse sellesse auk, mille sügavus võrdub pea kõrgusega. Puuri läbimõõt võetakse neediaugu läbimõõdust 0,1—0,2 mm võrra väiksem. Sissepuuritud auku pistetakse torn ja murtakse sellega needipea lahti, misjärel needi ülejäänud osa lüüakse torniga välja.

Õnnetusjuhtumite vältimiseks tuleb neetimisel pöörata erilist tähelepanu neetimisvasarate seisukorrale. Neetimis-



Joon. 220. Ebaõigete neetimisvõtete tagajärjed: *a* — lehed on halvasti teineteise vastu surutud; *b* — needivarb on lehtede vahel jämendunud, tekib kühm; *c* — lehed on neetimisel liiga tugevasti kokku surutud — nad venivad ega liibu tihedalt; *d* — lõpp-pea on ebaühtlaselt kokku löödud; *e* — needipea vorm asetseb viltu ja selle serv lõikub lehe sisse; *f* — lõpp-pea on liiga tugevasti kokku löödud; *g* — lõpp-pea on liiga vähe kokku löödud.

vasaratele esitatakse samasugused nõuded nagu muudeks lukksepatöödeks kasutatavatele vasaratelegi.

Aeg-ajalt tuleb kontrollida vasara kinnitust varre otsa ja varre tugevust. Vasara varre otsast äratuleku vältimiseks tuleb varre otsa sisse pärast vasara otsapanekut lüüa kiil. Vasarate laupades ei tohi olla pragusid, kuna pragunenud laup võib neetimisel puruneda ja töötajat või lähedalviibijaid vigastada.

Survetornidel ja needipea vormidel ei tohi olla pragusid. Ei tohi töötada survetornide ja needipea vormidega, kui nende löögiotsad on vasaralöökidest laiaks, seenekujuliseks taotud, kuna järgnevate löökide puhul võivad laiakstaotud löögiotsa küljest tükid eemale lennata ja töölise kätt vigastada.

1. Mida kujutab endast neetimine ja kuidas seda tehakse?
2. Mis on survetorn, needipea-vorm ja tugi ning milleks need on ette nähtud?
3. Missuguseid neetimisviise kasutatakse ja milles need seisavad?
4. Mida kujutavad endast needid ja missugused neetide liigid on olemas?
5. Missugused neetõmblused on olemas ja millal neid kasutatakse?
6. Kuidas valitakse neetimisvasara kaal?
7. Missugused ettevaatusabinõud tuleb neetimisel õnnetusjuhtumite vältimiseks tarvitusele võtta?

XX PEATÜKK

JOOTMINE JA TINUTAMINE

1. Üldmõisteid jootmisest

Jootmiseks nimetatakse metallide mittelahutatavate liidete moodustamise viisi sulamite abil, milledel on madalam sulamistemperatuur kui kokkujoodetavatel metallidel.

Jootmisel kasutatavaid sulameid nimetatakse joodisteks. Joodise abil liidetud metallide liitekohta nimetatakse jooteõmbluseks. Tugeva õmbluse saamiseks on tarvis, et joodis metallide kokkujoodetavate pindadega tugevasti liituks.

Jootmist rakendatakse laialdaselt masinaehituse paljudes harudes, eriti remonttöödel, kui on tarvis kõrvaldada nõude lekkimist või sulgeda pragusid torudel, millede töösurve ja temperatuur ei ületa jooteõmbluse võimalikku tugevust.

Enamus terasesorte, vask ja vasesulamid on hästi joodetavad. Malmi jootmine on raskem. Alumiiniumi ja selle sulamite jootmine on võimalik ainult eri räbustajate ja joodiste kasutamisel.

Kõige lihtsam on jootmine pehmejoodistega.

Terasest ja vasest õlitorustike jootmiseks kui ka torudele äärikute otsajootmiseks tuleb kasutada kõvajoodiseid.

2. Joodised

Kodumaise tööstuse poolt väljalastavad joodised on standarditud. Tabelites 28 ja 29 on toodud andmed standardsete pehme- ja kõvajoodiste kohta.

Tina-seatinajoodised

Joodise nimetus	Mark	Keemiline koostis %						Ligikaudne kasutus-otstarve
		tina	antimon	seatina	lisandeid – mitte üle			
					vask	vismut	arseen	
Tina-seatina-joodis 90	ПОС 90	89—90	0,10—0,15		0,08	0,1	0,05	Toidunõude (elektri-teekannude, kastrulite) sisemised õmblused
Tina-seatina-joodis 40	ПОС 40	39—40	1,5—2,0		0,1	0,1	0,05	Messingi, raua ja vaskjuhtmete jootmine
Tina-seatina-joodis 30	ПОС 30	29—30	1,5—2,0		0,15	0,1	0,05	Messingi, vase, raua, tsingi, tsingitud pleki, tinutatud pleki, radiaatorite, aparaatide, paindvoolikute ja elektrimootorite bandaažitraadi jootmine
Tina-seatina-joodis 18	ПОС 18	17—18	2,0—2,5	ülejääk	0,15	0,1	0,05	Seatina, raua, messingi, vase, tsingitud pleki jootmine, raua tinutamine jootmiseks, autode ja traktorite detailide jootmine. Laiatarbetoodete jootmine
Tina-seatina-antimonijoodis	ПОСС 4-6	3—4	5—6		0,15	0,1	0,05	Tinutatud pleki, raua, messingi, vase ja seatina jootmine neetõmbluste puhul. Sõiduautode kerede keevisõmbluste ja mõlkide tasandamine jne.

Tabel 29

Vase-tsingijoodised

Joodise nimetus	Mark	Keemiline koostis %				Ligikaudne kasutusotstarve
		vask	tsink	lisandeid — mitte üle		
				raud	seatina	
Vase-tsingi-joodis 36	ПМЦ 36	36 ± 2		0,1	0,5	Kuni 68% vaske sisaldava messingi jootmine
Vase-tsingi-joodis 48	ПМЦ 48	48 ± 2	ülejääk	0,1	0,5	Üle 68% vaske sisaldavate vasesulamite jootmine
Vase-tsingi-joodis 54	ПМЦ 54	54 ± 2		0,1	0,5	Vase, tombaki, pronksi ja terase jootmine

Pehmejoodisteks nimetatakse tina-seatinajoodiseid sulamistemperatuuriga 183—300°. Neid tähistatakse lühendiga ПОС, kus П tähendab joodist (v. k. припой), О — tina (v. k. олово) ja С — seatina (v. k. свинец). Tähtedele ПОС järgnevad arvud näitavad tinasisalduse protsenti antud joodises.

Kõvajoodisteks nimetatakse vase-tsingisulameid sulamistemperatuuriga üle 500°. Vase-tsingijoodiseid tähistatakse lühendiga ПМЦ, kus täht П tähendab joodist (v. k. припой), М — vaske (v. k. медь) ja Ц — tsinki (v. k. цинк). Tähtedele ПМЦ järgnevad arvud näitavad vasesisaldust protsentides.

Tabelites 28 ja 29 on toodud näiteid mitmesuguste joodiste kasutamisest juhtudel, kus saadakse kõige paremaid liiteid.

Valmisjoodiste puudumisel võib neid valmistada ka kohapeal, kui on olemas puhtaid metalle. Pehmejoodiste puhul võib juhinduda tabelist 30, valides selle järgi eelseisvaks tööks kohase joodise, pidades silmas joodise kasutusotstarvet ja sulamistemperatuuri. Samal real on näidatud ka, missuguses kaalulises vahekorras on tarvis võtta joodise valmistamiseks tina ja seatina.

Tabel 30

Pehmejoodiste koostised ja kasutamine

Tina	Seatina	Vismut	Sulamistemperatuur kraadides	Kasutusotstarve
90	10	—	300	Plekist toidunõude jootmine
60	40	—	195	Kergesti sulavatest metallidest toodete jootmine
50	50	—	220	Messingi ja teraspleki jootmine
40	60	—	240	Lehtmessingi ja tinutatud pleki jootmine
33	67	—	250	Lehttsingi ja tsingitud teraspleki jootmine
30	70	—	260	Ehitusala ja jämedad plekksepatööd
25	75	—	270	Seatinast torude, lehtede jne. jootmine
15	25	60	125	
25	22	53	113	
15,5	32	52,5	96	

Väljakaalutud tina ja seatina kogused sulatatakse tiiglis või teraskopas, soojendades seda ääsil või jootelambiga. Metallide sulamahakkamisel on tarvis sulami pinnale riputada peent kuiva kasesütt (kihi paksus 10—15 mm), mis hoiab ära joodise kiire oksüdeerumise. Sula joodist, mis asub söest kaitsekihi all, segatakse hoolikalt, vältides selle ülekuumenemist, seejärel valatakse joodis horisontaalsetesse rennidesse.

Rennideks on kohane kasutada väikesemõõdulist nurkterast. Nurkteras tuleb paigutada horisontaalselt, nurgaga allapoole; sel viisil tekkivasse renni valatakse kopast joodis, liikudes kopaga piki nurkterast. Joodis hangub kepikestena, mis on kasutamiseks käepärased. Tehastes valmistatavaid tina-seatinajoodiseid toodetakse trapetsikujulise ristlõikega prismadena, mis on võrdlemisi rasked. Igale tükile on märgitud joodise mark. Et niisugust joodist jootmistöödel kasutada, raiutakse lahti 100—200 g joodisetükid, sulatatakse need üles tiiglis või kopas, nagu eespool kirjeldati, ning valatakse renni, et saada kasutamiseks käepäraseid kepikesi.

Tehastes valmistatavaid kõvajoodiseid lastakse välja mitmesuguse suurusega tarvitamisvalmis terade või kepikeste näol. Tehastes valmistatava kõvajoodise puudumisel võib selle asemel kasutada messingit Л-68 ja Л-62, lõigates selle vajaliku laiusega lintideks või kasutades messingtraati.

3. Söövitamine

Kõige kindlama jooteõmbluse saab pehmejoodisega siis, kui liidetavad kohad enne jootmist tinutada; terasdetailide kokkujootmiseks on aga liidetavate kohtade esialgne tinutamine vältimatu.

Joodis ühineb hästi ainult täiesti puhta metallipinnaga, mispärast jootmisele kuuluvad kohad on tarvis kaabitsa, metallharja, viili või abrasiivriide abil hoolikalt metallilise läikeni puhastada. Tagiga kaetud või väga konarliku pinnaga terase puhastamiseks kasutatakse söövitamist 50%-lises soolhappe vesilahuses või 15%-lises väävelhappes.

Lahjendatud happe toimel laguneb puhastatava metalli pinnakiht, hape tungib tagi alla ja pinna kõige väiksematesse konarustesse. Sõltuvalt pinna seisukorrast lõpe-

tatakse 2—10 minuti möödumisel söövitamine ja pestakse söövitatud pinda seebikivi 10%-lise vesilahusega. Seejärel eemaldatakse metallharjaga tagi jäänused ja pestakse detaili läbijooksvas vees, et eemaldada leelist.

Puhastatud pinda ei tohi kätega puudutada, sest sõrmedelt detaili pinnale jäävad jäljed vähendavad liite tugevust jootmisel.

4. Räbustajad ja jootmise protsess

Metalli pind oksüdeerub isegi selle lühikese aja vältel, mis kestab detaili puhastamisest joodise pealepanemiseni. Eriti intensiivselt toimub oksüdeerumine, kui detaili kuumutatakse jootmiseks. Selle tulemusel ei hakka joodis detaili külge kinni. Oksüüdi täielikuks eemaldamiseks kasutatakse niinimetatud räbustajaid, mis ühinevad kuumutamise vältel oksüüdidega, tekitades räbu, mis kerkib joodise pinnale ja on sealt takkudega pühkimise teel hõlpsasti eemaldatav.

Tinutatud pinnad asetatakse teineteisele ja kuumutatakse siis neid tõlviku, jootelambi või gaasipõleti abil. Väikesi detaile soojendatakse tõlvikuga, mille abil kantakse ühtlasi õmblusele väheldasel määral joodist, et täita tühemeid, mis tekivad liidetavate pindade ebatasasuse tõttu. Jootmisel saavutatakse kõige paremaid tulemusi, kui pinnad on hästi sobitatud ja joodist vajatakse seetõttu vähe.

Räbustajatena kasutatakse pehmejoodistega jootmisel salmiaaki ja tsinkkloriidi lahust, mille saamiseks lahustatakse tsinki soolhappes. Tsingi ja tsingitud pindade jootmisel tuleb kasutada lahjendatud soolhapet, kandes seda õhukese kihina jootekohale. Tsingiga ühinedes moodustab soolhape tsinkkloriidi ja söövitab kokkumääritud pinna. Happe suuremahulgaline pealekandmine jootekohale põhjustab paratamatult tsinkkatte läbisööbimist, kuna õhukesesse tsinkdetaili võivad augud tekkida.

Elektrijuhtmete ja aparaatide väikeste detailide jootmiseks, kus ei vajata suurt mehaanilist tugevust, kuid nõutakse head ühendust (elektrilist kontakti), ning kus ei ole võimalik jootekohta neutraliseerida ja selle järel läbi pesta, kasutatakse räbustajana kampolit või stearriini, mis kantakse jootekohale jootmise momendil. Kampol ja stearriin ei põhjusta jooteõmbluse oksüdeerumist, ning seepä-

rast kasutatakse neid räbustajaid elektrijuhtmete ja elektriaparatuuri jootmisel.

Puhastamiseks kasutatakse kaabitsat või mõnd muud teravat tööriista. Tõlvik puhastatakse enne kampoliga jootmist sellele varemalt jäänud joodisest ja tinutatakse kampoli abil uuesti üle, et vältida hapete sattumist jooteõmblusele.

Et pulbrilist kloortsinki (soola) kasutada räbustajana, tuleb ta vees lahustada. Sagedamini valmistatakse kloortsingi (e. tsinkkloriidi) lahust soolhappest. Selleks võetakse klaasist või, veelgi parem, keraamiline nõu, kallatakse sinna vajalik hulk soolhapet (umbes 100 g) ja pannakse happesse väikesi tsingitükikesi niikaua, kuni nõu põhja jäänud tsingitükid enam ei lahustu.

Tsingi lahustamisel soolhappes eraldub nõust põlevat gaasi — vesinikku; osaliselt aurub hapet, eraldades lämmatavat gaasi — kloori, mispärast tsingi lahustamist happes on soovitav toimetada väljas.

Kui tsingi lahustamine happes toimub klaasnõus, tuleb tsinki panna happesse väga ettevaatlikult. Kui tsinki panna happesse suurel hulgal, siis algab tormiline reaktsioon, hape kuumeneb kiiresti kõrge temperatuurini, klaasnõu võib praguneda ja hape laiali valguda.

Kõvajoodistega jootmisel kasutatakse räbustajana booraksit. Et vältida booraksi vahutamist jootmisel, tuleb seda teraskopas kuumutada kuni sulamiseni, lasta jahtuda, peeneks tampida ja pärast seda räbustajana kasutada. Hõõgutatud booraksit tuleb hoida suletud klaaspurgis, et vältida niiskuse sisseimamist.

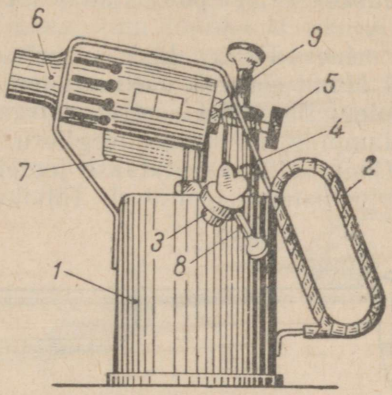
5. Jootmisel kasutatavad seadmed ja tööriistad

Jootelamp võimaldab kuumutamist temperatuurini kuni 1100°. Jootelambid erinevad kütuseanuma mahult, kasutatava kütuse liigilt (petrooleumi- ja bensiinilambid) ja konstruktsioonilt.

Ebakohase kütuse kasutamisel jootelamp ei tööta korralikult.

Jootelambi tähtsamad osad (joon. 221) on: kütuseanum *1*, käepide *2*, täiteava kork *3*, pump *4* õhu pumpamiseks kütuseanumasse, põleti koos ventiiliga *5* etteantava kütusehulga reguleerimiseks, spiraaltoru põletisse juhitava kütuse kuumutamiseks, düüs kuumutatud kütuse pihusta-

miseks ja leeki suunav toru *6*. Torul on augud, mis võimaldavad värske õhu juurdepääsu põletile. Toru all on kausike *7*, kuhu kallatakse kütust jootelambi süütamisel.



Joon. 221. Jootelamp.

Jootelambi süütamiseks kasutatava bensiini hoidmiseks peab olema eraldi nõu. Enne lambi süütamist peab ventiil olema suletud, õhk aga kütuseanumast välja lastud läbi õhuventiili *8*, mis on kinnitatud täiteava korgi külge. Pärast õhu väljalaskmist tuleb õhuventiil sulgeda. Siis süüdatakse kausikesse kallatud bensiin ja soojendatakse sel viisil põleti spiraaltoru. Selleks ajaks, kui bensiin kausikesest täielikult ära põleb, tuleb kütuseanumasse õhku pumbata, kütuseventiil veidi avada ja asetada lamp leegitoruga vastu telliskivi (10—15 mm kaugusele). Pihustunud kütus süttib ja kuumendab lõplikult põleti, millest hakkab välja tungima sinakas leek. Pärast seda on tarvis ventiiliga reguleerida põlemise intensiivsust. Rahutu leegi puhul tuleb düüsi nõelaga puhastada. Selleks on tarvis ventiili koomale keerata, valmis panna põlev peerg ja küljeaugu kaudu puhastada düüsi; kui leek seejuures peaks kustuma, süüdata see uuesti selleks varutud peeruga.

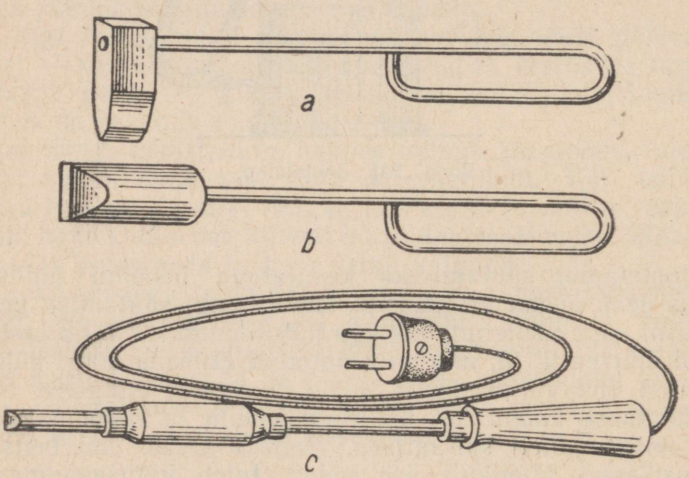
Lampi tuleb kustutada ainult ventiili sulgemisega ning seejärel õhk kütuseanumast õhuventiili kaudu välja lasta.

Täiteaugu korgi all peab olema nahkseib. Gaaside väljatungimisel ventiilivarre ümbert tuleb kergelt pingutada topendi mutrit *9*.

Tuleb silmas pidada, et jootelambi süütamine kütuse düüsist väljalaskmise teel põhjustab põleti kiiret ummistumist.

Väliskujult erinevad spiraaliga petrooleumilambid bensiinilampidest ainult spiraali asetuselt leeki suunava toru suhtes. Petrooleumilampidel asetseb spiraaltoru leegitoru sees, bensiinilampidel väljaspool leegitoru.

Tõlvikuid (joon. 222) kasutatakse jootekoha soojendamiseks pehmejoodistega jootmisel. Tõlvikute töötav osa

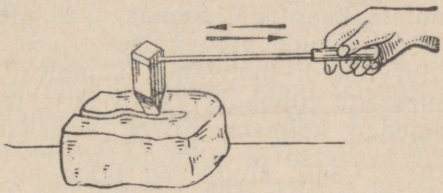


Joon. 222. Tõlvikud: *a* — tavaline; *b* — otstõlvik; *c* — elektritõlvik.

valmistatakse punasest vasest kui kõige paremini soojust juhtivast metallist. Töötav osa kinnitatakse teises otsas käepidemega varustatud vardale. Tõlvikute kuju ja suurus sõltub joodetavate detailide kujust, kaalust ja materjalist. Mida massiivsemad on kokkujoodetavad detailid, seda raskem peab olema tõlvik.

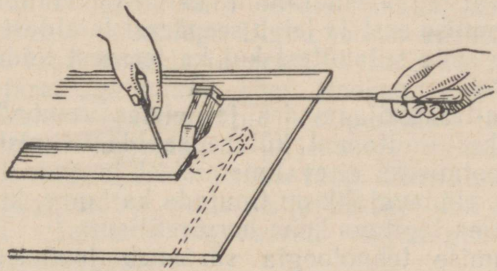
Töötamise alustamiseks kuumutatakse tõlvik temperatuurini 400—500°; tõlviku ülekuumutamine pole lubatav, sest kõrge temperatuuri juures põleb tõlviku töötav osa

kiiresti läbi. Kui tõlvik oli varem kasutusel, puhastatakse enne jootmist tema töötav osa viiliga, siis kuumutatakse tõlvikut ja kastetakse töötav osa lühikeseks ajaks tsinkkloriidi lahusesse; seejärel võetakse tõlvikuga väike tükk joodist ja hõõrutakse tõlvikut piki salmiaagitüki soont (joon. 223) niikaua, kuni tõlviku kiilukujuline osa täielikult kattub joodisega. Seda protsessi nimetatakse tõlviku tinutamiseks. Tinutatud tõlviku külge hakkab joodis paremini kinni. Pärast tinutamist on tõlvik kasutamisvalmis.



Joon. 223. Tõlviku tinutamine salmiaagitükil.

Tõlvikuga võetakse joodisetilk ja kantakse see kokkujoodetavatele, eelnevalt tinutatud detailidele. Tõlvikut piki õmblust nihutades (joon. 224) soojendatakse kokkujoodetavaid detaile kuni 200—250°-ni, misjärel joodis katab sulades õmbluse ja pärast hangumist joodab detailid kokku.



Joon. 224. Tõlvikuga jootmine.

6. Töökoha organiseerimine jootmistöödeks

Et töökohta organiseerida jootmistöödeks, tuleb töölaua kohale üles seada kumm ja tagada küllaldane väljatõmbeventilatsioon. Soovitav on kasutada metallist töölauda, mille puitplaat on üle löödud terasplekiga. Töölaua otsale tuleb laduda tellistest alus, kus toimub tõlvikute kuumutamine. Töölaua taga olev sein olgu vooderdatud tellistega. Töölaud on varustatud paralleelkruustangidega. Töökohal peavad olema vannid lahjendatud soolhappe ja väävelhappe, leelise ja puhta vee jaoks. Kõik kemikaalide vannid varustatakse vastavate pealkirjade ja kindlate kaantega. Samas peab olema ka stend radiaatori südamikkude proovimiseks veesurvega. Töötamiseks on tarvilikud: jootelamp; komplekt mitmesuguse kuju ja suurusega tõlvikuid (4—5 tk.); jäme- ja peenviilid — lamedad kolmekandilised, neljakandilised ning ümmargused; lamedad ja kolmekandilised kaabitsad jne. Kui töökojas on elekter sees, siis on veel vaja elektritõlvikut vastavale pingele. Jootmistöödeks sisustatavat töökohta ei tule paigutada valmistoodangu lao, tööriistakambri ja teiste objektide vahetusse lähedusse, milledes hoitavatele varadele hapete aurud mõjuvad korrodeeruvalt. Söövitustööde puhul peab tööline olema varustatud kaitseprillide, kummikinnaste ja kummipõllega. Juhuks, kui katmata kehaosadele peaks sattuma hapet, peab käepärast olema puhast soodalahust või nuuskpiiritust happe sööbiva toime neutraliseerimiseks.

7. Tinutamine

Tinutamiseks nimetatakse metallide katmist tina või pehmejoodistega. Tinutamine kaitseb metalltooteid hästi oksüdeerumise eest ja leiab seepärast laialdast kasutamist vasest ja selle sulamitest kui ka terasest toidunõude valmistamisel.

Masina-traktorijaamades ja teistes remondiettevõtetes kasutatakse tinutamist kütusepaakide valmistamisel, detailide jootmiseks ettevalmistamisel ja enne laagrivoodri valamist. Hädavajalik on tinutada ka lappe, kui need peavad tagama lapitava koha hermeetilisuse.

Tinutamise tehnoloogia sarnaneb jootmise tehnoloogiaga. Tinutamisele kuuluv pind puhastatakse hoolikalt mustusest kaabitsa, viili või abrasiivriide abil. Suuri

pindu söövitatakse töö kergendamiseks lahjendatud soolvõi väävelhappes.

Enne tinutamist niisutatakse pinda ohtralt happega, kasutades selleks puitpulga ümber mähitud takkudest pintslit. 10—15 minuti möödumisel riputatakse pinnale jõeliiva, puhastatakse takkude abil hästi oksüüdidest ja pestakse veega. Kui pinda ei saada küllalt puhtaks, korratakse söövitamist. Söövitatud pinda pestakse happe neutraliseerimiseks leeliselahusega ja seejärel pestakse puhta veega. Söövitamisel ja neutraliseerimisel tuleb töötada kummikinnastes, kummipõllega ja kaitseprillidega, et vältida põletushaavasid ja riiete rikkumist.

Vaatleme näitena mingi paagi lappimist.

Tinutamiseks ettevalmistatud lapi pinda määritakse tsinkkloriidi lahusega ja, hoides lappi servast lamemokktangidega, kuumutatakse seda ühtlasel tulel. Tsinkkloriidiga kokkumääritud pind peab seejuures asetsema horisontaalselt ja ülespoole pööratuna. Kui räbustaja keema hakkab, hõõrutakse peenikest joodisekepikest vastu lapi soojendatud pinda, kuni joodis sulama hakkab. Sula joodis aetakse mööda lapi pinda laiali eelnevalt tinutatud ja kuumutatud tõlviku abil. Sel määral kui joodise kiht mööda lapi pinda edasi liigub, tuleb tsinkkloriidist kuivaks tõmbunud kohad uuesti kiiresti sisse määrida. Sula joodisele riputatakse näputäis salmiaaki. Need kohad aga, kuhu joodis kinni ei hakka, puhastatakse kiiresti kaabitsaga, määritakse tsinkkloriidi lahusega ja tinutatakse siis tõlvikuga. Salmiaaki ei tohi peale riputada liiga palju, eriti aga ebaküllaldaselt soojendatud ja veel tinutamata pinnale, sest sellest tekkivaid musti täppe on raske tinutada. Pärast kogu pinna katmist joodisega soojendatakse lappi uuesti, kuni joodis hakkab sulama, ja pühitakse puhaste takkudega liigne joodis kiiresti maha. Siis lastakse lapil jahtuda ja pestakse seda algul sooda-lahuses, seejärel aga puhtas vees. Roostetamise vältimiseks on tsinkkloriidiga tinutatud lapi pesemine tingimata tarvilik. Eespool kirjeldatud järjekorras valmistatakse ette ka pind, millele tuleb panna lapp. Ettevalmistatava serva laius augu ümber, mida on tarvis lapi abil sulgeda, sõltub liitelt nõutavast tugevusest, väljanägemisest ja töötamise käepärasusest.

Puhastatud pind peab augule asetatud lapi alt 3—5 mm võrra välja ulatuma. Vastupidava jooteõmbluse saami-

seks määritakse tinutatud pindasid tsinkkloriidiga, asetatakse siis lapp kohale ja surutakse see jämeda traaditükiga vastu lapitavat kohta, et vältida lapi kohaltnihkumist. Tinutatud ja soojendatud tõlvikuga võetakse joodist ja kantakse see jooteõmblusele. Nihutades tõlvikut aeglaselt mööda õmblust, soojendatakse kokkujoodetavaid pindasid, lisades seejuures joodist õmbluse ebatiheduste täissulatamiseks. Õmbluse soojendamisel hakkab tsinkkloriid keema ja lapi alt hakkavad gaasimullid läbi sula joodise välja tungima. Hästi tulist tõlvikut tuleb õmbluse sellel kohal liigutada niikaua, kuni lõpeb gaasimullide väljatungimine. Seejärel võib õmbluse jootmisega edasi minna. Lapi külgejootmise lõpetamisel on vaja kogu lappi nii väljast- kui ka seestpoolt (kui võimalik, ka kogu nõu) hästi pesta soodalahusega, seejärel aga leelise eemaldamiseks puhta veega.

8. Jooteõmbluse kvaliteedi kontrollimine

Jooteõmbluse kvaliteedi kontrollimist alustatakse selle hoolika välise ülevaatusega. Vastupidaval jooteõmblusel on ühtlane ja sile välispind ilma ümmarguste lohkudeta, mis tekivad jootmisel eralduvatest gaasimullidest. Lohud ja konarused näitavad, et õmblus ei olnud küllaldaselt läbi soojenenud või joodeti jahtunud tõlvikuga. Pilud õmbluses näitavad kokkujoodetud pindade puudulikku puhastamist või tinutamata jäänud kohti. Niisugune õmblus pole küllalt tugev ega tihe.

Anumate jooteõmbluste tihedust tuleb kontrollida. Kõige kiiremini ja kindlamalt saab õmblust kontrollida suruõhuga, mille rõhk on 0,5—1 atü võrra suurem sellest töösurvest, millele anum on arvestatud. Selleks suletakse tihedalt kõik anuma augud kas olemasolevate kaante või korkidega, neile tihendeid alla pannes. Üks auk ühendatakse auto-õhupumbaga, mis peab olema varustatud õhu tagasivoolu takistava klapi või ventiiliga. Pumba ja anuma vahel asetseva voolikuga ühendatakse manomeeter, mille skaala ulatus on 0—3 atmosfääri. Anumasse pumbatakse õhku ja suletakse pumba ja manomeetri vahel asetsev ventiil. Kui manomeeter ei näita rõhu märgatavat langemist, siis tähendab see, et proovitava anuma õmblused on küllalt tihedad. Õmbluste väiksemate ebatiheduste avastamiseks asetatakse anum, millesse on pumba-

tud õhku, puhta vee vanni ja õhumullid näitavad kätte õhu väljavoolamise koha. Vanni puudumisel või suurema anuma proovimisel niisutatakse kontrollitavat kohta ohtralt seebiveega; tekkivad mullid näitavad kätte ebatiheda koha.

Lahtisi kaaneta anumaid kontrollitakse järgmisel viisil: jooteõmblus pühitakse väljast kuivaks ja hõõrutakse sisse kuiva kriidiga; anumasse kallatakse seda vedelikku, mille jaoks anum on ette nähtud, ja 8—10 tunni möödumisel tehakse õmbluse ebatihedused kriitkatte rõskumise järgi kindlaks. Õmbluse suuremad ebatihedused on märgatavad kohe pärast vedeliku sissekallamist.

Õmbluse üksikud väiksemad ebatihedused kõrvaldatakse ülejootmise teel, mittekorralik õmblus tuleb aga eelkirjeldatud tehnoloogia kohaselt uuesti joota.

9. Põlevvedelike anumate jootmine

Põlevvedelike või -gaaside hoidmiseks kasutatavate anumate jootmisel tuleb plahvatuse ärahoidmiseks tarvitusele võtta erilised ettevaatusabinõud. Anum tühjendatakse täielikult põlevainest ja pestakse tulise veega (veel parem 6%-lise seebikivi lahusega) kuni lõhna kadumiseni. Puhtaks pesemata anumat ei tohi töökoha lähedale toimetada, sest jootelambi põlemisel võib väikseimgi ettevaatamatus põhjustada anuma plahvatamist.

10. Kõvajoodistega jootmine

Õlitorustike jootmiseks, torude äärikute külge jootmiseks, kõvasulamitest plaadikeste treiteradele pealejootmiseks jne. kasutatakse kõvajoodiseid. Kokkujoodetavad pinnad puhastatakse hoolikalt kuni metallilise läikeni. Torude kokkujootmiseks pistetakse nad puhastatud otstega teineteise sisse ja pealpool jätkukohta painutatakse peenema toru ümber kõvajoodise ribast rõngas. Jootmist toimetatakse vertikaalasendis, et joodis saaks õmbluse sisse joosta. Jootelambiga kuumutatakse nii jootekohta kui ka 3—4 mm jämedust ja 300—400 mm pikkust teritatud terasvarrast. Jootekoha kuumenemisel võetakse hõõguva terasvardaga booraksit; selleks kastetakse varda ots booraksi karpi ja kantakse külgehakanud booraks joodisele ja jootekohale. Joodis tuleb üles sulatada sel momendil, kui

õmblus on hästi läbi kuumenenud (kuni 700—900°). Joodise lisamine on võimalik sel teel, et hoitakse selleks varutud joodiselinti vastu tulist õmblust. Jootmise vältel tuleb kogu aeg eespool kirjeldatud viisil lisada booraksit.

Et kõvasulamist plaadikest joota treiterale, puhastatakse kokkujoodetavad pinnad abrasiivkäial, riputatakse booraksit treitera pinnale ja asetatakse sellele õhuke joodiseleheke, mis on jootekoha kuju järgi välja lõigatud. Nüüd riputatakse uuesti booraksit ja siis asetatakse jootekohale kõvasulamist plaadike, mis seotakse pehme terastraadiga treitera külge kõvasti kinni. Seejärel kuumutatakse jootekohta jootelambiga, kuni joodis sulab, ja surutakse kõvasulamist plaadike metallvardaga vastu treitera, mille tagajärjel liigne joodis plaadikese alt välja surutakse. Nüüd lastakse treiteral jahtuda ja võetakse traat küljest ära.

11. Ohutustehnika eeskirjad jootmisel ja tinutamisel

Jootmistöödeks sisustatud töökoha kohal peab olema ventilatsiooniks tõmbekumm.

Hapetega töötamisel tuleb tingimata kanda kummikindaid, kummipõlle ja kaitseprille.

Happe vesilahuse valmistamisel kallata peene joana ainult hapet vette läbi ohutu lehtri või sifooni.

Töötamisel mahaläinud happe neutraliseerimiseks riputada sellele kaltsineeritud soodat.

Paljastele kehaosadele juhuslikult sattunud happe sööbiva toime neutraliseerimiseks pühkida neid kohti nuuskpiirituses niisutatud lapiga, seejärel aga hästi pesta vee ja seebiga.

Kõik töökohal hoitavad kemikaalid peavad olema lihvitud klaaskorkidega või kummikorkidega klaasnõudes, mis on varustatud selgete pealkirjadega. Klaasnõud peavad pehmesse materjali mähitult asetsema puitkastides või punutud korvides.

Tooteid võib tinutamiseks söövitada, samuti tsinkkloriidi saamiseks tsinki happes lahustada ainult selleks eraldi ettenähtud ja hea ventilatsiooniga varustatud kohas.

Jootelampe tuleb täita ainult tuleohutus kohas; kütust võib jootelampi kallata ainult peene tilaga nõust või läbi väikese lehtri (aluspannil), vältides kütuse mahakallamist.

Jootelampi on lubatud täita ainult selle kütusega, milleks ta on ette nähtud. Kategooriliselt on keelatud täita jootelampi, kui see pole täielikult jahtunud. Jootelampi süüdata tohib ainult põleti all asuvasse kausikesse kallatud kütusega; kausikest tuleb täita ainult eri pudelist, misjuures põleti ventiil peab olema suletud. Kausikesest mahajooksnud kütus tuleb töölaualt ja jootelambi anumalt enne lambi süütamist ära pühkida. Tulekahju ja põletushaavade ärahoidmiseks ei tohi põlevat jootelampi ühest ruumist teise kanda. Ei ole lubatav töötada jootelambiga, mille anum lekib või mille ühendused põleti ja anuma vahel ei ole tihedad.

Rõhu all töötavat jootelampi võib kustutada ainult ventiili sulgemisega. Pärast lambi jahtumist tuleb õhk anumast välja lasta, keerates selleks lahti õhuventiili.

Tõlvikuid soojendada ainult käepärastel ja kukkumist takistavatel alustel.

Mahakallatud kütuse süttimise puhuks peab töökoha lähedal olema tule kustutamiseks kuiva liiva.

Kontrollküsimusi

1. Mida nimetatakse jootmiseks?
2. Mida nimetatakse joodisteks ja missuguseid joodiseid tavaliselt kasutatakse?
3. Kuidas valmistada joodist?
4. Mida kujutab endast söövitamise protsess ja milleks seda kasutatakse?
5. Milleks on ette nähtud räbustajad ja mida nad endast kujutavad?
6. Kuidas toimetatakse jootmist?
7. Missuguseid tööriistu kasutatakse jootmisel?
8. Missuguseid jootelampe on olemas ja kuidas neid praktiliselt tuleb kasutada?
9. Mida kujutavad endast tõlvikud ja kuidas neid tuleb kasutada?
10. Kuidas peab töökoht olema jootmistöödeks organiseeritud?
11. Milles seisab tinutamine ja milleks seda kasutatakse?
12. Kuidas kontrollitakse jooteõmbluse kvaliteeti?
13. Mida kujutavad endast kõvajoodised ja kuidas toimub nendega jootmine?
14. Missugused ohutustehnika eeskirjad on jootmisel ja tinutamisel?

NÄITEID LUKKSEPATÖÖDE RAKENDAMISEST TRAKTORITE JA KOMBAINIDE REMONTIMISEL

XXI PEATÜKK

DETAILIDE KULUMINE JA NENDE TAASTAMINE

1. Masinate remondi organiseerimine

Traktorite ja kombainide remondi organiseerimine masina-traktorijaamades on käesoleval ajal üsna täiuslik. Remonti teostatakse nüüd ainult sõlmmeetodil, mis vastab masina- ja traktoripargi remondi ning ekspluatatsiooni suurenenud nõuetele.

Sõlmmeetodi korral jaguneb kogu remonttööde kompleks, millest koosneb traktori või kombaini remondi tehnoloogiline protsess, kaheks osaks, milledest kumbki kujutab endast sõlme remontimise või masina lahtivõtmise ja kokkupaneku täiesti lõpetatud protsessi.

Vastavalt ühe või teise sõlme remondi operatsioonidele organiseeritakse remonditöökojas spetsialiseeritud töökohad, mis on varustatud remondioperatsioonide kvaliteetseks teostamiseks vajalike rakiste, aparaatide ja tööriistadega.

Kõik remonditöölised, sealhulgas ka traktoristid ja kombainerid, kinnistatakse kindlatele töökohtadele kogu remondihooajaks. Sõlmmeetod eeldab traktoristide, kombainerite ja traktoribrigaadide brigadiiride ulatuslikku osavõttu masinate remondist.

Traktorite, kombainide ja põllutöömasinate remontimine nõuab aga paljude lukksepa-töövõtete tundmist ja oskuslikku rakendamist. Lukksepatöid rakendatakse laialdaselt ka masinate tehnilisel hooldamisel. Nii esimesel

kui ka teisel juhul ei rakendata lukksepatöid mitte üksikute iseseisvate operatsioonidena, vaid kompleksidena, s. o. mitmesuguste kombinatsioonidena paljudest lukksepaoperatsioonidest. Lõhkenud mootoriploki remontimisel rakendatakse näiteks järgmisi lukksepaoperatsioone: raiumist, painutamist, märkimist, viilimist, aukude puurimist, keermetamist, temmimist jne. Kepsu remontimisel on tegemist pealesulatamise, viilimise, õgvendamise, sissepressimise ja aukude hõõritsemisega. Kõiki neid töid tehakse kindlas järjekorras ja paljudel juhtudel kasutatakse spetsiaalseid seadmeid, rakiseid ja tööriistu. Nimetatud tööd nõuavad ka tehniliste tingimuste tundmist.

Lahtivõtmise-kokkupanekutöödel peab oskama kasutada mitmesuguseid võtmeid, mahatõmbajaid ja teisi rakiseid ning tundma masina detailide ja sõlmede ühendamise tingimusi.

Kõigi masinate remondi ja tehnilise hooldamisega seotud tööde teadlikuks teostamiseks peab mehhanisaator tundma detailide kulumise tähtsamaid põhjusi ja nende põhjuste mõju vähendamise viise. Ühel või teisel määral peab ta ka tundma olemasolevaid detailide ja liidete taastamise viise, et igal üksikul juhul õigesti valida remontimise viisi.

Mehhaniseerimise järjest suurenev ulatus põllumajanduslikus tootmises, tehnika pidev täienemine ja suurenenud nõuded nii remondi kvaliteedile kui ka masina-traktoripargi täielikumale ärakasutamisele nõuavad mehhanisaatorilt tema kvalifikatsiooni pidevat täiustamist.

2. Üldmõisteid masinate detailide kulumisest

Kodumaistes tehastes valmistatavad traktorid ja kombainid on vastupidavad ja töökindlad masinad. Eesrindlikud traktoristid ja kombainerid saavutavad kõrgeid töötulemusi ning säästavad eeskujuliku tööga palju kütust.

Niisuguseid tulemusi saavutavad nad sellega, et organiseerivad õigesti oma tööd, jälgivad tähelepanelikult oma masinate seisukorda ja kõrvaldavad õigeaegselt nende normaalset töötamist häirivad põhjused.

Üheks tähtsamaks põhjuseks, mis häirib traktori, kombaini või muu masina normaalset töötamist, on nende detailide kulumine. Tehakse vahet mehaanilise ja korrosioonilise kulumise vahel.

Mehaaniline kulumine tekib detailidevahelise hõõrdumise või nende pinna deformeerumise tagajärjel. Mehaanilist kulumist esineb mitmesugusel kujul ja seda võib avastada mitmesuguste tunnuste järgi.

Detailide mõõtmete muutumine. Detailide mõõtmete muutumisel suurenevad liikuvates ühendustes lõtkud nende detailide vahel, mistõttu määre ei püsi sõlmes, detailid töötavad löökidega ja kuluvad veelgi kiiremini.

Liikuvates ühendustes on lõtkude suurenemise tunnuseks müra ja kloppimine. Müra tekib näiteks lõtku suurenemisel käigukasti hammasrataste hammaste vahel. Kui aga suureneb lõtk võlli kaela ja laagri vahel, hakkab vastav laager kloppima. Mootoris tekkivate kloppimiste kindlakstegemiseks kuulatakse teda joonisel 225 näidatud tsoonides.

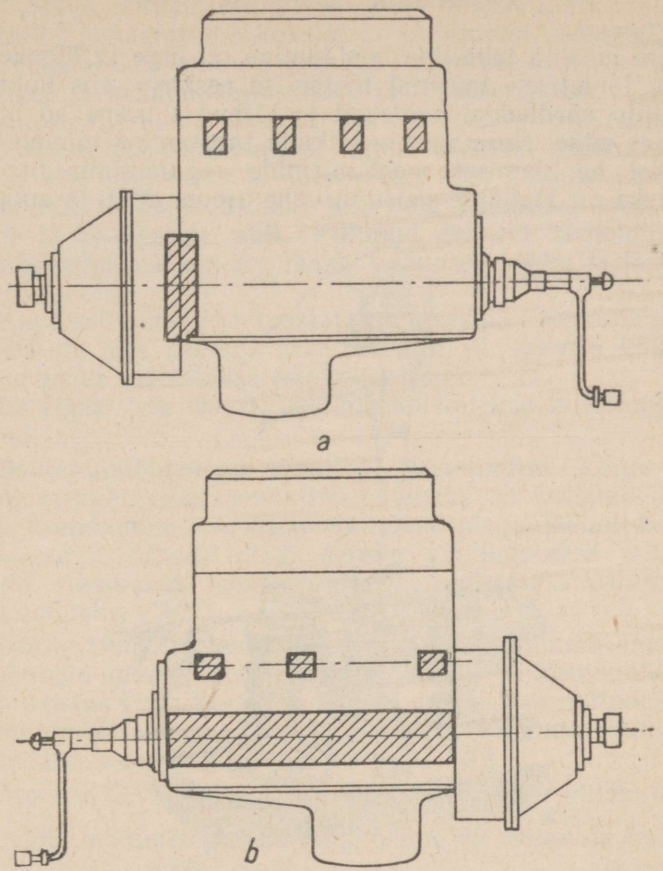
Liikumatutes ühendustes tekib detailide mõõtmete muutumisel pingu asemel lõtk. Detailid, mis peavad teineteise suhtes liikumatult asetsema, hakkavad vastastikku liikuma. Niisugune nähtus ilmneb näiteks veerelaagrite rõngaste juures, mis kohalepaneku pingu kaotamisel hakkavad võllil või pesas ringi käima.

Detailide kuju muutumine. Detailide kuju muutub nende pindade ebaühtlase kulumise tõttu. Silindrilised detailid muutuvad ovaalseteks või koonilisteks. Kuju muutumist saab kindlaks teha detailide mõõtmisega. Nii näiteks tehakse silindrite, kolbide ja võllikaelte kontrollimisel nende kõlblikkus kindlaks ovaalsuse ja koonilisuse suuruse järgi.

Sööbimised, mõlgid ja kriimustused. Sööbimised võivad detailide pinnal tekkida nii mehhanismide töötamisest puuduliku määrimisega kui ka õhus või õlis leiduvate kõvade osakeste sattumisest hõõrdepindadele. Mõlgid ja kriimustused tekivad detailide hooletust lahtivõtmisest ja kokkupanemisest.

Peale selle tekib kulumine kõrgete temperatuuride, õhuhapniku ja kütuses või õlis leiduvate hapete toimel (korrosiooniline kulumine).

Mõned detailid (mootori plokikaas, klapid, kolvid) kuumenevad töötamisel kõrge temperatuurini, mille tagajärjel muutub metalli struktuur. Metall muutub jämedateraliseks ja selle tugevus väheneb. See põhjustab pragude tekkimist või detailide täielikku purunemist. Pragusid tekib



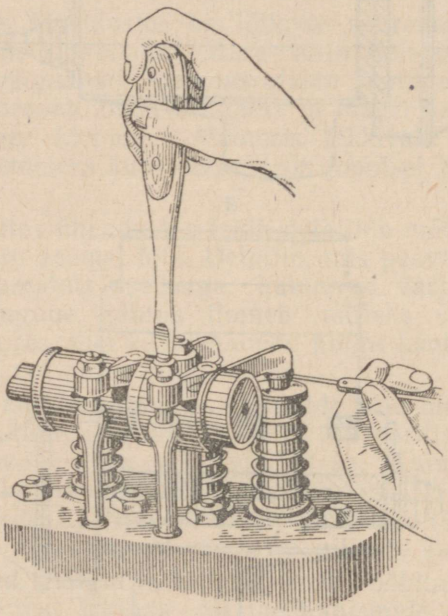
Joon. 225. Mootori kloppimiste kuulamise tsoonid: *a* — kolvisõrmede ja hooratta kloppimiste kuulamise tsoonid; *b* — tsoonid kloppimiste kuulamiseks kepsu- ja raamlaagrites ning nukkvõlli puksides.

sageli silindrite ploki klapipesades ning klappidel murdub mõnikord säär pea küljest lahti.

Kulunud detailid tuleb remontida või uutega asendada.

3. Detailide taastamise viisid

Kui masina tehniline hooldamine on õige ja õigeaegne ning täidetakse masinal töötamise eeskirju, siis kuluvad detailid võrdlemisi aeglaselt ja lõtkud suurenevad ühendustes vähe. Normaalsete lõtkude taastamine toimub tehnilisel hooldamisel mehhanismide reguleerimisega. Nii näiteks on klappide paisumisvahe (joon. 226) ja koonus-



Joon. 226. Klappide paisumisvahe reguleerimine.

hammasrataste ning laagrite lõtku reguleerimisega võimalik kindlustada nende normaalset töötamist väga pika aja vältel. Detaile vahetatakse tehnilisel hooldamisel ainult üksikutel juhtudel.

Ometi jõuab masina pikaajalisel töötamisel kulumine kord niikaugele, et reguleerimisega ei ole enam võimalik tagada mehhanismi normaalset töötamist. Niisugusel juhul on tarvis masinat remontida.

Traktoritele ja kombainidele on ette nähtud kahte liiki remont — jooksev ja kapitaalremont.

Jooksva remondi puhul võetakse masin lahti osaliselt, detailid puhastatakse koksist ja katlakivist, remonditakse ja vahetatakse mõned detailid ning seejärel pannakse sõlmed ja mehhanismid kokku ja reguleeritakse.

Kapitaalremonti tehakse pärast masina pikemaajalist töötamist. Kapitaalremondi puhul võetakse masin täielikult lahti sõlmedeks ja detailideks, kõik detailid pestakse hoolikalt ja kontrollitakse siis neid vastavate mõõteriistade ja aparaatide abil. Kulunud detailid remonditakse või asendatakse uutega, masin pannakse kokku ja lastakse sisse töötada.

Kapitaalremondiga taastatakse masina töötamisvõime täielikult, mis saavutatakse sellega, et masina kõikides ühendustes taastatakse esialgsed istud.

Esialgset istu detailide vahel taastatakse mitmesugusel viisil.

Remontmõõtmetega detailide kasutamine. Kõige rohkem kasutatavaks remontimise viisiks on kulunud detailide asendamine remontmõõdus detailidega. Detailide neid mõõtmeid, millede järgi detaile valmistatakse tehastes uude masinasse monteerimiseks, nimetatakse normaalmõõtmeteks.

Normaalmõõtmetest suuremaid või väiksemaid detailide mõõtmeid nimetatakse remontmõõtmeteks. Remondiks laseb tööstus välja tagavaradetaile, mis on kas normaal- või remontmõõtmetega. Vaatleme näiteks remontmõõtmetega detailide kasutamist.

Mootori Д-54 kolbe laseb tööstus välja järgmiste kolvisilmade mõõtmetega: normaalmõõde $48\ ^{-0,005}_{-0,020}$ ja remontmõõde $47,7\ ^{-0,005}_{-0,020}$. Kolvisõrmel on normaalmõõtmeks $48\ ^{+0,005}_{-0,001}$ ja remontmõõtmeks $48,3\ ^{+0,005}_{-0,001}$.

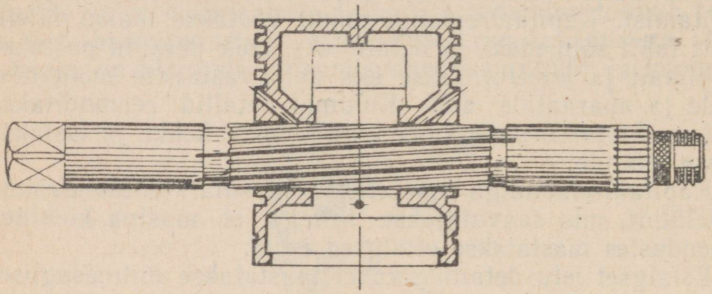
Oletame, et mootor tuli remonti esimest korda; kontrollimisel ilmnes, et lõtk kolvisõrme ja kolvisilmade vahel on lubatavast suurem.

Selle detailidepaari remontimisel toimitakse järgmisel viisil.

Erilise reguleeritava hõõritsa abil (joon. 227) hõõritsetakse kulunud kolvisilmad suuremale remontmõõtmele 48,3 mm, kuna kolvisõrm asendatakse uue, remontmõõdus kolvisõrmega.

Teise võimalusena lihvitakse kolvisõrm mõõtmele 47,7 mm ja võetakse uus kolb, millel on väiksemad, remontmõõdus kolvisilmad.

Sel viisil on võimalik remontida mõlemat detaili ja neid uuesti mootorisse tagasi asetada.



Joon. 227. Kolvisilmade hööritsemine remontmõõtele.

Täiendavate remontdetailide kasutamine. Mõningatel juhtudel on võimalik koostöötavate detailide istusid taastada täiendavate remontdetailide, nagu pukside, rõngaste ja vahetükkide kasutamisega.

Nii näiteks taastatakse plokikaane klapipesade märgataval kulumisel neid rõngastamise teel. Selleks puuritakse klapipesa puurpingil üle ja pressitakse sellesse täpselt töödeldud malmrõngas.

Niisuguste rõngastega varustatud plokikaas võib töötada sama hästi kui uus.

Pindadele pealekasvatamine. Töötingimuste kohaselt on mõnikord tarvis taastada kulunud detailidel esialgsed (normaal-) mõõtmed. Niisugustel juhtudel kasvatatakse detaili kulunud pinnale metallikiht pealekeevitamise, kroomimise või metallitamise teel. Pärast metallikihi pealekandmist töödeldakse pinda kas pinkidel või käsitsi ja antakse detailide esialgne kuju ning mõõtmed.

4. Lahtivõtmis-kokkupanekutööd masinate tehnilisel hooldamisel ja remontimisel

Nii masinate tehnilisel hooldamisel kui ka remontimisel rakendatakse laialdaselt igasuguseid lukksepatöid. Tähtis

koht on nende hulgas lahtivõtmis-kokkupanekutöödel. Nende tööde teostamisel tuleb kasutada spetsiaalseid rakiseid ja tööriistu. See kergendab tööd ja aitab kaasa töötootlikkuse ja kvaliteedi tõstmisele. Traktori detailide ja sõlmede kõiki ühendusi võib nende konstruktsioonist sõltuvalt jaotada liikuvateks ja liikumatuteks. Liikumatud ühendused jagunevad lahutatavateks ja lahutamatuteks.

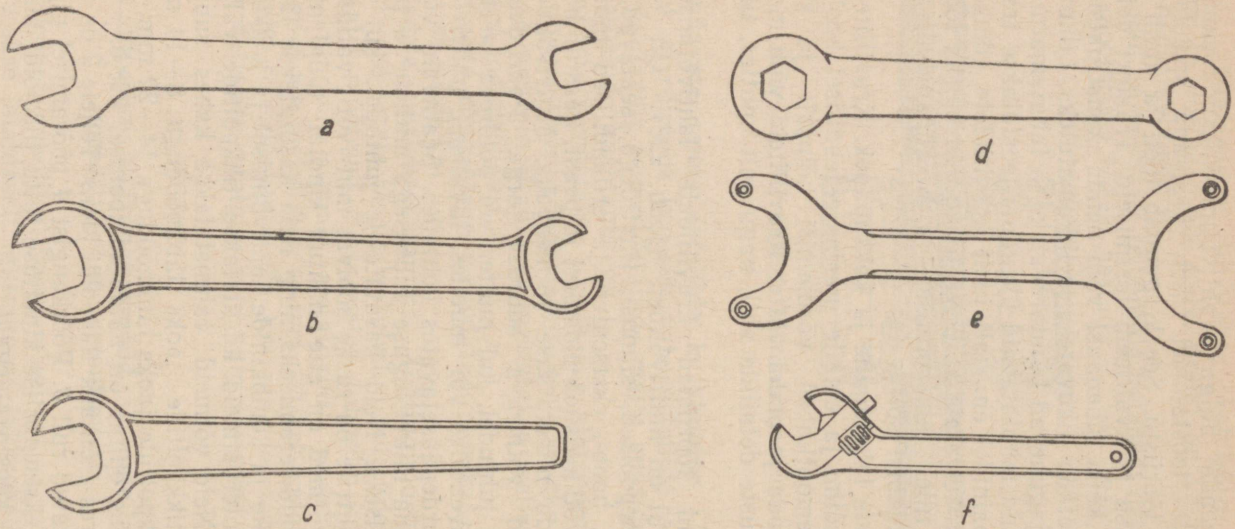
Liikumatuid lahutatavaid ühendusi teostatakse traktoritel ja kombainidel enamalt jaolt kruviliidete, tikkpoltide, tihvtide ja tõkestajate abil. Nii töövõtteid kui ka tööriistu ja rakiseid tuleb lahtivõtmisel ja kokkupanekul valida ühenduste tüübist sõltuvalt.

Kruviliidete lahutamine ja kokkupanek. Kruviliited võimaldavad sõlmi ja detaile masinate tehnilisel hooldamisel ning remontimisel võrdlemisi hõlpsalt ja kiiresti kohale asetada ja maha võtta. Kruviliiteid võib moodustada niisuguste detailide abil, nagu polt, mutter, tikkpolt ja kruvi.

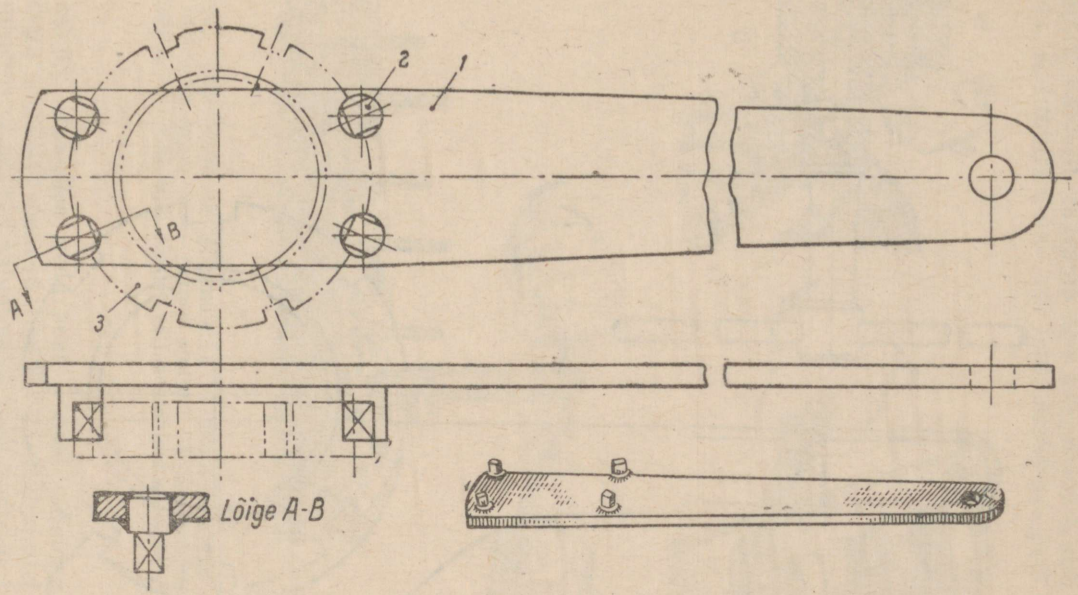
Tähtsamad tööriistad kruviliidete lahtivõtmisel ja kokkupanekul on mutrivõtmed (joon. 228). On olemas ühe- ja kahepoolsed, silmus-, tihvtidega, seatavad, padrun-, vänt-, hoob-, ekstsenter- ja erilaadilised mutrivõtmed. Mutrivõti koosneb pidemest ja peast. Peas on haardepinnad, mida nimetatakse võtmeavaks. Mutrivõtmed on standarditud võtmeava suuruse järgi. Padrunvõtmeid kasutatakse juhtudel, kui mutter või poldipea asetsevad detailide süvendites või muudes, tavalisele mutrivõtmele raskesti juurdepääsetavates kohtades. Seatavaid võtmeid võib kasutada mitmesuguse suurusega mutrite ja poltide lahtikeeramiseks. Neid kasutatakse juhtudel, kui poldipeale või mutrile on raske sobivat mutrivõtit valida. Erilaadilised võtmed on ette nähtud kindlat tüüpi mutrite lahti- ja kinnikeeramiseks ning neid kasutatakse laialdaselt traktorite ja kombainide lahtivõtmisel ja kokkupanekul. Ekstsentervõtmeid kasutatakse tikkpoltide väljakeeramiseks. Neid võtmeid valmistatakse kahes suuruses: nr. 1 — tikkpoltide jaoks läbimõõduga 8—14 mm ja nr. 2 — tikkpoltide jaoks läbimõõduga 14—22 mm.

Selle võtme ehitus on näidatud joonisel 228,*b*.

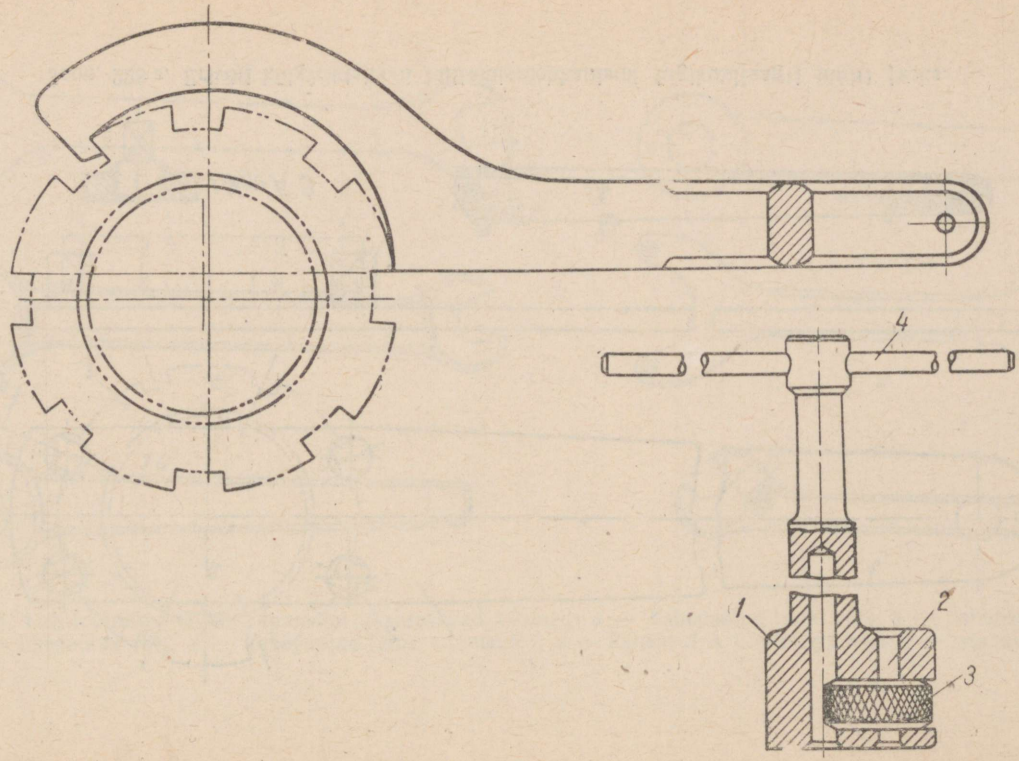
Võtme keres *1* on auk tikkpoldi jaoks. Teljele *2* on kinnitatud karestatud rull *3*. Pöörkangist *4* pööramisel pigistab rull *3* oma ekstsentrilise kinnituse tõttu tikkpoldi kinni ja see pöördub koos võtmega.



Joon. 228. Lahtivõtmisel ja kokkupanekul kasutatavad võtmed: *a* — kahepoolne lame võti; *b* — kahepoolne mutrivõti; *c* — ühepoolne võti; *d* — kahepoolne lame silmusvõti; *e* — kahepoolne tihvtidega võti; *f* — seatav mutrivõti.

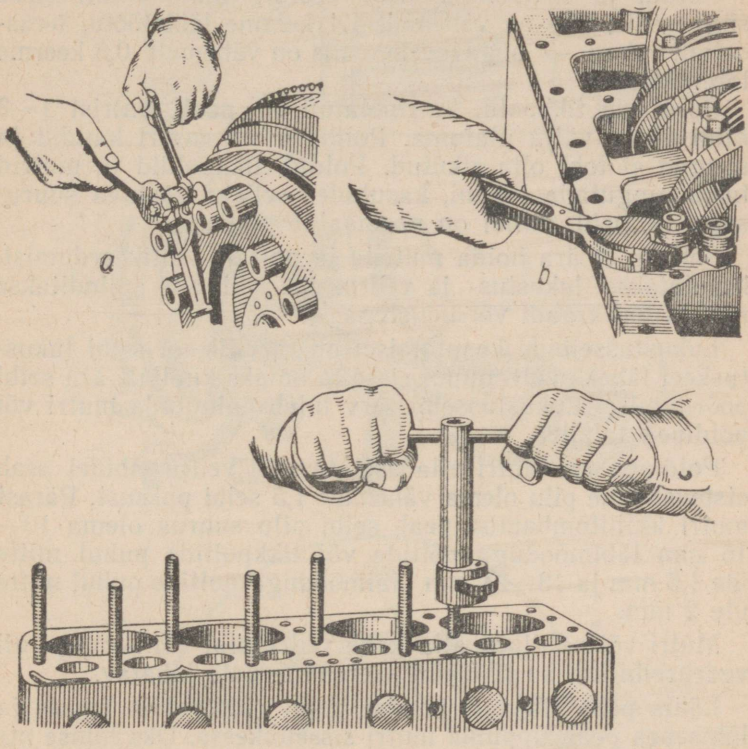


Joon. 228 a. Erivõti külgfriktsiooni lülitamismehhanismi tugikuullaagri mutri jaoks.



Joon. 228 b. Eriradiaalvõti ümmarguste mutrite jaoks ja ekstsentervõti.

Mutrivõtmetega töötamisel (joon. 229) on tarvilik teatavatest reeglitest kinnipidamine: võti peab poldipead või mutrit kindlalt haarama ega tohi ühelt tahult teisele viskuda. Kui mutri kinni- või lahtikeeramisel polt hakkab



Joon. 229. Mutrivõtmetega töötamine: *a* — siduri esialgne reguleerimine mutrivõtmetega; *b* — õlitoru stutseri väljakeeramine universaalvõtmega; *c* — tikkpoldi plokist väljakeeramine ekstsentervõtmega.

ringi käima, hoitakse seda peast teise võtmega kinni. Tihvtidega võtmetel peavad tihvtid tihedalt mutri aukudesse minema, kuna radiaalvõtmetel peab hammas kindlalt mutri sälkudesse käima. Seejuures ei tohi kasutada mutrivõtme pidemetel pikendusi, kuna nendega võib keerme maha keerata ja poldi või tikkpoldi katki murda.

Mehhanismide normaalseks töötamiseks on väga tähtis kruviliidete õige kokkupanek.

Kruviliidete kokkupanekul tuleb silmas pidada järgmisi juhendeid.

Poldid ja tikkpoldid tuleb keerata malmdetaili sisse sügavusele, mis on vähemalt 1,1 keerme läbimõõtu, terasdetaili sisse — sügavusele, mis on vähemalt 0,8 keerme läbimõõtu.

Poldi või tikkpoldi keermetatud ots peab mutrist 1—3 niidi võrra välja ulatuma. Poldipea või mutri kandid ja nurgad ei tohi olla rikutud. Poldid, tikkpoldid ja mutrid tuleb pingutada lõpuni, kasutades selleks vastava suurusega võtmeid, millel on normaalne pikkus.

Selleks et ära hoida mutrite ja poltide lahtikeerdumist, kasutatakse lukustus- ja vedruseibe või siis splinditakse mutrid kas traadi või lõhistega.

Lukustusseibide kasutamisel on tarvilik, et seibi lukustuskeel läheks võlli nuudi sisse ja hoiaks kindlalt ära seibi pöördumise. Lukustusseibi serv tuleb painutada mutri või poldipea tahule.

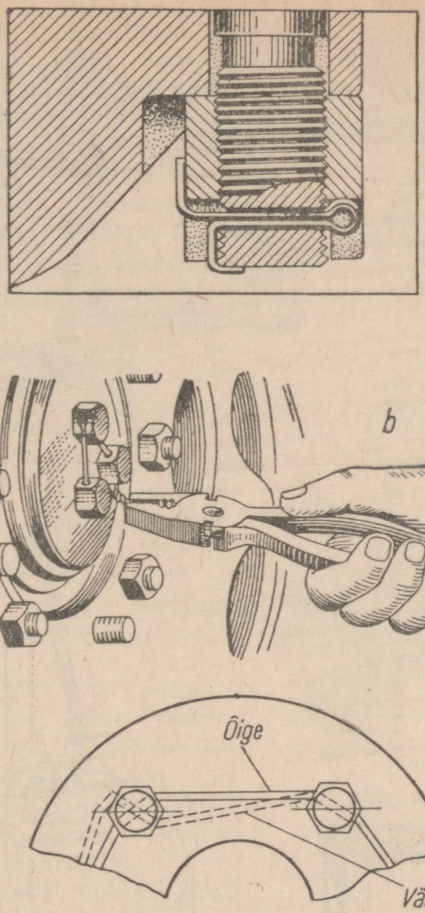
Poldipea või mutri alla asetatavatel vedruseibidel peab otstevaheline pilu olema vähemalt 1,5 seibi paksust. Pärast mutri kinnitõmbamist peab seibi pilu suurus olema 10—16 mm läbimõõduga poltide või tikkpoltide puhul mitte üle 1,5 mm ja 18—24 mm läbimõõduga poltide puhul mitte üle 2 mm.

Mutri või poldipea alla kahe vedruseibi või korraga nii vedruseibi kui ka lihtseibi asetamine pole lubatav.

Lõhis peab tihedalt istuma poldi (tikkpoldi) augus ja lõhisepea peab uppuma mutri sisselõikesse. Üks lõhise ots tuleb painutada poldi otsale, teine aga mutrile (joon. 230, *a*). Lõhiste asemel ei tohi kasutada traati, naelu jne.

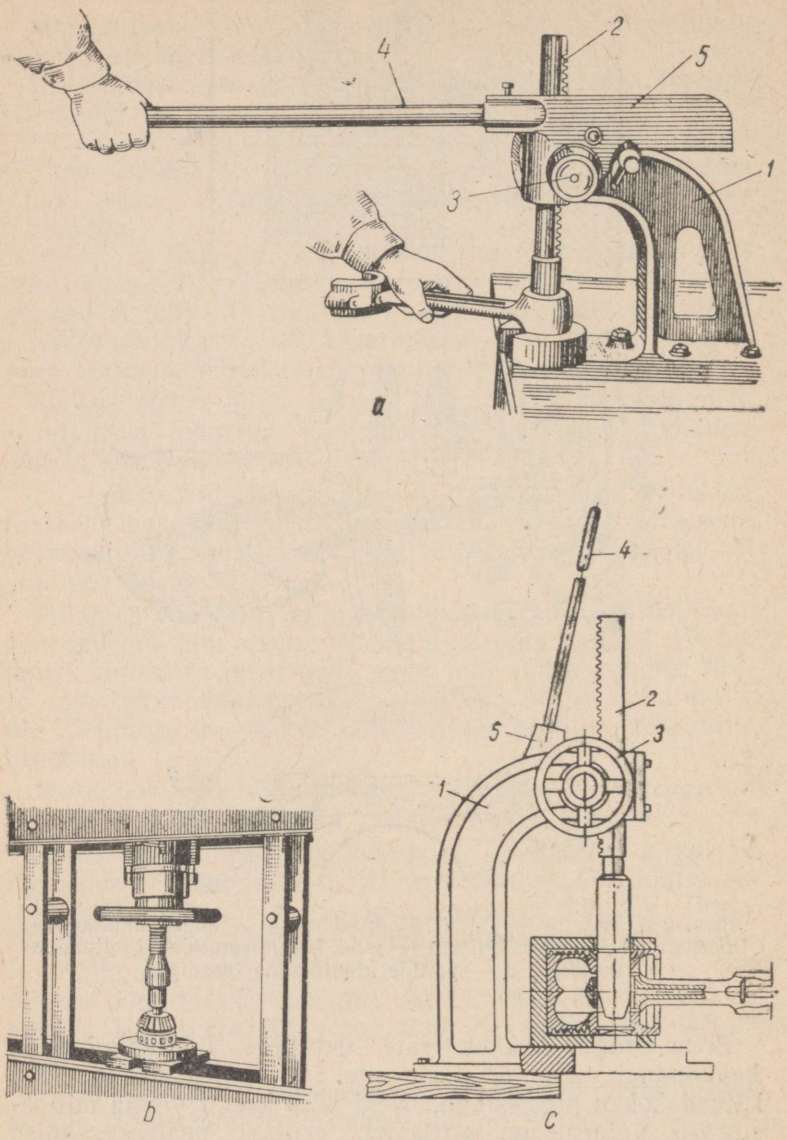
Mõningatel juhtudel kinnitatakse polte traadiga. Nii näiteks kinnitatakse traktori ДТ-54 vedavate ketirataste seibide kinnituspoldid (joon. 230, *b*) ja mootori КД-35 kepsupoldid.

Poltide kinnitamiseks kasutatav traat peab olema pehme ja sile. See juhitakse aukudest läbi nii, et poldi lahtikeerdumisel traat pingule tõmbuks (joon. 230, *c*). Traadi otsad tuleb pärast poldipeade aukudest läbitõmbamist tihedalt kokku keerata ja ühenduskohast 5—6 mm kaugusel katki hammustada.



Joon. 230. Mutrite ja poltide kinnitamine: *a* — mutri kinnitamine lõhisega; *b* — vedavketirataste seibi kinnituspoltide kinnitamine traadiga; *c* — poltide kinnitamine traadiga.

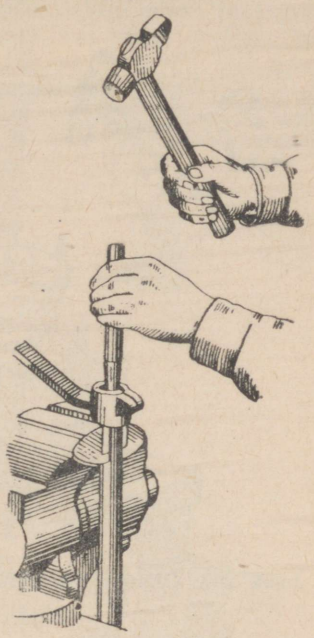
Press-istuga kokkukäivate detailide lahtivõtmine ja kokkupanek. Mitmed traktorite ja kombainide detailid käivad kokku pressistuga. Neid võib kokku panna mitmesuguse võimsusega pressidel, eriliste pealepressimise rakiste abil või vasaralöökidega. Masina-traktorijaamade töökodades kasutatakse selleks laialdaselt 20-tonniseid hüdraulilisi presse ja töölauale kinnitatavaid lattpresse.



Joon. 231. Pressidel töötamine: *a* — kepsusilma väljapressimine lattpressil; *b* — laagri sissepressimine hüdraulilisel pressil; *c* — kolvi ühendamine kepsuga lattpressil.

Töölauale kinnitataval lattpressil (joon. 231, *a*) või hüdraulilisel pressil (joon. 231, *b*) võib teha niisuguseid töid, nagu kepsu silma puksi, hammasrataste pukside ja mitmesuguste sõrmede jne. sisse- ja väljapressimine.

Lattpress koosneb korpusest *1*, mille juhtpuksis liigub üles ja alla hammaslatt *2*. Hammaslatiga hambub hammasratas, mis on valmistatud ühes tükis pressi peavõlliga *3*. Hammaslatile jõu ülekandmine toimub peavõlli kaudu kahe hammasratastepaari abil. Käega rõhutakse käepidemele *4*, mis käib oma otsaga vastukaalu *5* auku. Press seatakse üles töölauale ja kinnitatakse selle külge poltidega. Et vältida pressidel töötamisel detailide murdumist ja riknemist, tuleb kasutada lihtsamaid rakiseid (aluseid, torne).



Joon. 232. Võlli väljalöömine vaskotsmikuga torni abil.

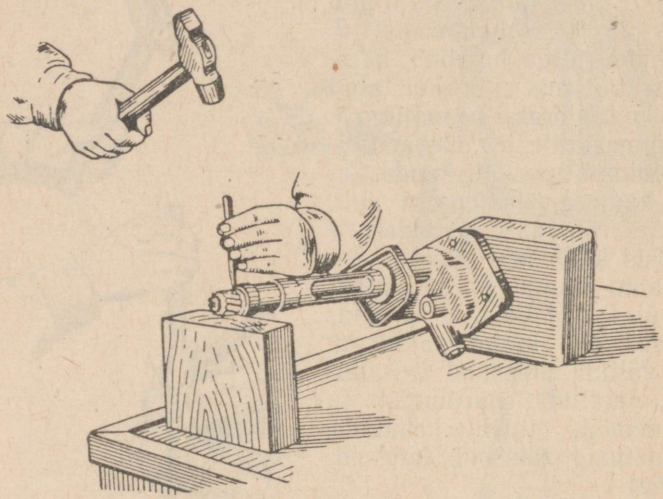
Joonisel 231, *c* on näidatud lattpressi abil kolvi ühendamine kepsuga. Seejuures kasutatakse malmsilindrit, mis kindlustab kolvisõrme õige juhtimise ja hoiab ära kolvi tööpinna vigastamise.

Juhtudel, kui detaile tuleb välja pressida vasaralöökidega, on soovitav kasutada vasktorne või vaskotsmikuga terastorne (joon. 232). Nendega hoitakse ära väljalöödava detaili otsa laiaksneetimine.

Siledate koonustihvtide väljalöömiseks kasutatakse kahte torni. Selleks et tihvti kohalt liigutada, asetatakse selle väiksema läbimõõduga otsale tavaline torn ja antakse sellele mõned vasaralöögid (joon. 233). Tihvti täielikuks väljalöömiseks kasutatakse spetsiaalset torni, mille ots on silindrilise kujuga.

Traktori ja kombaini paljude sõlmede lahtivõtmiseks kasutatakse erilisi mahatõmbajaid, kokkupanemiseks aga pealepressimise rakiseid.

Joonisel 234, *a* on näidatud mahatõmbaja kombainide ketirataste ja rihmarataste võllidelt mahatõmbamiseks. Ketiratta mahatõmbamiseks asetatakse mahatõmbaja kruvi ots võlli otsa tsentriauku, kuna konksud haaravad ketiratast selle ümbermõõdult (joon. 234, *b*).

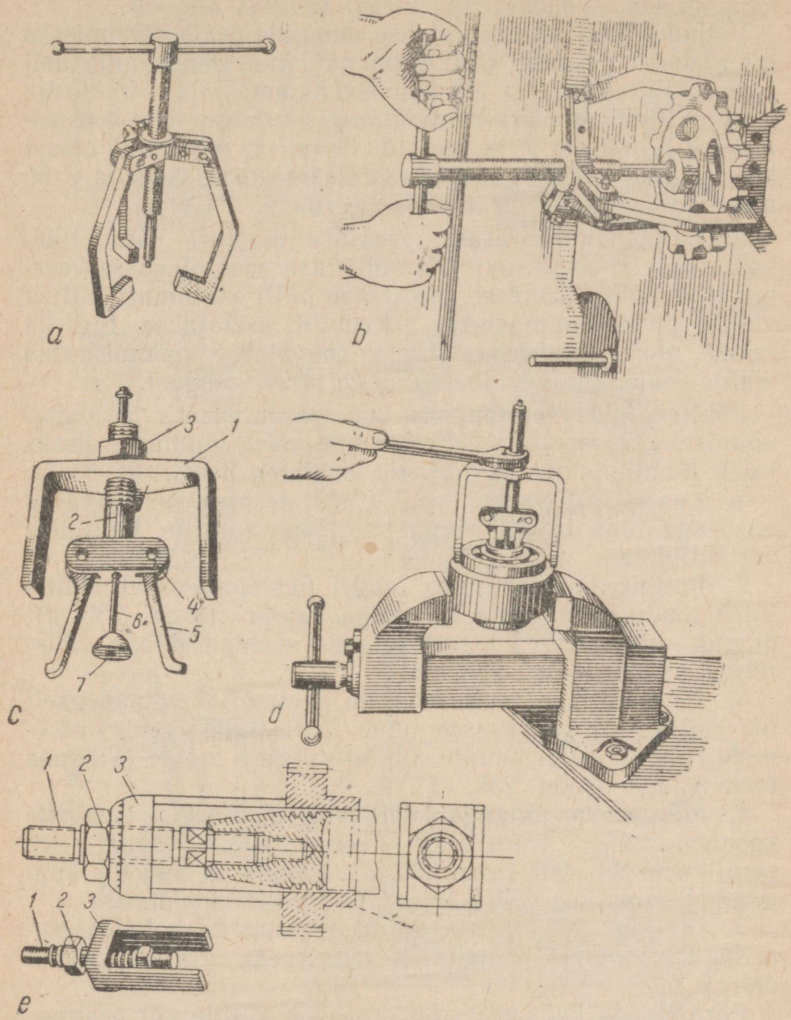


Joon. 233. Õlipumba hammasratta kinnitustihvti väljalöömine.

Kui pöörkangi keerata päripäeva, tõmmatakse ketiratas võllilt maha. Väikeste ketirataste mahatõmbamiseks kinnitatakse mahatõmbaja konksud ristmiku tagavaraaukude kaudu.

Joonisel 234, *c* kujutatud mahatõmbaja on ette nähtud kuullaagrite väljatõmbamiseks nende pesadest. Selle ehitus on järgmine. Klambri *1* august käib läbi spindel *2*. Spindli ülemine ots on keermetatud ja sellele on peale keeratud mutter *3*. Spindli alumisele otsale on kinnitatud ristmik *4*, mille külge on šarniirselt kinnitatud kaks käppa *5*. Spindlist *2* käib läbi varras *6*. Varda *6* üks ots on keermetatud ja sellele on peale keeratud mutter; teisele otsale on kinnitatud koonus *7*.

Selleks et laagrit pesast välja tõmmata (joon. 234, *d*), pistetakse käpad *5* sisemise rõnga august läbi, nii et nad teiselt poolt välja ulatuvad. Mutrit *3* spindlile *2* peale kee-



Joon. 234. Mahatõmbajate ja pealepressimise rakiste kasutamine: *a* — kolme käpaga mahatõmbaja ketirataste jaoks; *b* — ketiratta mahatõmbamine kolme käpaga mahatõmbaja abil; *c* — kuullaagrite mahatõmbaja; *d* — kuullaagrite väljatõmbamine; *e* — rakis jaotushammasratta pealepressimiseks mootori väntvõllile.

rates tõstetakse üles koonus, mis surub käpad laiali, ja käppade konksud haaravad laagri rõngast altpoolt.

Paljudel juhtudel kasutatakse detailide pealepressimiseks eri rakiseid. Joonisel 234, *e* on näidatud rakis, mille abil jaotusvõllile liikumist edasiandev hammasratas traktorite C-80 ja C-65 mootori väntvõllile pressitakse. See koosneb kruvist *1*, mutrist *2* ja toest *3*. Kruvi on mõlemast otsast keermetatud keermega, mis vastab traktorite C-80 ja C-65 mootorite väntvõllide aukude keermele.

Et jaotushammasratast pressida mootori väntvõllile, keeratakse rakise kruvi väntvõlli otsa sees olevasse keermetatud auku. Seejärel asetatakse võlli kiilunuuti kiil ja võllile jaotushammasratas. Kruvile asetatakse tugi ja rakise mutri pealekeeramisega pressitakse hammasratas võllile peale, kuni see toetub vastu pronksrõngast.

Põhireeglid veerelaagrite kohaleasetamiseks ja mahavõtmiseks. Laagrite normaalse töötamise kindlustamiseks tuleb kinni pidada järgmistest põhireeglitest.

1. Laagri asetamisel võllile või pesasse on keelatud vasaraga lüüa laagri rõngastele, separaatorile, kuulidele või rullidele.

2. Pinguga pealemineva laagri pealepanemisel võllile tuleb jõudu edasi anda siserõnga kaudu (joon. 235, *a*), pinguga sissemineva laagri pesasse asetamisel aga välisrõnga kaudu (joon. 235, *b*).

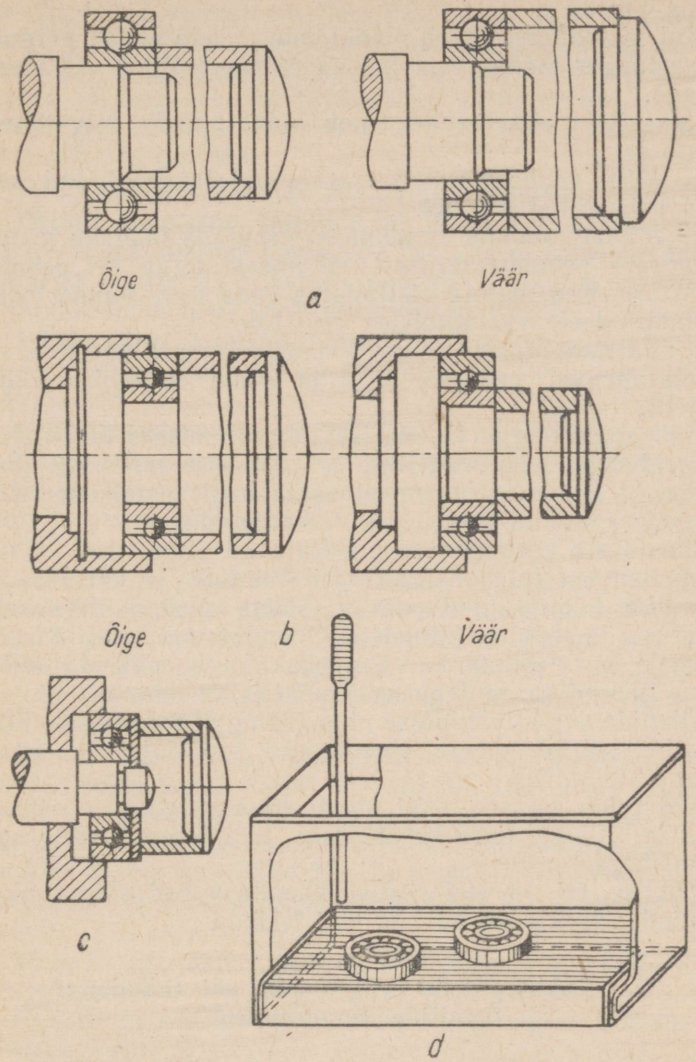
3. Mittelahtivõetavate laagrite asetamisel samaaegselt nii võllile kui ka pesasse tuleb jõudu edasi anda mõlemale rõngale seibi kaudu, mis asetatakse laagri ja õõnsa torni vahele (joon. 235, *c*).

4. Märgatava pinguga võllile pealeminevate laagrite kohaleasetamisel tuleb laagrit soojendada õlivannis temperatuurini 80—90° (joon 235, *d*). Laagrit ei tohi üle kuumutada, kuna see võib põhjustada metalli nooldumist.

5. Pinguga oma pessa minevate laagrite kohaleasetamisel on soovitav soojendada laagripesa õlis või kuuma õhuga.

Pärast seda kui laager on pressitud võllile või pesasse, tuleb kontrollida, kas rõnga sisemine otspind on tihedalt vastu võlli astet. Kontrollimiseks kasutatakse 0,03—0,05 mm paksust lehtkaliibrit, mis ei tohi otspindade vahele minna.

Kui lehtkaliiber läheb otspindade vahele ühesuguse lõtkuga kogu ümbermõõdul, siis näitab see, et laager pole



Joon. 235. Veerelaagrite kohaleasetamine: *a* — laagrite võllile pealeasetamine; *b* — laagrite pesasse asetamine; *c* — laagrite samaaegselt nii võllile kui ka pesasse asetamine; *d* — vann võllile pinguga pealeminevate laagrite soojendamiseks enne kohaleasetamist.

tugiastmeni peale pressitud. Sel juhul tuleb laager lõpuni peale pressida.

Kui lehtkaliiber läheb otspindade vahele ainult paiguti, tuleb laager maha võtta ja kaardumise põhjus välja selgitada.

Laagrite mahavõtmisel tuleb kinni pidada järgmistest reeglitest:

1. Mitte maha võtta korrasolevaid laagreid, kui selleks pole erilist põhjust.
2. Mahatõmbajate puudumisel kasutada laagrite mahavõtmiseks pehmest terasest või vasest torne või pehmet terastoru. Kaardumise vältimiseks anda torni kaudu lööke diametraalselt vastupidistes punktides.
3. Välitingimustes laagrite mahavõtmisel võtta tarvitusele abinõud nendesse liiva ja tolmu sattumise vältimiseks.

Kõik mahavõetud ja edasiseks kasutamiseks kõlbmatud laagrid tuleb sissemääritult ja paberisse mähitult alles hoida, et nende kogunemisel saata neid spetsialiseeritud laagrite remondi tehastesse taastamiseks.

Ühenduste kokkupanekule esitatavad üldnõuded. Enne kokkupanekut tuleb detailid üle vaadata ja kontrollida. Detailide hõõrdpinnad peavad olema siledad, ilma kriimustuste ja sööbimisjälgedeta. Ühendatavad detailid tuleb puhaste narmastega kuivaks pühkida ja määrida sellesama õlisordiga, millega neid määritakse töötamisel.

Tihvtide augud võllidesse ning õliaugud puksidesse tuleb puurida pärast nende ühendamist koostöötavate detailidega.

Kiil tuleb asetada võlli nuudi sisse pinguga või minimaalse lõtkuga, teise koostöötava detaili nuudi sisse aga liug-istuga.

Kütuse-, õli- ja veetorustike ühenduskohad ning kokkupandud sõlmede tihendid ei tohi lekkida.

5. Lukksepatööd pragunenud või aukudega detailide remontimisel

Remondi praktikas tuleb tegemist teha detailidega, milledel on praod või augud. Niisuguste detailide hulka kuuluvad mootorite silindrite plokid, plokikaaned, sisse- ja väljalasketorustikud, radiaatorite sambad, kombainide ketirattad jne.

Praod tekivad tavaliselt mehhanismide ebaõigest vastastikusest asetsemisest, detailide puudulikust kinnitamisest ja ebaõigetest töövõtetest lahtivõtmisel ning kokkupanekul. Vigastused esinevad aukude näol võrdlemisi harva ja need tekivad tavaliselt avariide puhul, mis on masinate ebaõige hooldamise ja halvakvaliteedilise remondi tagajärjeks.

Detailides avastatakse pragusid järgmistel meetoditel.

Detaili ülevaatus. Detail tuleb kõigepealt tulises seebikivi lahuses puhtaks pesta, oletatava prao koht aga terasharjaga värvist ja roostest puhastada. Prao alguse ja lõpu kindlakstegemiseks kasutatakse luupi.

Hääle järgi kontrollimine. Detailile antakse kergeid vasaralööke. Kui hääl on tärisev, siis tähendab see, et detailis on pragu.

Petrooleumiga proovimine. Oletatava prao kohta niisutatakse petrooleumiga, siis aga pühitakse puhaste narmastega kuivaks ja hõõrutakse kriidiga sisse. Prao puhul tungib petrooleum sellest välja, näidates ära prao kontuurid.

Veesurvega proovimine. Plokkide veesärkides ja plokikaantes, samuti ka sisselaske- ja väljalasketorustikes tekkivaid pragusid pole eelkirjeldatud viisidega iga kord võimalik avastada. Seepärast proovitakse niisuguseid detaile universaalstendil veesurvega. Stendi üldvaade on näha joonisel 236.

Kahele massiivsele kronsteinile *1* on kinnitatud töölaud *2*, mida hoova *3* abil on võimalik 180° võrra horisontaaltelje ümber pöörata. Töölauale on monteeritud vastusurumise seade. See koosneb vertikaalselt asetsevatest sammastest *4*, mis on võllide *5* jaoks seest õõnsad. Võllidele on šarniirselt kinnitatud pigistuskruvidega *7* varustatud hoovad *6*.

Võlle *5* saab tõsta vajalikule kõrgusele ja kinnitada pidekruvidega *10*.

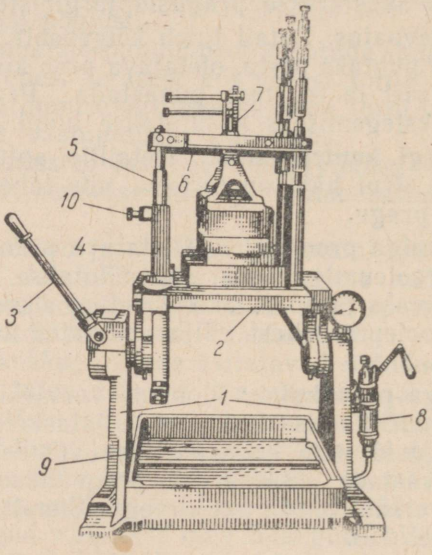
Kronsteini *1* külge on kinnitatud veepump *8*. Töölaua all asetseb vann *9*.

Stendile antakse kaasa tihendusplaat ja umbäärikud, mis võimaldavad proovitavat detaili hermeetiliselt sulgeda.

Stendil proovimist teostatakse järgmisel viisil. Detail (plokikaas või silindriplokk) asetatakse töölauale. Sule-

takse kõik augud, kust vesi võib välja tulla. Tihendusplaadid surutakse vastu detaili kruvidega 7.

Tihendusplaadi stutseri külge kinnitatakse veepumba voolik. Detaili veesärki pumbatakse vett kuni 3—4-atmosfäärilise rõhuni ja vaadatakse hoolikalt üle need kohad, kus võib oletada lekkimist. Kui viie minuti vältel pole lekkimist kuskil märgata, siis on detail terve.



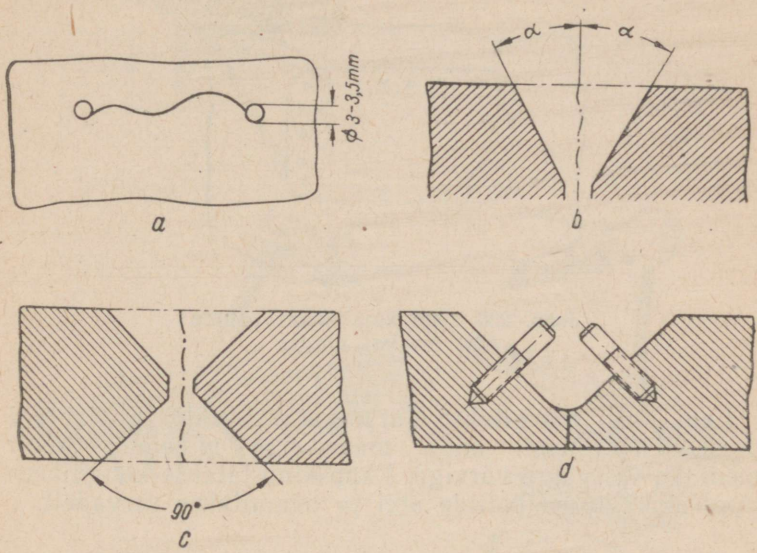
Joon. 236. Universaalstend silindriplokkide, plokikaante ja kollektorite veesurvega proovimiseks.

Pragusid võib kas kinni keevitada või sulgeda lappide abil, mis kinnitatakse poltidega või keevitatakse detaili külge. Augud suletakse tavaliselt lappidega.

Enne malmdetailide pragude kinnikeevitamist on tarvis järgmisi eeltöid.

Puurpingil või käsitrelliga puuritakse 3—3,5 mm puuriga prao otstesse augud (joon. 237, *a*). Meisliga või ristmeisliga võetakse prao servadelt 45° nurga all maha faasid (joon. 237, *b*). Raiumisel ei tohi meislile anda tugevaid lööke, eriti aga siis, kui detaili seinad on õhukesed. Kui lüüa paksu laastu mahavõtmiseks meislile tugevasti, siis

võivad tekkida uued praod ja sein murduda. Kui pragu keevitatakse kinni ühelt poolt, tuleb prao servad faasida kuni $^2/_3$—$^3/_4$ detaili paksuseni. Kahepoolse keevitamise puhul faasitakse kinnikeevitatava prao servi kahelt poolt (joon. 237, *c*).



Joon. 237. Pragude kinnikeevitamiseks ettevalmistamine: *a* — aukude puurimine prao otstesse; *b* — faaside mahavõtmine ühelt poolt; *c* — faaside mahavõtmine kahelt poolt; *d* — ettevalmistamine keevitamiseks tikkpoltide abil.

Eriti vastutavatel juhtudel ja seinte võrdlemisi suure paksuse puhul, kui detaililt nõutakse suurt tugevust, raiutakse pragu erilisel viisil lahti ja kinnitatakse faasidele tikkpoldid (joon. 237, *d*).

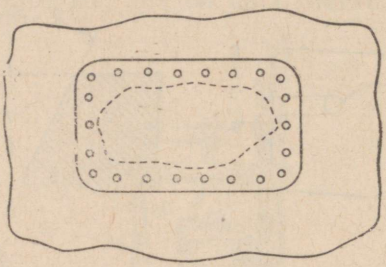
Aukudega detaile remonditakse lappimise teel. Lapp tuleb kinnitada poltidega ja ümbertringi keevitada.

Näitena vaatleme mootori silindriploki remontimise viisi, kui sellel on karteri seinas auk.

Augu servad viilitakse konaruste eemaldamiseks üle.

Vähese süsinikusisaldusega teraslehest, mille paksus on 2—3 mm, raiutakse välja nii suur lapp, et see kataks augu ääri 25—30 mm võrra (joon. 238).

Lapp sobitatakse ploki pinnale, seejärel märgitakse ja puuritakse sellesse 6,5 mm läbimõõduga augud nii, et need jääksid umbes 12—15 mm kaugusele lapi servast ja et aukude tsentrite vahe oleks 25—30 mm. Lapi aukude järgi märgitakse augud plokile ja puuritakse need 4,9 mm puuriga läbi. Aukudesse lõigatakse keere M6×1.



Joon. 238. Lapi kinnitamine poltide abil mootori plokile.

Lapi järgi märgitakse ja lõigatakse välja papist või presendist tihend, mida määritakse mõlemalt poolt menniku või valge värviga. Lapp kinnitatakse koos tihendiga ploki külge poltide abil ja temmitakse servadelt.

6. Lukksepatööd deformeerunud detailide remontimisel

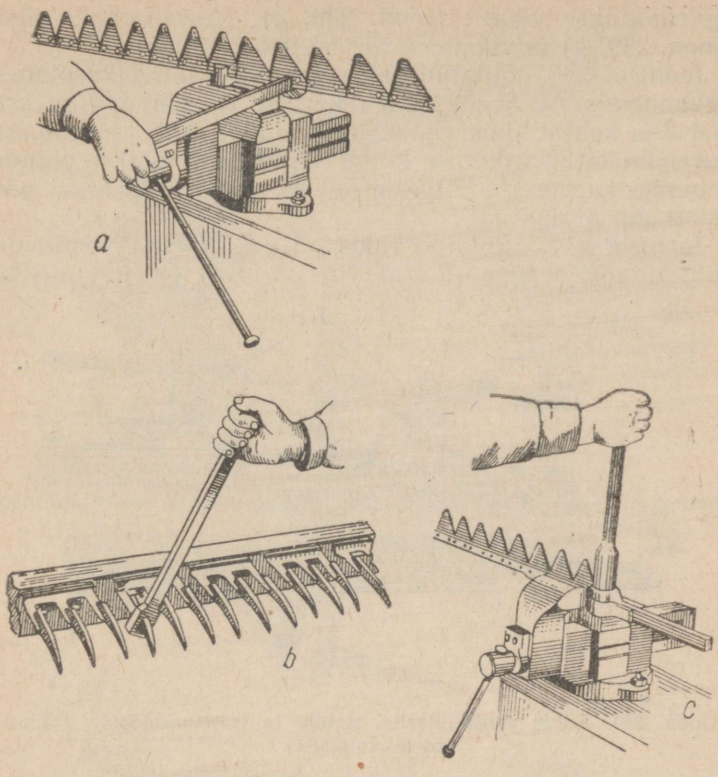
Traktorite ja kombainide remontimisel tuleb tegemist teha detailidega, millede vigastused seisavad paindumises, väändumises ja kaardumises. Paindumist esineb kombainide ventilaatorite, trumlite ja tigude võllide ja mootorite väntvõllide ning nukkvõllide juures. Väändumist tekib kõige sagedamini kepsudel, samuti ka kombainide ja põllutöömasinate raamide pikiprussidel.

Paindumisi ja väändumisi kõrvaldatakse õgvendamisega, mida toimetatakse enamalt jaolt külmalt.

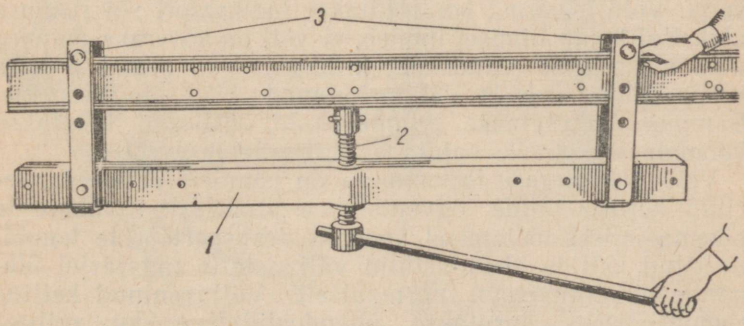
Paljudel juhtudel kasutatakse õgvendamiseks eri rakiseid, mis kergendavad lukksepa tööd.

Joonistel 239—241 on näidatud mitmesugused kombainide detailide õgvendamiseks kasutatavad rakised ja nende rakiste kasutamise võtted.

Lihtsaimateks rakisteks on eri võtmed, millede abil



Joon. 239. Kombaini lõikeaparaadi detailide õgvendamine erivõtmetega.

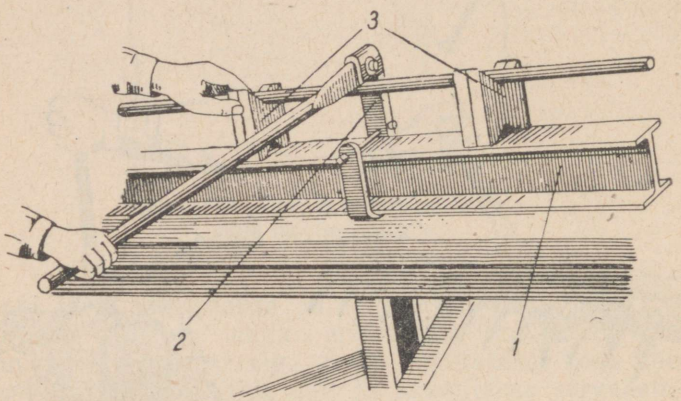


Joon. 240. Kruvirakis karpterase õgvendamiseks.

õgvendatakse vikatit (joon. 239, *a*), lõikeaparaadi piisid (joon. 239, *b*) ja vikatipea sõrme (joon. 239, *c*).

Joonisel 240 näidatud rakis on ette nähtud karpterase õgvendamiseks. See koosneb karbist *1*, pöörkangiga kruvist *2* ja kahest klambrist *3*, millede abil rakis kinnitatakse õgvendamisel karpterase külge. Rakis kinnitatakse paindekohtades karpterase külge ja õgvendatakse seda kruvi pööramisega päripäeva.

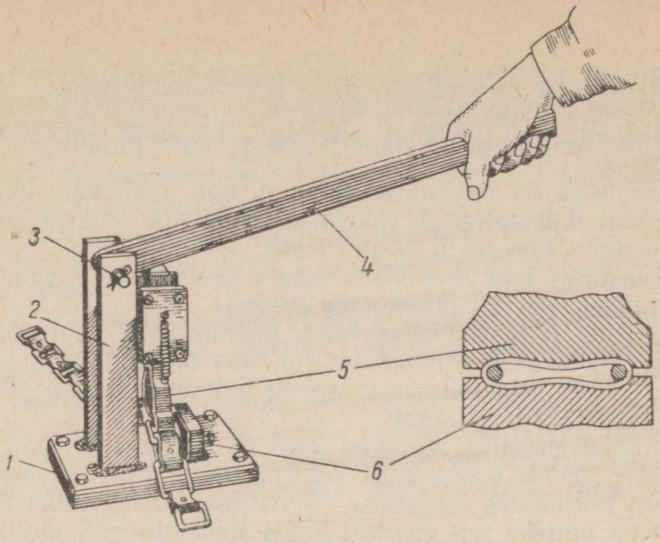
Joonisel 241 kujutatud rakis on ette nähtud ventilaatorite, tigude, transportööride jne. võllide õgvendamiseks.



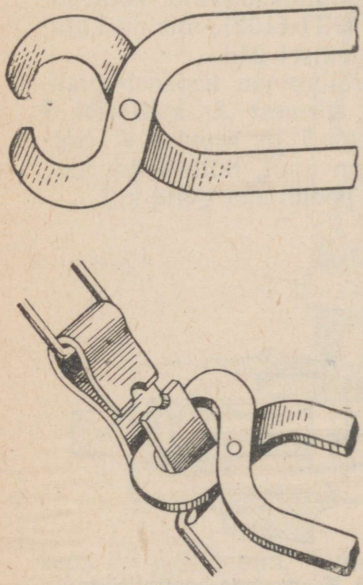
Joon. 241. Rakis ventilaatorite, tigude ja transportööride võllide õgvendamiseks.

Rakis koosneb kaksik-T-talast *1*, mida mööda saab nihutada sammast *2* koos selle külge žarniirselt kinnitatud hoovaga. Võlli kõverust kontrollitakse indikaatori või rismuse abil. Kui kontrollimisel ilmneb, et võll on kõveraks paindunud, märgitakse paindekoht kriidiga. Võll seatakse üles prismadele *3*, nii et väljapaindunud külg on ülespoole. Sammas nihutatakse paindekohale, prismad lükatakse koomale ja hoovale vajutades õgvendatakse võlli.

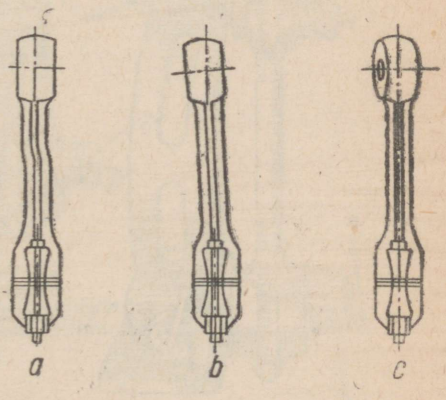
Veidi teistsuguse iseloomuga on kombainide kombineeritud kettide lülide õgvendamise protsess. Kombainide pikemaajalisel töötamisel venivad transportööride kombineeritud kettide ühenduslülid välja, mille tagajärjel ülekanne ei tööta enam normaalselt. Väljaveninud kettide remontimiseks surutakse ühenduslülid kokku erilisel rakisel, mille ehitus on järgmine.



Joon. 242. Rakis kombineeritud kettide ühenduslülide kokkusurumiseks: *1* — plaat; *2* — sambad; *3* — sõrm; *4* — hoob; *5* — tempel; *6* — matriits.



Joon. 243. Tangid keti ühenduslülide lahtisurumiseks.



Joon. 244. Kepsude mitmesugune deformeerumine: *a* — kahekordne paindumine; *b* — paindumine; *c* — vääandumine.

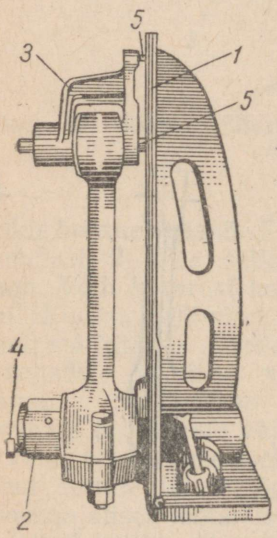
Plaadi *1* külge (joon. 242), mis kujutab endast rakise alust, on keevitatud kaks sammast *2*. Sammaste ülemistest otstest on läbi puuritud augud, milledesse on pistetud sõrm *3*.

Sõrmega on ühendatud hoob *4*, mis tõmbitsate abil on ühendatud templiga *5*. Hoova ja tõmbitsate abil on võimalik templit üles tõsta ja alla lasta.

Taastatav kett asetatakse templi ja matriitsi *6* vahele ja surutakse iga lüli järjekorras kokku.

Kettide lahtivõtmiseks tuleb ühenduslülid lahti painutada. Selleks on erilised tangid, mis on kujutatud joonisel 243. Tangid lähevad kergesti keti ühenduslüli pilusse ja painutavad lüli lahti.

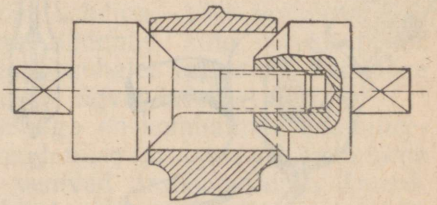
Mõned detailid nõuavad eriti tähelepanelikku õgvendamist, nende väikseimgi deformatsioon muudab mehhanismi normaalse töötamise võimatuks. Niisuguseks detailiks on näiteks iga mootori keps. Kepsude iseloomulikeks vigastusteks on nende paindumine ja väändumine (joon. 244).



Joon. 245. Kontrollabinõu KП-1102 kepsu sirguse kontrollimiseks.

Kepsude sirguse kontrollimiseks kasutatakse erilist kontrollabinõu (KП-1102), mis on kujutatud joonisel 245.

Kontrollabinõu koosneb plaadist *1*, sõrmest *2*, kaliibrist *3* tihvtidega *5* ja kruvist *4*. Sõrmes *2* on nuut, mille sisse asetatakse poolümmargune kiil.



Joon. 246. Koonustega kontrollsõrm kepsu sirguse kontrollimiseks.

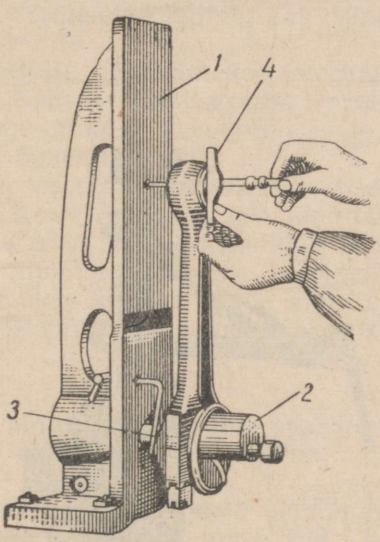
Piki telgjoont on sõrme sisse puuritud ja keermetatud auk, mille sisse keeratakse kruvi *4*, kuni see toetub vastu kiilu. Sõrm käib tihedalt plaadi auku, kuhu ta kinnitatakse mutriga. Sõrme telgjoon peab olema plaadi tasapinnaga rangelt perpendikulaarne.

Kepsu sirgust tuleb kontrollida järgmisel viisil:

1) keerata kepsu silma sisse koonustega kontrollsõrm (joon. 246);

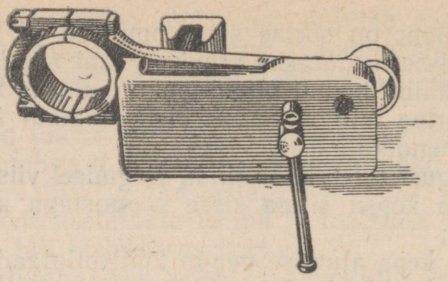
2) lükata keps alumise peaga kontrollplaadi sõrmele *2* (joon. 245) ja kinni pigistada kruvi *4* sissekeeramisega sõrmele;

3) asetada kontrollsõrme koonuste silindrilistele pindadele kaliiber *3* ja nihutada seda selliselt, et tihvtid puudutaksid plaadi *1* tasapinda. Kui keps ei ole deformeerunud, puudutavad plaati kaliibri kõik kolm tihvti korraga. Kui

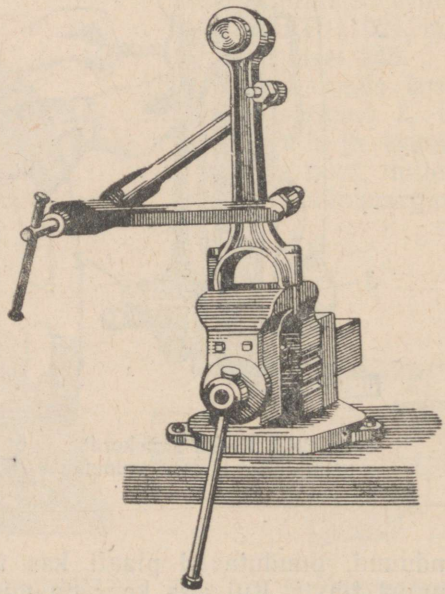


Joon. 247. Kepsu kahekordse paindumise kontrollimine.

keps on paindunud, puudutavad plaati kas üks ülemine või kaks alumist tihvti. Kui aga keps on mingis suunas väändunud, puudutavad plaati ülemine tihvt ja üks alumistest.



Joon. 248. Paindunud kepsu õgvendamine.



Joon. 249. Väändunud kepsu õgvendamine.

Väändumise ja paindumise suurus tehakse kindlaks plaadi ja tihvtide vahelise pilu suuruse järgi. Pilu mõõdetakse lehtkaliibriga ja see ei tohi ületada 0,05 mm.

Keps võib olla paindunud kahekordselt, mida pole võimalik kaliibriga avastada.

Kahekordse paindumise olemasolu kontrollimiseks tuleb toimida järgmiselt (joon. 247):

1) kinnitada keps kontrollplaadi *1* sõrmele *2*;

2) välja lükata piiraja *3*, kuni see toetub vastu kepsu alumise pea otspinda, ja kinnitada see kruviga;

3) mõõta sügavusemõõtjaga *4* kaugus kepsu ülemise pea otspinnast kuni plaadi tasapinnani;

4) võtta keps kontrollabinõult maha, pöörata 180° ja siis tagasi panna nii, et piiraja puudutaks alumise pea teist otspinda;

5) teostada eelmisega analoogiline mõõtmine. Mõõtmiste tulemuste võrdlemine näitab, kas esineb kahekordset paindumist.

Paindunud kepsusid õgvendatakse joonisel 248 kujutatud rakise abil. Keps asetatakse oma varrega rakisesse nii, et väljapaindunud külg oleks kruvi poole. Kruvi sissekeeramisel keps õgvendub.

Väändunud kepsusid õgvendatakse joonisel 249 näidatud rakise abil. Kepsu alumine pea kinnitatakse kruustangide vahele. Rakise hoovad lükatakse laiali ja kepsuvars haaratakse kingadega ülemise ja alumise pea lähedalt. Siis tõmmatakse kinni kingade mutrid ja hoobasid ühendava kruvi keeramisega õgvendatakse keps.

7. Kulunud pindade taastamine pealekeevitamise teel ja nende töötlemine

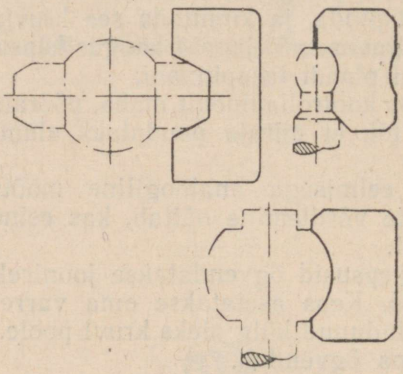
Traktorite ja kombainide paljusid detaile saab taastada kulunud pindadele pealekeevitamise teel. Pärast pealekeevitamist töödeldakse detaile pinkidel või käsitsi. Nendel juhtudel, kui pealekeevitatud pinna käsitsi töötlemisel on tarvis küllaldast täpsust ja puhtust, kasutatakse viilimist.

Toome mõned näited.

Traktori C-80 käigukangil kuluvad nii toetusotsa pind kui ka kerapind. Neid pindasid taastatakse pealekeevitamise teel. Pealekeevitamise järel töödeldakse esialgselt

lihvimiskäial, sellele järgneb töötlemine jäme- ja peenviiliga. Töödeldavate pindade mõõtmete ja kuju kontrollimiseks kasutatakse joonisel 250 näidatud šabloone.

Kombainide C-4 kuulliigenditel kuluvad koonilised juhtpinnad. Kulunud pindadele keevitatakse peale ja seejärel töödeldakse neid treipingil. Pärast treimist toimub tahkude märkimine ja viilimine. Tahud tuleb viilida liigendi otspindade suhtes 60° nurga all kuni nendevahelise



Joon. 250. Näiteid šabloonide kasutamisest viilimisel.

mõõtmeni $16_{-0,2}$ mm. Viilitud pinnad peavad olema puhtad, ilma sügavate kriimustuste ja marrastusteta. Tahkude ja otspinna vahelist nurka kontrollitakse šablooniga.

Mõnedel juhtudel on võimalik taastada detailide kulunud pindasid nende üleviimisega, kuni saadakse õige kuju. Seejuures muutub detaili esialgne mõõde, mistõttu sellega koostöötav detail tuleb asendada teise vastavamõõdulisega.

Remondi puhul viilimise kasutamise näideteks võivad olla kiilunuutidega detailid.

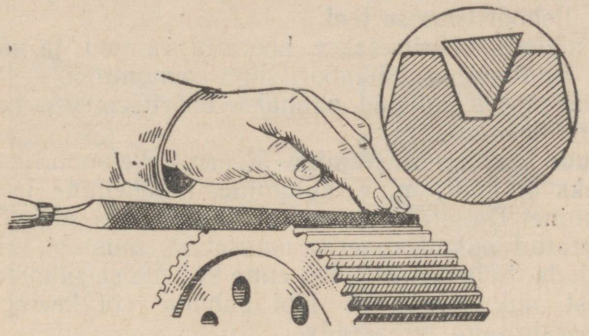
Kombainide C-4 kaksikketiratta pikemaajalisel töötamisel tekib näiteks kiilunuudi deformeerumine, mistõttu ketiratas hakkab võllil loksuma.

Selleks et taastada ketiratta normaal-istu võllil, viilitakse ketiratta kiilunuudi külgseinad üle mõõtmeni $13^{+0,12}$ mm ning võlli kiilunuuti parandatakse freespingil. Kiilunuudi külgseinad peavad olema tasased ja puhtad.

Ketiratta kiilunuudi külgseinte ebaparalleelsus ei tohi kogu pikkuse kohta olla üle 0,15 mm. Kui kiilunuut uuesti ära kulub, valmistatakse uus kiilunuut, mis on endise suhtes 90° võrra pööratud. Uus kiilunuut raiutakse sisse ristmeisliga ja viilitakse siis normaalmõõtmeteni.

Mõningatel juhtudel viilitakse kulunud pinnad üle vaba mõõtmeni, kuni kaovad kulumise jäljed.

Linttraktorite vedavate ja veetavate trumlite hammastel kuluvad nii pead kui ka külgpinnad. Külgpindadel tekib



Joon. 251. Vedavtrumlite kulunud hammaste viilimine.

konarusi, mis takistavad veetavketaste normaalset nihkumist. Selle defekti kõrvaldamiseks puhastatakse külgpindasid viiliga (joon. 251).

8. Lukksepatööd kulunud siledate ja keermetatud aukudega detailide remontimisel

Traktori või kombaini pikemaajalisel töötamisel, samuti ka mehhanismide sagedastel lahtivõtmistel ja kokkupanekutel kuluvad paljudel detailidel siledad ja keermetatud augud.

Siledad augud deformeeruvad või kuluvad ja nende kuju muutub ebaõigeks. Aukudele õige kuju andmiseks puuritakse nad üle suuremale läbimõõdule kas puurpingil või käsitrelliga või hõõritsetakse üle käsihõõritsatega. Mõningatel juhtudel keevitatakse kulunud augud täis ja puuritakse siis uued normaalsuurusega augud. Nii näiteks kuluvad traktori СТЗ-НАТИ ventilaatori kaasavõtja sõr-

mede augud. Nende aukude normaalmõõde on 9 mm. Augu kulumisel läbimõõduni üle 9,5 mm puuritakse need üle 10 mm-le. Sõrmed tuleb seejuures asendada uutega — remontmõõtmelistega. Aukude edasisel kulumisel läbimõõduni üle 10,5 mm keevitatakse need elektri-kaarkeevitamise teel kinni. Pärast kinnikeevitamist viilitakse liigne metall maha ja märgitakse kaasavõtjale uued augud uue detaili, joonise või šablooni järgi ja puuritakse need sisse 9 mm puuriga.

Mõnikord antakse kulunud aukudele õige kuju remontmõõtu ülehõõritsemise teel.

Nii näiteks hõõritsetakse hooratta rummu ja väntvõlli ääriku poldiaugud käsihõõritsaga remontmõõtu. Selleks et augud täpselt ühtiksid, pannakse hõõritsemiseks hooratas ja väntvõll kokku.

Aukude keerme taastamine. Keerme iseloomulikeks defektideks on muljumine, kulumine, rebenemine ja mahatõmbamine. Detailide pesemisel vannides ei ole võimalik keermetatud aukudest, eriti umbsetest, mustust täielikult eemaldada. Sellepärast tuleb enne keerme seisukorra kontrollimist auk suruõhuga läbi puhuda või keeret poldi sissekeeramisega puhastada.

Ülevaatusel on hea kasutada kande-elektrilampi. Sellega on võimalik avastada niitide rebenemist, samuti ka keerme muljumist või mahatõmbamist. Keerme kulumist kontrollitakse uue poldi või keermekaliibriga.

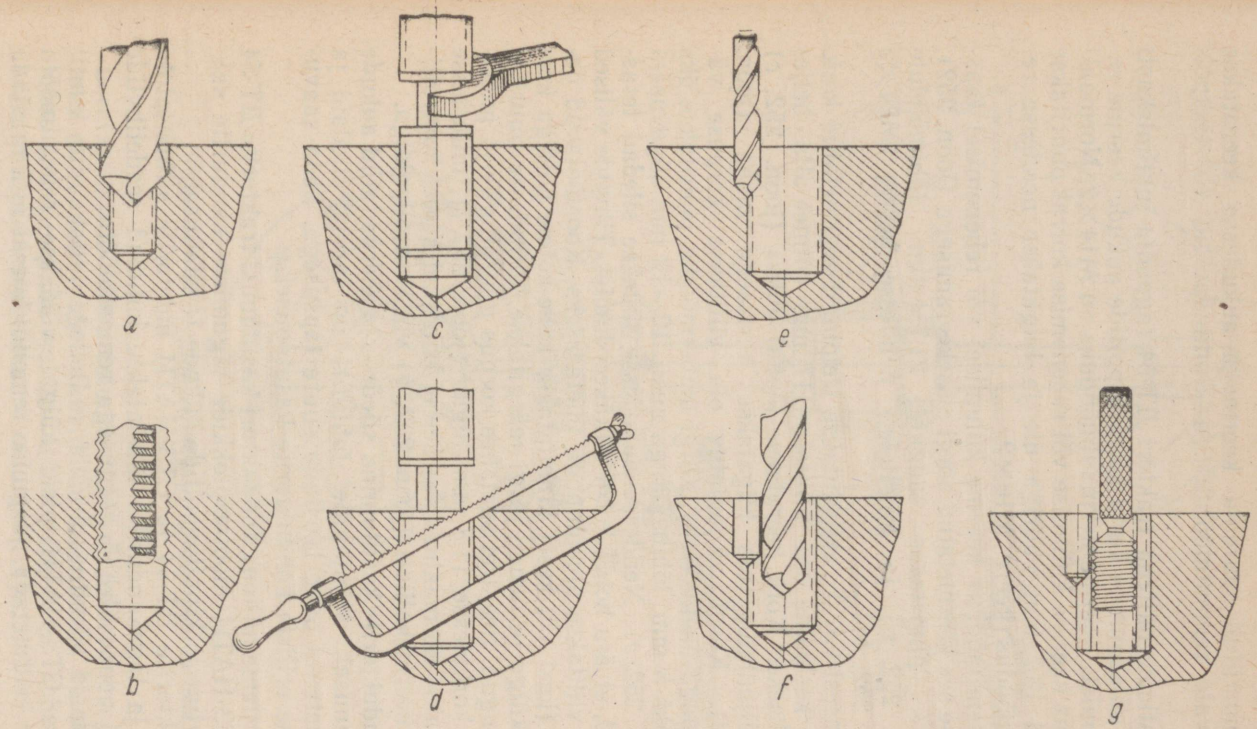
Aukude keeret remonditakse kahel viisil: 1) remontmõõdus keerme lõikamisega ja 2) keermetatud korkide sissepanemisega, millede sisse puuritakse augud ja lõigatakse normaalmõõdus keere.

Remontmõõdus keerme lõikamiseks puuritakse augud üle järgmiselt:

M16×2	mm keerme puhul	16,3	mm puuriga
M14×2	„ „ „	13,7	„ „
M12×1,75	„ „ „	11,7	„ „
M10×1,5	„ „ „	10,0	„ „
M 8×1,25	„ „ „	8,3	„ „

Ülepuuritud aukudesse lõigatakse uus keere järgmiselt:

16,3	mm auku	1M18×1,5	mm keere
13,7	„ „	M16×2,0	„ „
11,7	„ „	M14×2,0	„ „
10,0	„ „	M12×1,75	„ „
8,3	„ „	M10×1,5	„ „



Joon. 252. Keermetatud augu taastamine korgi sissekeeramisega: *a* — kulunud augu ülepuurimine; *b* — korgi jaoks keerme lõikamine; *c* — korgi sissekeeramine; *d* — korgi väljaulatuva otsa mahalõikamine käsisaega; *e* — tihvti jaoks augu puurimine; *f* — korgi sisse augu puurimine; *g* — keerme kontrollimine kaliibriga.

Remonditud suurema keermega aukudesse keeratakse vastavate remontmõõtmetega kinnituspoldid või tikkpoldid.

Vaatleme näitena traktori ДТ-54 tagasilla juhtimiskasti ja lõppülekannete kesta kinnituspoltide aukude keerme remontimist. Keerme normaalmõõduks on M14×2. Normaalmõõdus keerme kulumise või rebenemise korral puuritakse augud 13,7 mm puuriga üle ja lõigatakse nendesse remontmõõdus keere M16×2.

Remontmõõdus keerme kulumisel või rebenemisel taastatakse see keermetatud korgi sissekeeramisega (joon. 252). Selleks puuritakse augud 21,7 mm läbimõõdule (joon. 252, *a*) ja lõigatakse nendesse keere 1M24×2 (joon. 252, *b*).

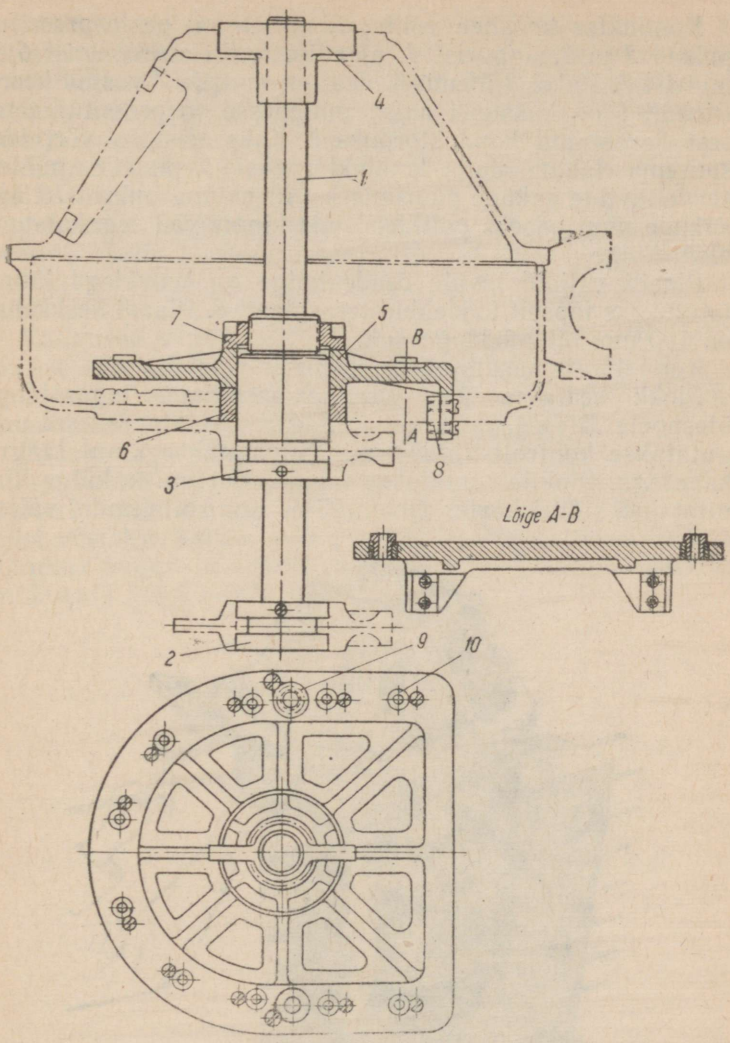
Terasest Ст. 3 valmistatakse treipingil keermetatud kork. Korgi keskmine osa viilitakse 17 mm võtme alla neljakandiliseks. Kork keeratakse lõpuni auku (joon. 252, *c*) ja väljaulatuv ots lõigatakse käsisaega maha (joon. 252, *d*). Korgi väljaulatuv ots viilitakse korpuse välispinnaga ühetasaseks. Korgi ümbermõõdul puuritakse üks või kaks 5 mm läbimõõduga auku 10—12 mm sügavuseni (joon. 252, *e*). Nendesse aukudesse lüüakse siledad terastihvtid, et ära hoida korgi väljakeerdumist. Tihvtide välised otsad viilitakse aluspinnaga ühetasaseks. Koostöötavad detailid (kast või kest) kinnitatakse kahe-kolme poldiga korpuse külge ja nende järgi märgitakse korkidesse puuritavad augud. Seejärel seatakse korpus puurpingile ja puuritakse korkidesse 11,8 mm augud (joon. 252, *f*), milledesse lõigatakse normaalmõõdus keere. Lõigatud keeret kontrollitakse keermekaliibri (joon. 252, *g*) või kontrollpoldiga.

Konduktorite kasutamine siledate ja keermetatud aukude taastamisel. Mõningatel juhtudel on tarvis siledaid ja keermetatud auke taastada suure täpsusega. Seda saavutatakse eriliste konduktorite kasutamisel.

Vaatleme näitena konduktori kasutamist traktorite ДТ-54 ja СТЗ-НАТИ mootoriplokkide tagumiste kandurite seadetihvtide ja kinnituspoltide aukude taastamisel.

Traktorite ДТ-54 ja СТЗ-НАТИ mootorite silindriplokkidel ja tagakanduritel taastatakse kulunud seadetihvtide augud nende ülehõõritsemisega remontmõõtu.

Aukusid kinnituspoltidele, milledega tagakandur kinnitatakse СТЗ-НАТИ ploki külge, võidakse remontmõõtu ümber keermetada, järgmise remondi korral aga taastada



Joon. 253. Konduktor korkidesse aukude puurimiseks.

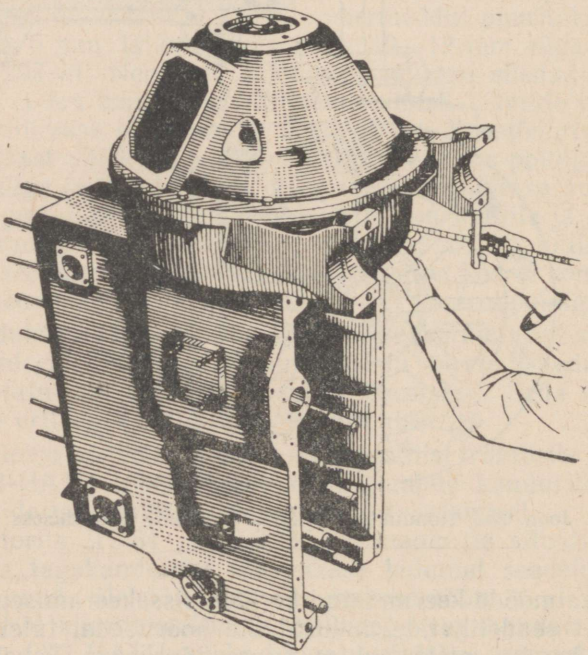
normaalmõõde keermetatud korkide sissekeeramisega. Selleks et seadetihvtide aukusid üle hõõritseda, tuleb tagumine kandur ploki suhtes suure täpsusega kohale asetada, milleks kasutatakse konduktorit (joon. 253).

Konduktor koosneb võllist *1*, millele on peale pressitud puksid *2* ja *3*, liugurist *4*, plaadist *5*, distantsrõngast *6* ja mutrist *7*. Puksi *3* ülemisel otsal on mutrile *7* vastav keere. Plaadil *5* on kaksteist auku, milledesse on pressitud terasest karastatud konduktorpuksid. Kaks teistega võrreldes suurema läbimõõduga konduktorpuksi *9* on ette nähtud seadetihvtide aukude puurimiseks, ülejäänud puksid *10* aga aukude puurimiseks poltidele, mis kinnitavad tagakandurit ploki külge.

Plaadi väljaulatuvate osade külge on kruvidega kinnitatud kaks täpselt töödeldud terasplaati *8*. Plaadi keskkohas on 100 mm läbimõõduga auk.

Konduktorit kasutatakse järgmisel viisil.

Plokk seatakse üles vertikaalasendisse, tagaseinaga ülespoole. 5. ja 4. raamlaagri laagriliudade pesadesse paigutatakse kontrollsilinder, mis pigistatakse kinni laagrikaantega. Plokile asetatakse tagakandur, mille külge kinnitatakse siduri karter (joon. 254). Kontrollsilindri väline

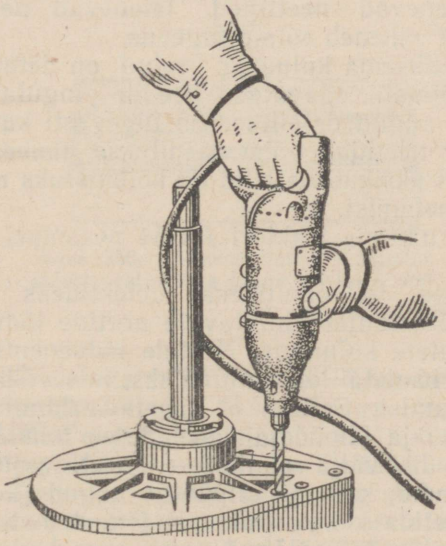


Joon. 254. Tagakanduri ja siduri karteri monteerimine plokile.

ots läheb seejuures peasiduri võlli välislaagri pesa all olevasse auku. Kontrollsilindri otsale asetatakse liugur ja nihutades tagakandurit koos karteriga, saavutatakse asend, mille puhul liugur istub kontrollsilindril lõppasendis ja vabalt, ilma kinnijäämiseta pöördub karteri augus. Niisugune ülesseadmine kindlustab väntvõlli ja peasiduri võlli telgjoonte ühtimise. Edasi on tarvis saavutada, et tagakanduri käppade töödeldud tasapinnad oleksid paralleelsed ploki alumise tasapinnaga. Niisugust asendit kontrollitakse latt-sügavusemõõtjaga, nagu on näidatud joonisel 254.

Kaugused ploki alumise tasapinna ja parem- ning vasakpoolse käppade tasapindade vahel peavad olema ühesugused, mille saavutamiseks keeratakse tagakandurit koos peasiduri karteriga kontrollsilindri telje ümber.

Pärast tagasilla tsentreerimist kinnitatakse see ploki külge kolme-nelja poldiga, mis keeratakse sisse peasiduri karteri luugi kaudu. Pärast tagakanduri kohalekinnitamist võetakse karter maha ja hõõritsetakse ploki ja tagakanduri augud käsihõõritsa abil korraga mingile remontmõõtmele (18,5 või 19 mm).



Joon. 255. Aukude puurimine korkidesse konduktori abil.

Selleks et taastada СТЗ-НАТИ tagakandurit ploki külge kinnitatavate poltide keermetatud aukusid, toimitakse järgmisel viisil.

Kasutades eelpool kirjeldatud konduktorit, puuritakse augud puurpingil või käsitrelliga 24,7 mm läbimõõdule ja keermetatakse.

Ploki sisse kinnitatud kontrollsilindrile asetatakse konduktoriplaat ja distantsrõngas. Plaadi ülesseadmise baasideks on 5. raamlaagri pesasse kinnitatud puksi pind ja ploki alumine tasapind. Plaati surub vastu ploki tagumist seina mutter, mis keeratakse puksi keermetatud osale.

Läbi plaadi konduktorpukside puuritakse puurpingil või käsitrelliga korkidesse 11,7 mm läbimõõduga augud (joon. 255). Konduktori järgi puurimine kindlustab aukude täpse asukoha. Puuritud aukudesse lõigatakse normaalmõõdus keere M14×2.

9. Neetimine masinate remontimisel

Paljude traktorite ja põllutöömasinate sõlmede detailid on kokku needitud. Masinate pikaajalise töötamise tagajärjel nõrgenevad neetliited, laienevad neetide augud detailides ja väheneb sõlme tugevus.

Aukude väiksema kulumise puhul on detailide kindlat ühendust võimalik saavutada neetide pingutamisega. Kui aga neetide augud detailides on tugevasti kulunud, tuleb sõlm ümber neetida. Sõlm needitakse ümber ka nendel juhtudel, kui üksikud detailid on kõlbmatuks muutunud ja vajavad vahetamist.

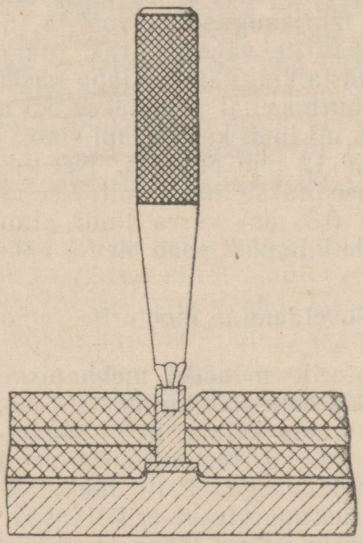
Vaatleme näitena traktori ДТ-54 peasiduri veetavketta remonti.

Veetavketta iseloomulikeks defektideks on ketast, rummu ja õlipüüdjat kinnitavate neetide lõdvenemine ja friktsioonikatete kulumine. Neetide lõdvenemisel kuluvad neetide augud detailides suuremaks, mis võib põhjustada ketta murdumist. Selleks et taastada kindlat ühendust ketta, rummu ja õlipüüdja vahel, tuleb toimida järgmisel viisil: 12 needist välja raiuda 9—10 neeti ja puurida 9 mm puuriga rummu, ketta ja õlipüüdja augud (korraga) üle. Detailid neetida kokku kuumalt jämedamate neetidega. Välja raiuda 2—3 ülejäänud neeti, augud üle puurida ja nendesse uued needid samuti kuumalt paigale panna. Needipeadele tuleb neetimisel anda õige sfääriline kuju ja nad

peavad tihedalt liibuma vastu õlipüüdja ja rummu tasapindasid.

Friktsioonkatete kulumisel asendatakse need uutega. Seda tehakse järgmisel viisil. Vanad needid lüüakse selleks eriti teritatud torniga välja ja võetakse kulunud friktsioonkatted maha. Võetakse kaks uut friktsioonkatet ja kinnitatakse need pitskruvide või käsikruustangide abil veetavketta külge.

Veetavketta aukude järgi puuritakse 4,5 mm puuriga augud friktsioonkatetesse. Puurimise järel süvitatakse



Joon. 256. Friktsioonkatete neetimine siduri veetavketta külge eri torni abil

kumbagi friktsioonkatet ühelt poolt 2,5 mm sügavuseni, kasutades selleks 9 mm läbimõõduga otsa-süvispuuri. Friktsioonkatted asetatakse teine teisele poole ketast süvitustega väljapoole ja needitakse ketta külge nelja eri neediga, paigutades needid üksteisest umbes ühekaugusele. Ketas koos friktsioonkatetega asetatakse seejärel plaadile ja vasara ning eriliselt teritatud torni abil needitakse friktsioonkatted kõigi 36 neediga järjekorras külge (joon. 256).

Friktsioonkatted peavad olema tihedalt vastu veetavketast. Needipead peavad vähemalt 1 mm võrra friktsioonkatte välispinnast madalamale jääma. Külgeneeditud friktsioonkatetel ei tohi olla kumerusi ega lohkusid. Külgeneeditud friktsioonkatetega veetavketta kaardumine ei tohi olla üle 0,3 mm.

Mõningatel juhtudel kasutatakse neetimist pragunenud või rebenenud detailide lappimiseks. Terasest pidurilindi pragunemisel või rebenemisel remonditakse seda lapi pealepanemisega. Vajaliku suurusega lapp raiutakse 2,5—3 mm paksusest terasest 20 ja märgitakse sellele neediaugud 10—15 mm kaugusel servast ja 15—18 mm kaugusega nende tsentrite vahel. Pärast märkimist kärnitakse aukude tsentrid ja kinnitatakse lapp käsikruustangide abil lindi külge. Puurmasinal puuritakse 5,5 mm läbimõõduga augud korraga nii lindi kui ka lapi sisse. Lint süvistatakse needipeade alla 12 mm puuriga. Needid pistetakse sisse lapi poolt ja needitakse lindi poolt. Neetide lõpp-pead peavad vähemalt 0,3 mm võrra lindi pinnast madalamale jääma ja nende läbimõõt peab olema vähemalt 9 mm.

10. Soveldamine mootorite remontimisel

Traktorimootorite mõnedel mehhanismidel on niisuguseid detaile, mis oma töötingimuste kohaselt peavad tihedalt teineteise vastu käima. Seda saavutatakse nii nende valmistamisel kui ka remontimisel nende koostöötavate pindade soveldamisega. Eriti hoolikalt on teineteisele soveldatud kütuseaparatuuri eriti täpsed detailid: kolb ja hülss, tagasivoolu sulgev klapp ja selle pesa, düüsi nõel ja pihusti. Soveldatakse samuti klappe plokikaane pesadega, karburaatori nõelklappe nende pesadega, kütusepaakide kraane ja muid detaile. Töötamise vältel niisuguste detailide pinnad kuluvad, ühendus muutub ebatihedaks, mis on taastatav ainult soveldamisega.

Detailide tiheda istu taastamise iseloomulikuks näiteks võib olla klappide soveldamine plokikaane pesadesse.

Raskete töötingimuste tõttu klapitaldrikute ja plokikaane pesade tööpinnad põlevad ära ja kuluvad, mille tagajärjel gaasid hakkavad neist läbi tungima ja mootori võimsus langeb.

Tihedus taastatakse klapi ja klapipesa soveldamisega. Enne soveldamise alustamist lihvitakse klapi taldriku

koonuspinda eri pingil niikaua, kui kaovad kulumise jäljed. Plokikaane koonuspindasid töödeldakse eelnevalt eri freesidega. Vastavaid freese valmistatakse neljast freesist koosnevate komplektidena (joon. 257). Kahel neist (joon. 257, *a* ja *d*) on tööpinna kaldenurk 45°; neid kasutatakse pesa tööpinna freesimiseks, esimest jämetöötlemiseks, teist aga puhastöötlemiseks. Kahte ülejäänud freesi (joon. 257, *b* ja *c*) kasutatakse tööpinna piiramiseks ülalt- ja altpoolt; kaldenurk on esimesel nendest 15°, teisel 75°.

Klapipesa freesitakse järgmiselt.

Tööpinna jämetöötlemise freesiga võetakse maha koksi ja konarusi niikaua, kuni saadakse puhas ja sile koonuspind. Seejärel võib koonuspind osutuda liiga laiaks. Normaalse laiuse taastamiseks, s. o. tööpinna kõrguse ja sügavuse piiramiseks töödeldakse pesa abifreesidega. Lõpuks töödeldakse tööpind puhastöötlemise freesiga.

Klappe võib pesadesse soveldada käsirakiste abil või eri pinkidel.

Pinkidel soveldamine on mitu korda tootlikum ja seepärast laialdaselt kasutusel mitte ainult remonditehastes, vaid ka masina-traktorijaamade töökodades.

Klappe soveldatakse käsirakise abil järgmisel viisil.

Smirgelpulbrist ja õlist valmistatakse soveldusdpasta, mida segatakse poolvedela konsistentsini. Klapisäärele asetatakse nõrk vedru, klapi tööpinnale kantakse soveldusdpastat ja pistetakse klapp oma säärega juhtpuksi. Vindlavända (joon. 258) või erilise trelli abil pööratakse klappi $^1/_4$ ringi võrra paremale ja vasakule, seda järkjärgult ringi keerates.

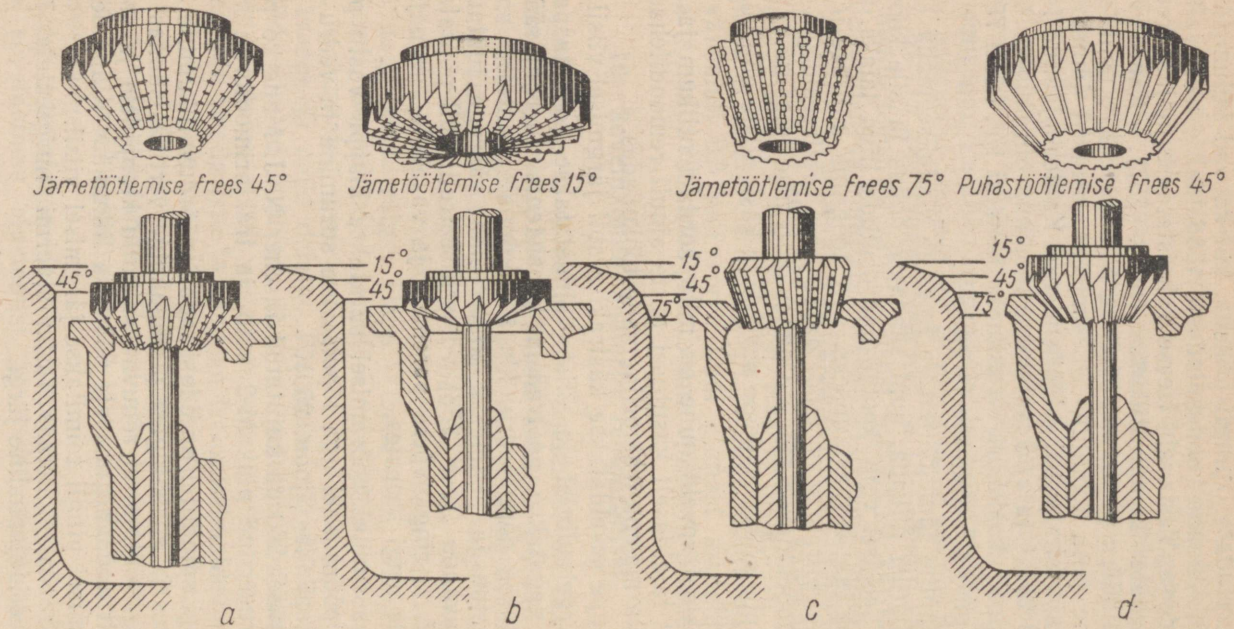
Ühes suunas pööramisel surutakse klappi vastu pesa, tagasipööramisel aga lõpetatakse surumine ja vedru tõstab klapi üles (joon. 259).

Joonisel 260 on kujutatud insener N. J. Manerko poolt konstrueeritud pink M-2 auto- ja traktorimootorite klappide soveldamiseks.

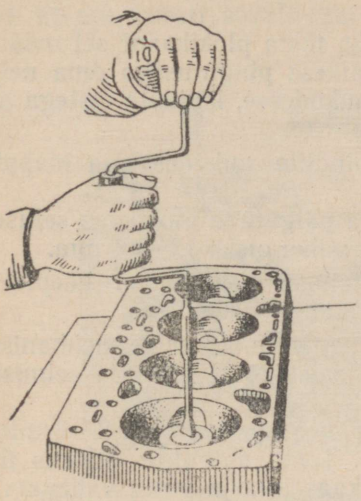
Pingi spindlitel on edasi-tagasi pöörduv liikumine 360° ulatuses ja edasi-tagasi pikiliikumine vertikaalsuunas.

Pingi töötamisel rõhuvad spindlid klappidele ja samaaegselt annavad nendele pöörleva liikumise. Klappide soveldamisel pingil toimitakse järgmisel viisil.

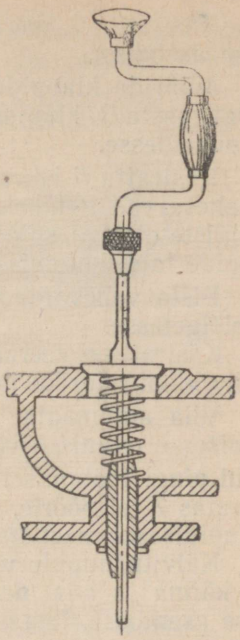
1. Seada plokikaas tõsteplatvormi nurgikutele *4* ja tsentreerida spindlite järgi.



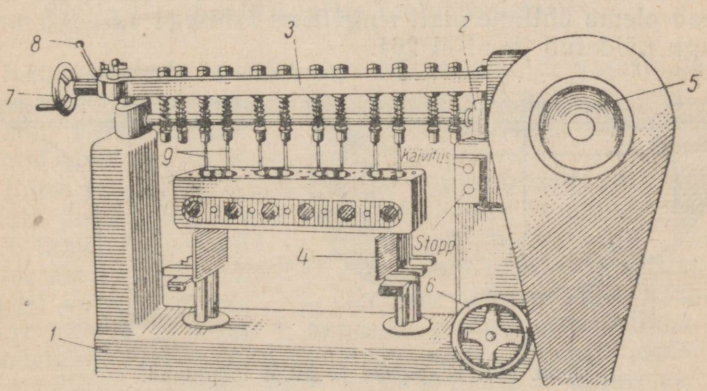
Joon. 257. Freeside komplekt klapipesade remontimiseks.



Joon. 258. Klappide soveldamine vindlavända abil.



Joon. 259. Klapi soveldamise skeem.



Joon. 260. Klappide soveldamispink: *1* — alus; *2* — reduktor; *3* — spindlite kere; *4* — tõsteplatvormi nurgikud; *5* — spindlite kere kõrguse reguleerimise käsiratas; *6* — tõsteplatvormi käsiratas; *7* — nihutamismehhanismi käsiratas; *8* — nihutamismehhanismi käepide; *9* — vahevarvad.

2. Käsiratta *5* keeramisega tõsta spindlite korpus ülemisse asendisse.

3. Määrida klappide tööpindadele õhuke kiht sovelduspastat, asetada klapisäärtele vedrud ja pista klapisäärad juhtpuksidesse.

4. Käsiratta *6* keeramisega tõsta plokikaant sel määral, et vahevarvad *9* läheksid väikese pingutusega oma neljakandiliste otstega spindlite aukudesse, lapikute otstega aga klappide taldrikute sisselõigetesse.

5. Pista vahevarvad *9* spindlite aukudesse ja klappide sisselõigetesse.

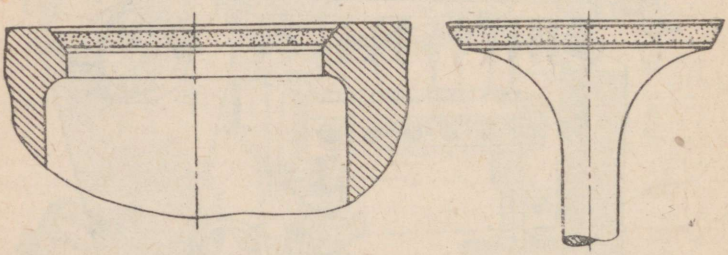
6. Käsiratta *6* keeramisega paigutada plokikaas selliselt, et pilu klapi taldriku ja pesa vahel oleks 12—14 mm.

7. Viia automaatse nihutamise mehhanismi käepide *8* äärmisesse eesmisse või tagumisse asendisse.

Kui pingi töötamisel automaatse nihutamise mehhanismi käsiratas *7* ei pöörle, tuleb käepide *8* üle viia eelmisele vastupidisesse asendisse.

8. Käivitusnupule vajutamisega panna pink 2—3 minutiks käima ja siis peatada. Tõsta spindlite korpus ülemisse asendisse, lasta plokikaas alla ja võtta vahevarvad välja.

9. Võtta klapid välja ja kontrollida sovelduse kvaliteeti tööpindade seisukorra järgi. Soveldatud klapi tööpinnal peab olema ühtlane matt ringvöönd laiusega 1,5—2,5 mm, nagu näidatud joonisel 261.

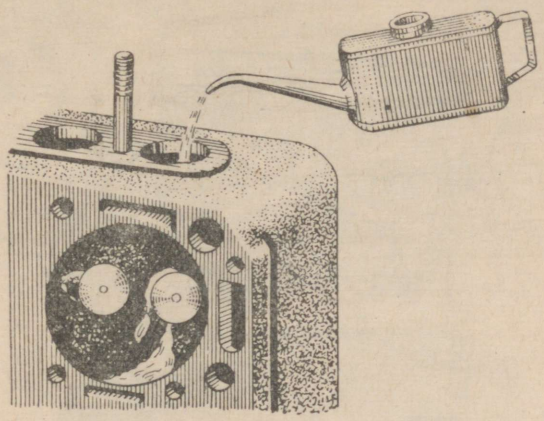


Joon. 261. Klapipesa ja klapi tööpinnad.

Sovelduse kvaliteedi lõplikku kontrollimist toimetatakse pärast klappide montaaži plokikaanesse. Selleks kallatakse plokikaane sisse- ja väljalaskeakendesse petrooleumi

(joon. 262) ja hoitakse seda seal 5 minutit. Hästi soveldatud klapi puhul ei tohi ilmneda petrooleumi läbitungimist.

Kui klapi taldriku ja pesa vahelt tungib petrooleumi läbi, tuleb klappi uuesti soveldada.



Joon. 262. Klappide sovelduse kvaliteedi kontrollimine.

11. Lukksepatööd kütusepaakide, radiaatorite südamike ja babiitlaagrite remontimisel

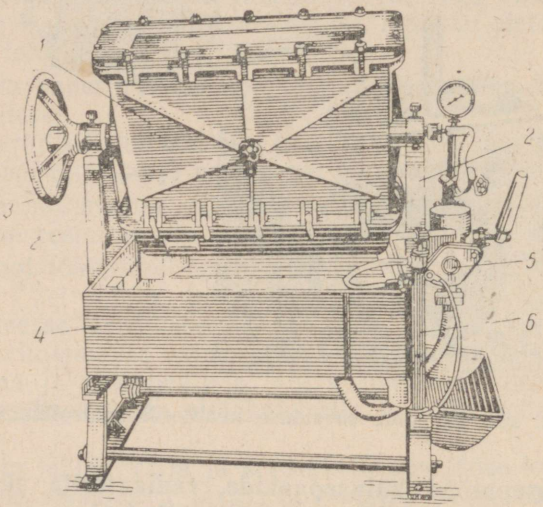
Kütusepaakide remontimine. Kütusepaakide vigastustest esineb kõige sagedamini mõlke ja pragusid. Suuremad praod keevitatakse kinni gaaskeevitusega, väiksemad praod võib aga ka kinni joota.

Enne pragude kinnijootmist või kinnikeevitamist tuleb paaki kuuma 6%-lise seebikivi lahusega hoolikalt pesta, siis lahus välja lasta ja täita paak puhta veega. Paak täidetakse veega selleks, et vältida kütuseaurude süttimist paagi kuumutamisel. Prao ümbrus puhastatakse kaabitsaga värvist ja roostest, kantakse peale jootevedelikku ja joodetakse pragu tinajoodisega kinni. Pärast jootmist kontrollitakse veega paagi hermeetilisust 5 minuti vältel 0,2—0,5 atü surve all.

Radiaatorite südamike remontimine. Radiaatorite südamikud tuleb remonti saabumisel puhastada mustusest ja torude sisepindadele sadestunud katlakivist ning seejärel kontrollida nende hermeetilisust. Selleks tuleb südamikku

25—30 minuti vältel keeta 6%-lises seebikivi lahuses ja pesta siis puhta tulise veega.

Et avastada vigastatud torude või torude külgejootmise kohtade lekkimist, kasutatakse radiaatori südamiku proovimiseks universaalstendi. Stendi ehitus on näidatud joonisel 263.



Joon. 263. Hüdrauliline stend radiaatorite proovimiseks.

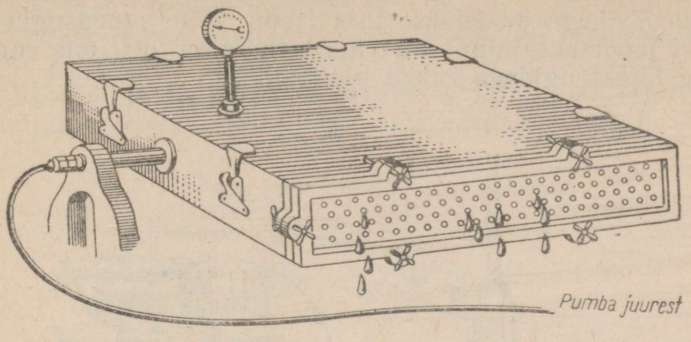
Stendi peaosaks on malmkamber *1*, mis on pööratav kahel raami *2* kronsteinidesse kinnitatud liuglaagril. Käsiratta *3* abil on kamber nendel laagritel 360° võrra pööratav. Kambri all asetseb veevann *4*.

Parempoolse kronsteini külge on kinnitatud veepump *5* koos torudega, alusraami külge aga õhupump *6*.

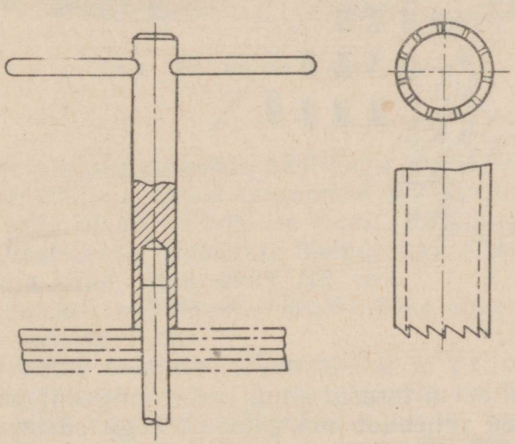
Proovimiseks asetatakse südamik erilise karkassi sisse, seejärel aga koos karkassiga malmkambrisse. Kummitihendite, kaante ja pingutuskruvide abil surutakse südamikkude tugiplaadid vastu kambri korpust. Torude otsad jäävad seejuures vabaks.

Käsipumba abil täidetakse kamber veega ja tekitatakse selles umbes 1 atü suurune rõhk.

Lõhkenud torusid või vigastusi kohtades, kus torud on joodetud tugiplaatide külge, avastatakse vee väljatungimise järgi kas torudest või jootekohtadest (joon. 264).



Joon. 264. Radiaatori südamiku proovimine veesurvega.

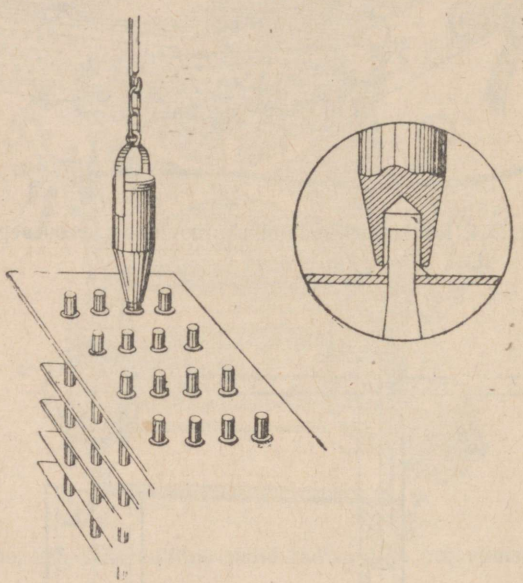


Joon. 265. Joodise mahavõtmine eri freesi abil.

Toruradiaatorite südamike remont seisab:
1) vigastuskohtade kinnijootmises tugiplaatide juures;
2) vigastatud torude otste jootmises;
3) vigastatud torude vahetamises.

Enne vigastatud kohtade või torude otste kinnijootmist võetakse vana joodis tugiplaadilt erilise otsfreesi abil maha (joon. 265).

Puhastatakse toru ja tugiplaadi jootekoht ja ümmarguse tõlvikuga joodetakse toru (joon. 266). Samasugusel viisil joodetakse kinni ka vigastatud toru ots, mis enne seda lapiktangidega kokku pigistatakse.



Joon. 266. Torude jootmine tugiplaatide külge.

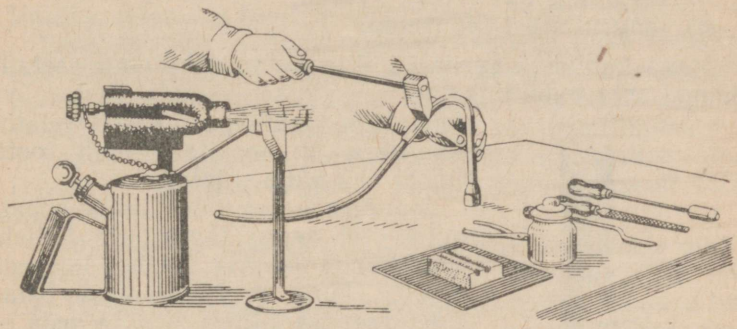
Suuremal arvul torusid kinni joota (sulgeda) pole lubatav, sest see vähendab märgatavalt kogu süsteemi jahutusvõimet. Tehnilised tingimused ei luba sulgeda üle 5% torude üldarvust. Südamikkude kõige kindlamaks remontimise viisiks tuleb lugeda vigastatud torude vahetamist.

Vana toru väljavõtmiseks lõigatakse joodis mõlemast otsast freesiga maha ja vabastatakse toru otsad tugiplaatidest. Vastava suurusega varras kuumutatakse ääsil helepunase hõõgumiseni ja pistetakse vigase toru sisse. Sellise kuumutamisega sulatatakse jahutusplaadid toru küljest lahti. Toru haaratakse otsast lapiktangidega ja tõmmatakse koos kuumutusvardaga jahutusplaatide kiskude suunas välja. Eemaldatud toru asemele asetatakse uus, mille

tihedus peab olema õhupumbaga proovitud, ja selle otsad joodetakse tugiplaatide külge.

Pärast remonti tuleb proovida südamiku hermeetilisust 0,5—1 atü rõhu all.

Kütuse- ja õlitorude remontimine. Lõhkenud või sissemuljutud torusid võib remontida järgmisel viisil. Toru



Joon. 267. Torude remontimine.

lõigatakse vigastatud kohas käsisaega katki. Teisest, suurema läbimõõduga torust lõigatakse 30—40 mm pikkune tükk ja selle otsad valtsitakse laiali. Katkilõigatud toru otsad puhastatakse, pistetakse ühendustoru sisse ja joodetakse sinna kinni (joon. 267).

Toru jootekohtade tihedust proovitakse õhupumba abil, asetades toru veevanni.

Laagrivoodri valamine. Kombainide ja paljude traktorite mootoritel on kepsu- ja raamlaagrid babiitvoodriga. Mootori pikemaajalisel töötamisel väntvõlli kaelad kuluvad, muutuvad ovaalseteks ja koonilisteks. Kaeltele õige kuju andmiseks lihvitakse väntvõlle eripinkidel, mille tagajärjel kaelte läbimõõt väheneb ja lõtk laagrites muutub ülemäära suureks.

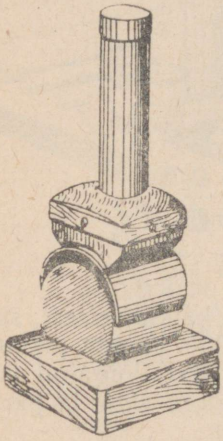
Normaalsete lõtkude taastamiseks tuleb laagreid remontida. Laagrite remont seisab selles, et nendele valatakse uus babiidivooder, seejärel aga treitakse laagrid seest vastavale läbimõõdule.

Remonti vajavad ka niisugused laagrid, mille babiit on kepsu või laagriliua küljest lahti tulnud, välja murenenud või puuduliku õlitamise tõttu välja sulanud.

Laagrite remontimiseks tuleb teha järgmised operatsioonid:

1) vana babiit laagritest välja sulatada;
2) laagrid tinutamiseks ette valmistada;
3) laagrid tinutada;
4) uut babiiti sulatada;
5) laagritele uus vooder valada;
6) laagrid seest üle treida.

Vana babiidi laagritest väljasulatamiseks võib asetada laagri sula babiidiga tiiglisse või soojendada laagrit jootelambiga. Babiidiga Б-83 täisvalatud laagritest on soovitav babiit jootelambi abil välja sulatada.



Joon. 268. Laagriliudade laialisurumine enne babiidiga täisvalamist.

Jootelambi leek tuleb juhtida laagriliiua või kepsu tagumisele küljele. Soojenenud laagris sulab kõigepealt tinutis, kuna veel sulamata babiit tuleb korpuse küljest lahti ja seda on võimalik metall-labidakese abil kergesti eemaldada. Niisuguse väljasulatamise viisi puhul jääb tinutis laagriliuale või kepsule ega satu babiidi sisse. Babiiti БН ja БТ on parem välja sulatada laagrite asetamisega ülessulatatud babiidi jäätmetesse.

Pärast babiidi väljasulatamist kontrollitakse laagriliudasid ja kepsusid ja remonditakse neid vajaduse korral. Selleks et lagariliuad pärast voodri sissevalamist kokku ei tõmbuks, surutakse need 0,3—1,0 mm võrra laiali joon. 268). Laialisurumise määr sõltub traktori margist ja sissevalatava babiidikihi paksusest.

Pärast laialisurumist järgneb laagrite puhastamine rasvast, milleks nad kastetakse 10—15 minutiks tulisesse 10%-lisse seebikivi lahusesse ja pestakse seejärel tulises vees. Uusi laagriliudasid ja kepsusid peitsitakse pärast rasvast vabastamist 2—3 minuti vältel 15%-lises väävelhappe või 50%-lises soolhappe lahuses.

Pärast peitsimist pestakse laagreid seebikivi lahuses, seejärel aga puhtas tulises vees.

Tinutamisele kuuluvate laagrite pinnad kaetakse räbustajaga (tsinkkloriidi lahusega). Räbustajaga katmist on soovitav toimetada kaks korda. Esimesel korral niisutatakse külma laagri pinda räbustajaga jõhvpintsli abil, kuna teisel korral kantakse räbustajat peale tulisele laagrile, kasutades selleks asbestist valmistatud p'ntslit.

Tinutada võib kahel viisil: kas laagri kastmisega sula tinutise sisse või tinutise kandmisega laagri pinnale.

Enne laagrite kastmist sulasse tinutisse tuleb tinutamisele mittekuuluvad pinnad katta pastaga, mis koosneb peeneks tambitud ja sõelutud kriidist (neli teeklaasi täit), veest (1 liiter) ja vesiklaasist (0,5 l) või tisleriliimist.

Laagri tinutamisele kuuluvad pinnad määritakse räbustajaga ja siis soojendatakse laager temperatuurini 150—180°.

Sellisel viisil ettevalmistatud laagrid kastetakse pihtide abil 3—5 minutiks sulasse tinutisse. Pulgakujulise tinutise pealekandmiseks soojendatakse laagrit niisuguse temperatuurini, et pulgakese ots, kui seda hõõruda vastu laagri pinda, hakkaks sulama. Seejärel, kui laager on küllaldaselt soojenenud, kantakse tema pinnale ühtlane tinutisekiht. Tinutisega halvasti kattunud kohtadele riputatakse salmiaaki või niisutatakse neid räbustajaga ja tinutatakse uuesti üle. Tinutatud laagri pind peab olema heledat värvi, ilma täppideta.

Üheaegselt laagri ettevalmistamisega sulatatakse babiiti.

Ettesoojendatud tiiglisse laaditakse väikesi babiiditükke. Räbu tekkimise vältimiseks tuleb babiiditükke tsinkkloriidiga niisutada.

Sulababiidi pind kaetakse 30—40 mm paksuselt puusõe kihiga. Süsi peab olema sõelumise teel tolmust vabastatud. Sellega vähendatakse ka räbu tekkimist. Värskele babiidile võib lisandada jäätmeid kuni 35—40% sulatatava babiidi üldkogusest. Jäätmete hulka kuuluvad: laagritest väljasulatatud vana babiit, valunagad ja laagrite seest treimisel saadud babiidi laastud, mis pressitakse tavaliselt brikettideks. Jäätmeid võib kasutada ainult pärast nende eelnevat ettevalmistamist; tiiglisse on soovitav neid laadida pärast seda, kui uus babiit on üles sulanud.

Sulababiiti tuleb puhastada sellesse sattunud rauatükikestest. Selleks kastetakse babiidi sisse magnet, mis tõmbab enda külge terase- ja malmiosakesed. Magneti külge

jäänud osakesed pühitakse maha kuivade takkude või lapi abil.

Babiidi sulatamisel tekkivate metallioksüüdide taandamiseks töödeldakse sulababiiti salmiaagiga.

Babiidi soojenemist kontrollitakse vastavate termomeetritega.

Kindlasti tuleb meeles pidada, et mitmesugust marki babiitide segamine on keelatud.

Babiidi valamine toimub kas paigalseisvatesse laagritesse või tsentrifugaalvalu võimaldavate rakiste kasutamisel.

Enne babiidi sissevalamist soojendatakse rakise südamikku ja kaant jootelambiga. Eelnevalt tinutatud laagriliud, keps või kepsukaas kinnitatakse rakisesse selliselt, et nende otspinnad läheksid tihedalt vastu rakise vastavaid osi. Süsi ja räbu eemale lükates võetakse lusikaga sulababiiti ja kallatakse seda lühikese, kuid jämeda joana rakisesse. Kohe pärast babiidi sissevalamist keeratakse jahutusvesi lahti ja suletakse pärast babiidi hangumist.

Laager võetakse rakisest välja ja kontrollitakse valatud voodri kvaliteeti.

Laagri pind peab olema hõbedakarva, ilma pragude, pooride, valuaukude ja liitekohtadeta.

Kergetel löökidel vastu ülesriputatud külma laagrit peab tekkima puhas, mittetärisev metalliline hääl.

Kontrollküsimusi

1. Missugustel põhjustel võivad tekkida töötavates mehhanismides kloppimised?
2. Missugused muutused tekivad detailides nende kulumisel?
3. Kuidas taastatakse kulunud detaile ja liiteid?
4. Tooge näiteid remontmõõtmeliste detailide kasutamisest.
5. Kuidas valida võtit mutri, poldi ja tikkpoldi lahtikeeramiseks?
6. Loendage kruviliidete kokkupaneku põhireeglid.
7. Milleks kasutatakse remondil lattpressi?
8. Milleks kasutatakse spetsiaalseid torne?
9. Kuidas võetakse mahatõmbaja abil ketiratast maha?
10. Kuidas toimub veerelaagrite kohaleasetamine ja mahavõtmine?
11. Loendage laagrite montaaži põhireeglid.
12. Kuidas on võimalik avastada pragusid traktorite ja kombainide detailides?
13. Kuidas toimub detailide hüdrauliline proovimine?
14. Kuidas valmistada ette pragu kinnikeevitamiseks?
15. Missugused lukksepaoperatsioonid on tarvilikud ploki remontimisel, millel on auk karteris või veesärgi seinas?
16. Jutustage, missuguseid rakiseid võib kasutada kombainide paindunud detailide õgvendamiseks.

17. Kuidas surutakse kokku kombainide kettide lülisid?
18. Kuidas kontrollida kepsu sirgjoonelisust ja kahekordset paindumist?
19. Kuidas õgvendada paindunud või väändunud kepsu?
20. Missuguseid operatsioone rakendatakse pealekeevitatud tööpindade töötlemisel?
21. Missuguseid lukksepaoperatsioone rakendatakse kulunud siledate aukudega detailide remontimisel?
22. Jutustage kulunud sisekeerme taastamistööde järjekorrast.
23. Missugused lukksepaoperatsioonid on tarvilikud selleks, et taastada ДТ-54 ja СТЗ-НАТИ mootoriplokkide tagakanduri seadetihvtide ja kinnituspoltide aukusid?
24. Kuidas tuleb vahetada siduri veetavketta friktsioonkatteid?
25. Kuidas töödeldakse plokikaane klapipesa soveldamiseks?
26. Jutustage klappide soveldamisest käsirakiste abil ja pingil.
27. Missuguseid ohutustehnilisi abinõusid tuleb tarvitusele võtta kütusepaakide remontimisel?
28. Kuidas kontrollida radiaatori südamikkude hermeetilisust?
29. Missuguseid radiaatori südamikkude vigastusi kõrvaldatakse pehmejoodisega jootmise teel?
30. Kuidas teostada kütuse- ja õlitorude jootmist?
31. Jutustage, kuidas laagrit ette valmistada babiitvoodri valamiseks.
32. Kuidas vähendada oksüdeerumist ja räbu tekkimist babiidi sulatamisel?
33. Missuguste tunnuste järgi määratakse laagrivoodri valamise kvaliteeti?

SISUKORD

Eessõna 3

I OSA. MATERJALIÕPETUSE ALUSED

I peatükk. **Üldteadmisi metallidest ja sulamitest ning nende omadustest** 5
1. Üldteadmisi metallidest ja sulamitest 5
2. Mõisteid metallide ja sulamite sisemisest ehitusest 9
3. Metallide füüsikalised omadused 13
4. Metallide keemilised omadused 15
5. Metallide mehaanilised omadused ja nende määramise viisid 17
6. Metallide tehnoloogilised proovimised 29
7. Metallide muud mehaanilised proovimisviisid 33

II peatükk. **Raua-süsinikusulamid** 35
1. Algteadmisi malmi tootmisest 35
2. Malmi koostis ja sordid 38
3. Algteadmisi terase tootmisest 41
4. Kõvasulamid 49

III peatükk. **Metallide termiline töötlemine** 51
1. Üldteadmisi 51
2. Terase termilise töötlemise liigid 54

IV peatükk. **Metallide sepistamine ja keevitamine** 64
1. Üldteadmisi 64
2. Sepiste valmistamiseks kasutatavad lähtematerjalid 65
3. Sepistamisel kasutatav kütus 65
4. Sepaääs, selle ehitus ja töötamine 67
5. Metalli kuumutamine 68
6. Ääsi käsitsemine 69
7. Sepatööriistad 71
8. Tähtsamad sepistamisoperatsioonid 72
9. Tähtsamad ohutustehnika eeskirjad käsitsi sepistamisel . . 80
10. Algteadmisi suruõhuvasara ehitusest ja töötamisest 80
11. Mehaaniliseks sepistamiseks kasutatavad tööriistad 82
12. Suruõhuvasara teenindamine 83
13. Metallide keevitamine 84

V peatükk. **Värvilised metallid ja nende sulamid** 90
1. Üldteadmisi 90
2. Messingid 92
3. Pronks 95
4. Laagrisulamid 97

VI peatükk. **Mittemetallilised materjalid** 100
1. Puit 100
2. Plastmassid 102
3. Isoleerained 103
4. Vahelehtede, tihendite ja topendite materjalid 105
5. Abrasiivmaterjalid 107

II OSA. LUKKSEPATÖÖD

VII peatükk. **Töökoha organiseerimine ja ohutustehnika** 111
1. Lukksepa töökoha organiseerimine 111
2. Ohutustehnika 119

VIII peatükk. **Mõõteriistad** 122
1. Jaotustega mõõteriistad 123
2. Kontrollriistad 139
3. Nurkade mõõtmise riistad 147
4. Mõõteriistade hoidmine ja nende hooldamine 150

IX peatükk. **Tolerantsid ja istud** 153
1. Üldmõisteid. Asendatavus 153
2. Tolerantsid. Hälbed 155
3. Täpsusklassid 157
4. Pinna töötlemise siledus 158
5. Istud. Lõtk ja ping 159
6. Detailide valikkoostamine 164
7. Augusüsteem ja võllisüsteem 165
8. Tolerantside tabelite kasutamine 167

X peatükk. **Märkimine** 169
1. Üldmõisteid 169
2. Märkimisel kasutatavad rakised 170
3. Märkimisel kasutatavad tööriistad 175
4. Ettevalmistused märkimiseks 181
5. Detailide märkimine šablooni, eeskuju ja koha järgi . . . 184

XI peatükk. **Metalli raiumine** 186
1. Üldmõisteid 186
2. Raiumise tööriistad 186
3. Raiumise praktika 193
4. Raiumise näiteid 196
5. Ohutustehnika raiumisel 198

XII peatükk. **Metalli lõikamine** 199
1. Üldteadmisi 199
2. Lõikamiseks kasutatavad tööriistad 199
3. Käsisaega töötamise võtted 202
4. Mehaanilised saed 203
5. Torude lõikamine 204
6. Ohutustehnika metalli lõikamisel 205

XIII peatükk. **Metalli viilimine** 206
1. Üldmõisteid viilimisest 206
2. Viilide liigid 206
3. Viilide käsitsemise reeglid ja nende hooldamine 209

4. Viilipeade otsapanek 210
5. Viilimine 211
6. Tasapindade viilimine 214
7. Täisnurga all asetseva tasapinna viilimine 217
8. Õhukeste detailide viilimine 218
9. Silindrilise varva viilimine 219
10. Nõguspindade viilimine 221
11. Kumerpindade viilimine 223
12. Sisenurkade viilimine 224
13. Sirgjoontega piiratud aukude viilimine 225
14. Värvi järgi viilimine 226

XIV peatükk. **Aukude puurimine ja hõõritsemine** 227

1. Üldmõisteid puurimisest 227
2. Puurid 227
3. Puuride teritamine 229
4. Puuripadrunid ja muud puuride kinnitamiseks kasutatavad rakised 230
5. Käsitrellid ja käristipuurid 231
6. Puurpingid 234
7. Lõikerežiimid puurimisel 237
8. Puurpinkide hooldamine 238
9. Rakised puuritavate detailide pinki kinnitamiseks 239
10. Pingi töötamiseks ettevalmistamine ja häälestamine . . . 240
11. Puurimise praktika 242
12. Puuride murdumise ja detailide praagi põhjused 245
13. Ohutustehnika puurimisel 248
14. Aukude süvitamine ja süvishõõritsemine 249
15. Hõõritsemine 251

XV peatükk. **Keermetamine** 254

1. Mõisteid keermest ja selle elementidest 254
2. Keerme liigid 259
3. Mitmesuguse profiiliga keermete kasutamine 261
4. Tööriistad sisekeerme lõikamiseks 261
5. Puuride valik keermetatavate aukude puurimiseks 265
6. Keermetamine keermepuuriga 266
7. Tööriistad väliskeerme lõikamiseks 267
8. Varda läbimõõdu valik lõigatava keerme alla 270
9. Keermetamine keermepakkidega 270
10. Lõigatud keerme kontrollimine 272

XVI peatükk. **Kaabitsemine** 274

1. Kaabitsemise mõiste 274
2. Kaabitsemiseks vajalikud töötlusvarud 274
3. Kaabitsemiseks kasutatavad tööriistad 275
4. Kaabitsemiseks ettevalmistumine 278
5. Kaabitsemise protsess 278
6. Kaabitsemise kvaliteedi kontrollimine 282

XVII peatükk. **Soveldamine** 283

1. Üldmõisteid soveldamisest 283
2. Soveldusmaterjalid 284
3. Soveldid ja määrdeained 286

4. Tasapindade soveldamine 287
5. Kooniliste pindade soveldamine 290

XVIII peatükk. **Plekksepatööd. Metalli õgvendamine** 292
1. Üldmõisteid plekksepatöödest 292
2. Seadmestik, tööriistad ja rakised 294
3. Lehtmaterjali õgvendamine 295
4. Lehtmaterjali märkimine ja painutamine 296
5. Varb- ja lattmaterjali õgvendamine 298
6. Torude painutamine 300
7. Ohutustehnika eeskirjad 300

XIX peatükk. **Neetimine** 301
1. Üldmõisteid neetimisest 301
2. Needid 304
3. Neetõmblused 306
4. Neetimiseks kasutatavad tööriistad ja rakised 307
5. Neetimine 308

XX peatükk. **Jootmine ja tinutamine** 310
1. Üldmõisteid jootmisest 310
2. Joodised 310
3. Söövitamine 314
4. Räbustajad ja jootmise protsess 315
5. Jootmisel kasutatavad seadmed ja tööriistad 316
6. Töökoha organiseerimine jootmistöödeks 320
7. Tinutamine 321
8. Jooteõmbluse kvaliteedi kontrollimine 322
9. Põlevvedelike anumate jootmine 323
10. Kõvajoodistega jootmine 323
11. Ohutustehnika eeskirjad jootmisel ja tinutamisel 324

III OSA. **NÄITEID LUKKSEPATÖÖDE RAKENDAMISEST TRAKTORITE JA KOMBAINIDE REMONTIMISEL**

XXI peatükk. **Detailide kulumine ja nende taastamine** 326
1. Masinate remondi organiseerimine 326
2. Üldmõisteid masinate detailide kulumisest 327
3. Detailide taastamise viisid 330
4. Lahtivõtmis-kokkupaneku tööd masinate tehnilisel hooldamisel ja remontimisel 332
5. Lukksepatööd pragunenud või aukudega detailide remontimisel 346
6. Lukksepatööd deformeerunud detailide remontimisel . . . 350
7. Kulunud pindade taastamine pealekeevitamise teel ja nende töötlemine 357
8. Lukksepatööd kulunud siledate ja keermetatud aukudega detailide remontimisel 359
9. Neetimine masinate remontimisel 366
10. Soveldamine mootorite remontimisel 368
11. Lukksepatööd kütusepaakide, radiaatorite südamike ja babiitlaagrite remontimisel 373

Н. И. Макиенко, Е. М. Кролик,
Н. Н. Остапенко, Е. О. Пешков Н. Ф. Рябов,
С. Т. Юдин.

СЛЕСАРНОЕ ДЕЛО С ОСНОВАМИ
МАТЕРИАЛОВЕДЕНИЯ.
Сельхозгиз 1954

На эстонском языке.

Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

*

Toimetaja H. Märtson

Tehniline toimetaja A. Ruutsoo

Korrektorid L. Kask ja L. Laur

Ladumisele antud 5. XI 1956. Trükkimisele antud 3. XII 1957. Paber 54×84, 1/16. Trükipoognaid 24,25. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 19,68. Arvutuspoognaid 20,35. Trükiarv 5000. Tellimise nr. 3903. Trükikoda «Ühiselu», Tallinn, Pikk tn. 40/42.

Hind rbl. 6.10

3—7

Rbl. 6.10

A-21884

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00389039 1