

ALEKS KASKNEEM

TEHNIK

LUKKSEPA
KÄSI-
RAAMAT



TALLINN

RK PEDAGOOGILINE KIRJANDUS

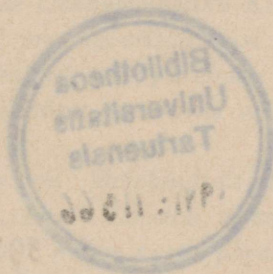
Duplum

LUKKSEPA KÄSIRAAMAT

Duplum

ALEKS KASKNEEM
TEHNIK

LUKKSEPA KÄSIRAAMAT



RK
PEDAGOGILINE KIRJANDUS
TALLINN 1941

EESSÕNA.

Käesoleva raamatuga katsutakse täita lünka eestikeelse lukksepatööd käsitleva kirjanduse alal. Raamat käesoleval kujul ja antud piires ei suuda vahest ehk nõudlikku, kauaaegse praktikaga töötajat rahuldada, loodetavasti aga algajat ja lukksepatöö õpilast. Soovist pakkuda mitmesuguses töömõistmise staažis olevaile raamatu kasutajaile midagi, pole raamat puhtakujuline käsiraamat, vaid poolenisti õpik. Käsiraamatu nimetust pälvib ta ehk tekstis ja lõpposas toodud töötlemiseks vajalike andmete ja tabelite pärast. Töötlemise erijuhtumite käsitlemist ühes kõigi abinõudega ja lukksepakunsti võtetega ei võimaldanud raamatu piiratud maht.

Suuri raskusi esitab tehnilise raamatu kirjutamisel eestikeelse terminoloogia puudulikkus. Käesoleva raamatu kirjutamisel on kasutatud peamiselt „Eesti entsüklopeedias“ tähistatud oskussõnu, siis Tehnikaülikooli Tehnilise Oskussõnastiku Komisjoni soovitusi, ajakirjas „Tehnika Kõigile“ propageeritud uusi sõnu ja teisi läbilõõnumaid. Mõningad terminid on paremate puudusel autori enda loodud. Kõiki uuemaid sõnu on tekstis või teksti all püütud seletada.

Lukksepa käsiraamatus on järjekindlalt läbi viidud sõna „raud“ asendamine sõnaga „teras“. Loodan, et see esialgu võõrana kuulduv „terase revolutsioon“ mõne aasta pärast kogu meie tehnilises keeles omaseks on saanud.

Selle raamatu piiridesse mittemahtunud töövõtetega tutvumiseks kasutatagu ins. E. Olvingu „Treiali ja freesija käsiraamatut“ ja „Terase karastamine“. Tehnilise joonestuse tundmist õpetab ja süvendab T. Ussisoo „Tehniline joonestamine“.

Avaldan siiraimat tänu Tehniliste kutsekoolide vaneminspektorile ins. H. Normanile väärtuslike lisandite ja ins. A. Mutile asjalike näpunäidete eest.

Tallinn, juuni 1940.

Autor.

I. Metallid ja muud materjalid.

A. RAUD.

1. Üldiselt.

Lukksepal tuleb tegemist teha peamiselt järgmiste metallidega: raud, s. o. malm ja teras; vask ja selle sulamid; tina, tsink, plii, nikkel, alumiinium ja teised mitteraud-metallid ja nende metallide sulamid. Kuigi just viimaseil aastakümneil edeneb hoogsalt mitmesuguste mitteraud-metallide, eriti näit. kergemetallide tarvituselevõtt mitmel pool seal, kus varem kasutati rauda, on raud veel praegugi ca 90-protsendiliselt lukksepa poolt töödeldav materjal ja see tingib vajaduse teda lähemalt tunda.

2. Mis on teras?

Viimastel aegadel püütakse tehnilises keeles vältida sõna „raud“ ja asendada seda sõnaga „teras“. Vanema jaotuse järgi, kui kõneldi rauast ja terasest, tehti vahet selle järgi, kas materjal oli karastatav või mitte. Oli karastatav, siis oli ta teras, polnud karastatav, oli raud. Et tavaline alla 0,15-prots. süsinikusaldusega teras enam ei karastunud, siis väideti, et see süsiniku hulk on piiriks, mis eraldab terast ja rauda.

Käesolev ajastu tõi aga turule palju uusi materjalisorte, mitmesuguseid riista-, ehitus- ja legeritud¹ teraseid, ja kui ka neid taheti hakata eraldama teraseks ja rauaks, siis ilmnes, et mõnigi teras, mis sisaldas süsinikku kaugelt üle 0,15%, ei olnud üldse karastatav, samas aga oli rauda, milles polnud süsinikust jälgegi ja mis karastus kuni teemantkõvaduseni. Nii suguses olukorras ei osutunud võimalikuks jätkata vahetegemist terase ja raua vahel ja jäi ainukeseks teeks – kõiki tehnilistel aladel kasutatavaid rauasorte nimetada teraseks.

Nimetus „raud“ jääb seejuures üldnimetuseks kõigile malmidele, terastele ja eriterastele, samuti tähendab ta ka keemiliselt puhast rauda.

3. Malm.

Maakeral leidub puhast rauda õige vähesel määral – ainult nn. meteor-rauana. Kõik tehnilistel aladel kasutatav raud on valmistatud maapõues leiduvaist rauamuldadest ehk rauamaakidest.

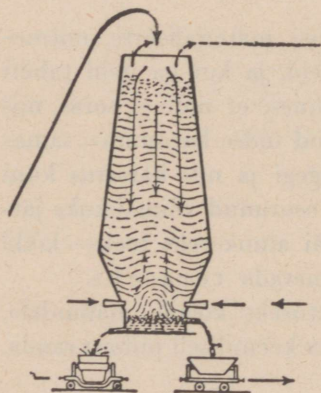
¹ Legeritud teras — sisaldab peale süsiniku veel lisandeid, nagu kroomi, niklit, vanaadiumi jne.

Kaevandustest maapinnale toimetatud rauamaagist eraldatakse nähtav mulla- ja kiviprügi, peenendatakse enamvähem ühesuurusteks tükkideks, pestakse erilisis kanaleis ja pesutrumleis ja seejärel kuivatatakse kuumutamise teel. Pesemise ja kuumutamise, samuti ka mõnikord neile protsessidele eelneva ilmastikumõjude all hoidmise eesmärgiks on kahjulike lisandite maagist eemaldamine. Et järgneva, nn. kõrgahjuprotsessi juures vältida rauamaagi kokkupaakumist, pressitakse mõnikord väga sõredana esinev rauamuld väikesteks brikkideks.

Rauamaak koosneb peamiselt raua ja hapniku keemilisist ühendest ja esimene protsess, mis rauamaagi juures ette võetakse, nn. kõrgahjuprotsess, saabki ülesande – kõrvaldada maagist hapnik. Hapniku ja raua lahutamiseks kasutatakse süsinikku, varem puusõe, nüüd koksi näol. Süsinikul on suurem keemiline sugulus hapnikuga kui raual ja seda saab üheaegselt kasutada ka kütteinena, et saavutada maagi taandamiseks ja toorraua ülessulatamiseks vajalikku kõrget temperatuuri.

Kõrgahi (joonis 1), milles seda protsessi teostatakse, kujutab endast kuni 30 m kõrget

koonilist müüritist, keskmise läbimõõduga kuni 8 m. Kõrgahi täidetakse kihtide viisi koksi ja maagiga, alumine koksikiht süüdatakse alt põlema ja kõrgahju jalalt surutakse sisse kuuma õhku. Koksi põlemisel tekkiv kuum gaas läbib üles tõustes koksimaagikihte, kuumutab neid ja väljub ülalt kõrgahjust, kuna ülemised kihid vajuvad pikkamisi alla põlemise läbi tekkivasse õõnsusse. Seejuures põlemisgaasides sisalduv vingugaas (CO) ja osalt ka koks ise taandavad järk-järgult rauamaagi, kuni see ahju alumisse ossa jõudes ca 1800° C temperatuuri juures sulab toorrauaaks ehk -malmiks. Taanduv raud seejuures ühi-



Joon. 1. Kõrgahju skeem.

neb süsinikuga, mistõttu toorraua süsinikusisaldus on 2,3–5%. Ahju põhja kogunev sulametall lastakse kindlate vaheaegade järel kõrgahju jalal asuvaist aukudest välja. Kõrgahju täidetakse ülalt pidevalt ja

eespool kirjeldatud protsess käib järjest, kuni kõrgahi kord remonti vajab.

Rauamaak sisaldab tavaliselt võõraineid, nagu saue, lupja, graniiti jne., mis eelpuhastamisest hoolimata kõrgahju jõuavad ja seal nn. šlaki ehk räbu tekitavad. Šlaki lubjasisaldusel seejuures on see tähtsus, et ta seob keemiliselt maagis ja koksis leiduva väävli, mis on täiesti ebasoovitatav lisand rauas. Seepärast lisatakse maagile eraldi lupja juurde, kui maagi loomulik lubjasisaldus ei ole küllaldane. Ahju alumises osas sulab ka šlakk ja et ta on kergem kui sularaud, ujub ta selle pinnal, kuni ta teise ava kaudu ahjust välja lastakse. Ka šlakki kasutatakse, näit. valmistades temast erilist tsementi (raudportlandi).

Kõrgahjust saadakse kahesugust toormalmi, mida nende murdumispinna värvi järgi nimetatakse valgeks või halliks malmiks. Valges malmis on süsinik keemiliselt rauaga seotud (raudkarbiid), hallis malmis aga esineb süsinik sidumata grafiidina rauakristallikeste vahel. Kirjeldatud struktuurierinevus on tingitud osalt valutükkide jahutusviisist – kiire jahutamine soodustab valge, aeglane jahutamine halli malmi tekkimist –, osalt ka malmis leiduvaist lisaaineist. Valget malmi kasutatakse enamasti lähteainena mitmesuguste terasesortide valmistamiseks, kuna hall malm ongi pärast veelkordset sulatamist too tunduvalt malm, millest tehakse igasugused malmivalud.

Eespool kirjeldatud menetluste tulemusena saadud toorraud ehk malm sisaldab veel peale süsiniku vähesel määral ka siliitsiumi (räni), väävli, mangaani ja fosforit.

Vähene, umbes pooleprotsendiline hulk räni või fosforit malmis soodustab süsiniku eraldumist grafiidina, võimaldades saada pehmet malmi, mangaan aga mõjub vastupidiselt – tekitades kõva valget malmi. Ka soodustab fosforisisaldus malmi voolavust – viimane on tähtis eriti malmivalu puhul.

Halvemaid osiseid, mis malmis võib esineda, on väävel, olles juba rauamaagis või sattudes sinna alles kõrgahjus, koksiga kaasa tooduna. Väävel muudab malmi hapraks ja poorseks.

Süsinikku, nagu juba tähendatud, sisaldab malm tavaliselt 2,3 – 5% piirides. Nii suur hulk süsinikku muudab raua rabedaks, seepärast pole ka malm sepistatav ega valtsitav, küll aga on kõlblik valuks. Vastavals kuppelahjudes sulatatud malm valatakse niisuguseisse vormidesse,

millist kuju valutükile soovitakse anda, ja jahtunult töödeldakse teda siis riistmasinail või käsitsi.

Harva kasutatakse ka valge malmi valu, eriti juhtudel, kui soovitakse valutükile kõva pealispinda, nagu mitmesugustele valtsidele jne. Veel kõvem pind saadakse valge malmi valu juures, kui valamist toimetatakse erilistes vormides, nn. kokillides, mis võimaldavad valutüki pealispinna eriti kiiret jahutamist.

Tabelis nr. 1 on toodud andmeid tehnilise malmi koostistest ja sobivustest (M. A. Sokolovi järgi).

Tabel nr. 1. Masinaehituses kasutatavate malmisortide koostis.

Valatavad esemed	Süsinikku %/o	Räni %/o	Mangaani %/o	Fosforit %/o	Väävliit %/o
Pehme masinavalu, nagu õmblus- ja tekstiilmasinad, põllutööriistad jne.	3,5—3,75	2,2—3,0	0,5—0,8	0,5—0,8	0,05—0,07
Kõva masinavalu, nagu auto-, vaguni- ja veduriosad, hoorattad jne.	3,0—4,0	1,5—2,2	0,7—1,0	0,5—1,0	0,06—0,08
Sitke masinavalu: auru- masinate silindrid, pumbakered jne.	2,8—3,5	1,0—1,6	0,6—1,2	0,2—0,5	0,06—0,07
Karastuv valu: valtsilindrid terase ja vase jaoks.	2,8—3,0	0,5—1,0	0,5—0,75	0,3	0,05
Kokillivalu: kuulveskid, veskivaltsid	3,0—3,6	0,5—1,0	0,4—1,4	0,1	0,05
Happekindel valu: torud, pumbad, kraanid	3,0—3,5	1,2—2,0	0,4—0,8	0,5	0,05
Tulekindel valu: restid, pliidiplaadid	3,5—4,0	1,0—2,0	0,5—0,8	0,5	0,07
Taidurivalu: kujud, büsitid, vaasid jne.	3,5—4,5	2,0—2,5	0,9	0,8—1,5	0,10

4. Tempervalu.

Et malm oma suure süsinikusisalduse tõttu on habras ega sobi alati kasutamiseks ja et süsiniku hulga vähendamisega tõuseb malmitse, taotavus ja sepiatavus, siis kasutatakse seda võimalust nn. tempervalu puhul.

Tempervalu teostatakse tavalisel malmivalamise viisil valgest malmist. Pärast valamist pakitakse valatis koos hapnikurikaste ainetega tulekindlasse kasti ja kuumutatakse mitme päeva jooksul. Kõrges temperatuuris pakkimismaterjalist vabanev hapnik seob malmis peituvat süsiniku, moodustub süsihappegaas, süsiniku hulk malmis aga väheneb. Väiksemad valatised kaotavad peaaegu kogu süsiniku, suuremad ainult pinnalt, säilitades malmist tuuma. Pärast eelkirjeldatud protsessi võib malmist valatud esemeid töödelda peaaegu nagu pehmest terasest valmistatud.

Eespool kirjeldatud menetlusel saadud tempervalu murdepind on valge; tuntakse aga ka lihtsamat tempervalu menetlust, kus murdepind on must ja mida seepärast nimetatakse ka *mustaks tempervaluks*. Viimase puhul valatis pakitakse liiva sisse ja koos sellega kuumutatakse umbes 900° C juures. Süsinik ei põle ära, nagu valge tempervalu puhul, vaid muutub malmiosakeste vahel nn. pehmeks tempersöeks. Viimane annabki murdepinnale musta värvi.

Tempervalu kasutatakse võtmete, põllutööriistade, jalgrattaosade, tööriistade jne. valmistamisel.

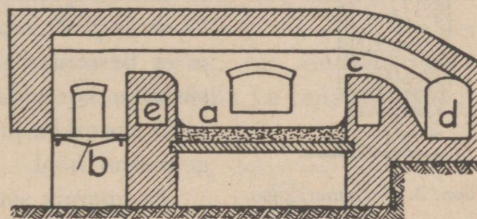
5. Teraste tootmine.

Nägime eespool, et malm oma liigse süsinikusisalduse tõttu ei evinud just palju eeldusi ja paremusi mitmekülgsuks kasutamiseks, sest süsinik muudab ta liiga rabedaks.

Järjekorras on kirjeldatud rida menetlusi, mis malmi omaduste parandamiseks ette võetakse. ⁴⁴ Puddelmenetlus. Vanemaid, nüüd juba vähetarvitatavaid on segamise menetlus, nimetatud ka puddelahju-protsessiks (to puddle — inglise keeles segama).

Joonisel 2 on kujutatud puddelahi, kus *a* tähendab kollet, *b* resti, millel kuumust tekitav kütteeaine põleb, *c* on kollet piiravad müüritised, *d* gaaside äravoolu lõõr ja *e* müüritise jahutamiseks ette nähtud lõõrid.

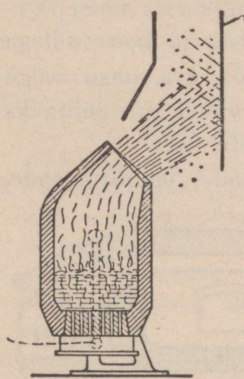
Koldesse *a* paigutatakse malmitükid ja kuumutatakse neid, põletades restil hästi pikka leeki andvat kivisütt seni, kui nad sulavad. Sulamassi segatakse vastavate aukude kaudu roopidega, et malm pare-



Joon. 2. Puddelahi.

mini õhuga kokku puutuks. Malmis peituv süsinik põleb koos õhuhapnikuga süsihappegaasiks ja kandub lõõre kaudu ära, kuna malm muutub kord-korralt süsinikuvaesemaks. Et süsinikuvaesem raud evib kõrgemat sulamistemperatuuri, ei piisa kuumusest enam segu vedelana hoidmiseks ja segu hakkab tarduma, muutudes püdelaks, taigna-sarnaseks. See muutus on tunnuseks, et protsess ahjus tuleb lõpetada. Edasi läheb mass vasardamisele või valtside alla. Sel viisil toodetud terast nimetatakse keevitusteraseks.

Bessemeri pirn, mis oma nimetuse on saanud leiutaja järgi, kujutab suurt kuni 10-m³ pirnisarnast mahutit, mida on võimalik telje ümber kallutada (joon. 3). Pirn täidetakse sula malmiga ja pirni põhjas asetsevaist aukudest pumbatakse sisse kõrge surve all õhku. Õhuhapniku mõjul sulab malmis peituv süsinik, mangaan ja siliitsium põlevad kiiresti välja; seejuures tekib nii palju soojust, et pirni sisu hoolimata süsinikusisalduse vähenemisest tingitud sulamistemperatuuri tõusust ikka vedelaks jääb.



Joon. 3. Bessemeri pirn.

Et teras peab sisaldama teatava hulga süsinikku ja et Bessemeri menetlus malmist peaaegu kõik süsiniku kõrvaldab, lisatakse protsessi lõppedes pirni süsinikku juurde, tavaliselt puusöe või peegelmalmi näol.

Et enamik soojust saadakse räni põlemisega, peab Bessemeri pirni paigutatav malm sisaldama üle 1% räni. Bessemeri pirni happeliste omadustega voodri tõttu malmis peituv fosfor ei põle ära, ja et fosfor teraseis pole soovitatav, ei tohi pirni asetatav malm sisaldada üle 0,1% fosforit.

Thomase pirn. Thomase menetlust toimetatakse välimuselt samases pirnis nagu Bessemeri menetluse puhul. Mõlemad pirnid on seestpoolt varustatud tulekindla mantliga; Thomase pirnil tehakse see lubjarikkaist aineist, mille tõttu on võimalik kasutada rohke fosforisisaldusega malmi, sest lubi seob fosforit. Ka lisatakse malmile hulka kustutamata lupja – tihti kuni 20% malmi kaalust.

Tavaliselt kasutatakse Thomase pirni voodriks dolomiiti, mis fosforhapendiga ühinedes sünnitab nn. toomasräbu. Räbu eraldatakse

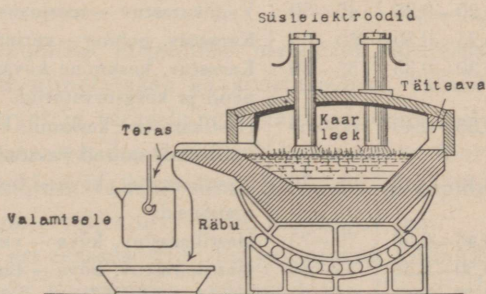
pirni tühjendamisel sulametallist, hiljem jahvatatakse ja saadetakse toomasjahu nime all kunstväetisena turule.

Et eelmise kahe ahju vooderduks võtab kogu aja tööprotsessist keemiliselt osa, tuleb teda umbes iga 50 ahjutäie järel uuendada.

Puddelmenetlusega võrreldes toimub terase valmistamine pirnides palju kiiremini. Sama hulk terast, mille valmistamiseks puddelahjus kulub nädal, saadakse pirnide abil $1/2$ tunniga.

Siemens-Martini ahi. Siemens-Martini (loe: siimens-martään) ahi evib kollet nagu varem kirjeldatud puddelahi, erineb aga temast kütteseadise poolest. Kütteks kasutatakse Siemens-Martini ahjus generaatorgaasi, mida valmistatakse kivisöest erilises gaasigeneraatoris, ja nii see gaas kui ka õhk kuumutatakse enne ahju juhtimist vastavalt eelsoojendajais. Gaasi ja õhu eelkuumutamiseks kasutatakse ära gaaside soojus sel viisil, et eelsoojendajaist (neid on arvult neli) juhitakse läbi vahelduvalt kord äragaase, kord vastavalt põlemisgaasi või õhku. Siemens-Martini ahjuga saavutatakse kuni 1650° temperatuuri, mistõttu võib selles sulatada ka kõrgeväärtuslikke terasesorte, näit. kroomi ja niklit sisaldavaid. Ahjud ehitatakse kuni 200-tonnise mahutusega. Teras valmistatakse protsess kestab 6–10 tundi. Ahju vooder võib olla kas happeline nagu Bessemeri pirnil, või aluseline nagu Thomase pirnil. Siemens-Martini ahjus on võimalik ka rauajätmeid ja vanarauda ümber töötada, samuti, nagu öeldud, valmistada ka vääristeraseid. Tuleb mainida, et eelkirjeldatud menetlusega valmib enamik maailma terasetoodangust.

Elekterahi. Kasvava tähtsuse terase, eriti mitmesuguste vääristeraste tootmises omandab viimaseil aegadel elekterahi. Teras suurel määral tootlusele enamkasutatav



Joon. 4. Elektter-kaartuliahi.

on kaartuliahi (joon. 4), kus madalapingelise, aga suuretugevuselise elektrivoolu abil tekitatakse elektrikaarleek suurte, inimesejämeduste süsielektroodide vahel või süsielektroodide ja sulatatava metalli vahel.

Sulatatav metall on paigutatud elektroodide all asetsevasse tiiglisse, mille mahutus on 10–30 tonni. Kaarleegi kõrge kuumus sulatabki metalli, mille järel lisandatakse vajalikud lisaained, eemaldatakse erimenetlustel kahjulikud lisandid jne. Kõrgema väärtusega teraseid sulatatakse väiksemis, nn. elektri-induktsioonahjudes. Neis ahjudes sulatatav metall kujutab endast transformaatori sekundaarmähist, milles tekib soojus nagu igas elektrit juhtivas juhtmeski.

Elektertiigleis või siis gaasiga köetavais tiigelahjudes kuumutatud tiigleis toodetud terast nimetatakse tiigelteraseks. Peale eriteraste valmistatakse tiigleis (viimased valmistatakse tavaliselt grafiidist) ka paremakvaliteedilist süsinikterast; tiiglis ümbersulatamisega on võimalik seda rääbust ja muudest ebasoovitavaist lisandeist täielikult puhastada. Sellisest tiigelterasest valmistatakse paremaid tööriistu, relvi, lahingumasinate soomust jne.

Tabel nr. 2. Valuteraste süsinikusisaldus, omadused ja kasutatavus.

Süsiniku protsent	Tõmbe- tugevus kg/mm ²	Omadus ja kasutatavus
0,06—0,10	35—40	Väga pehme, mittekarakstuv (seni rauaks nimetatud) — pehme traat, teraskard (raudplekk), naelad, needid, keevitatud torud.
0,10—0,20	40—45	Veidi- või mittekarakstuv: laevateras, talateras.
0,20—0,25	45—50	Veidikarakstuv — masinaosad, teljed.
0,25—0,30	50—55	Karakstuv, pehme — rattarehvid, rõõpad, torud, masinaosad.
0,30—0,35	55—60	Karakstuv, keskmine kõvadus — gaasipudelid, surve all olevad nõud ja kõrgsurvetorud.
0,35—0,40	60—65	Hästikarakstuv, keskmine kõvadus — lihtsamad tööriistad, põllu- tööriistad, suured vasarad.
0,40—0,45	65—70	Hästikarakstuv, kõva — head lehtvedrud, vikatid, külmeislid, matriitsid.
0,45—0,50	70—75	Hästikarakstuv, kõva — viilid, noad, meislid, kivipuurid.
0,50—0,55	75—80	Hästikarakstuv, kõva — tänavraudteerööpad, terasvaierid.
0,55—0,60	80—85	Hästikarakstuv, kõva — vedrud, mõningad sõidukite osad, templid.
0,60—0,70	85—90	Hästikarakstuv, eriti kõva — mõningad lõiketerad, kaalude prismad, viiliraikud, kuulveskite kuulid.

Valuteraste kasutatavus. Eespool esitatud menetlustega saadud teraseid (välja arvatud puddelahju-teras, mis kannab keevitus-

terase nimetust) nimetatakse üldise nimetusega valuterasteks. Tabelis nr. 2 on toodud „Hütte“ ja di Michieli järgi andmed valuteraste süsinikisisalduse ja kasutatavuse kohta.

Märkmeid.

- 1) Tabelis on toodud ainult süsinikterasid, s. t. sellised, mis peale süsiniku muid hüvitusaineid nagu niklit, kroomi jne. ei sisalda.
- 2) Tõmbetugevuse mõiste kohta vt. osas „Lihtsamaid materjalide teimimise viise“.

Tavaline valuteras evib murdekohal hõbedast kuni matthalli värvi. Valuterast võib külmalt ja kuumalt vormida, ta on hästi sepiatav, keevitav, joodetav ja töödeldav. Eelmisest tabelist selgus, et hea karastatavus algab umbes 0,3-prots. süsinikisisalduse juures. Terased väiksema süsinikuhulgaga on pehmed ja sitked ning omavad ka kõrgemat sulamistemperatuuri. Seda varem raua nimetusega tuntud materjali kasutatakse mitmesugustel lukksepatöödel.

Elektrimagnetite südamikud valmistatakse eriti pehmest terasest (nn. rootsi rauast).

Atmosfääri õhus niiskuse mõjul valuteras roostetab kiiresti ja hävineb, ilma et tal tekiks mingit kaitsekihti.

B. TERASTE LIIGITELU.

1. Üldiselt.

Kasutades lähteainena eespoolseis kirjeldusis mainitud valuterast ja keevitusterast, mida üldiselt nimetatakse ka tooterasteks, valmistatakse neist, arvestades otstarvet ja terasele seatavaid nõudeid, sadu sorte eriteraseid. Paremate terasesortide tootmisel kasutatakse toorainena ka kõrgeväärtuslikku malmi, valitud terasejäätmel ja mõnesuguseid lisaineid, nagu kroomi, volframit, niklit, koobaltit jne.

Et orienteerumine paljude eri terasesortide hulgas osutub küllaltki raskeks, püütakse neid liigitada suuremaise rühmadesse. Tavaliselt kõneldakse kahest suurest rühmast – riistaterasest ja ehitus- ehk konstruktsiooniterasest.

2. Riistateras.

Riistateraseid omakorda võib liigitada: a) süsinikterasteks, b) legeeritud terasteks ja c) kiirloiketerasteks.

Süsinikterast toodeti varem keevitusterasest sel teel, et mainitud terase õhukesti latte kuumutati päevade kaupa hõõguvate puusütega ümbritsetult ja haamerdati siis need latid kokku. Nii näiteks valmistati vanasti kuulsat *d a m a s k u s e t e r a s t*. Nüüd võetakse töötlusele valuterast, sulatades seda tavaliselt tiigleis, mida kuumutatakse Siemens-Martini ahjuga sarnlevas ahjus. Tiiglid koosnevad savi, šamoti ja grafiidi segust. Niisugune ümbersulatamine taotleb nii terase puhastamist ebasoovitavaist lisandeist kui ka süsinikusisalduse tõstmist soovitud määrani.

Erisuguste menetlustega saadud süsinikterased evivad ka erisugust kvaliteeti. Parimad on tiigelterased. Tabelist nr. 2 nägime, et ühes süsinikusisaldusega tõuseb terase tugevus, samuti aga ka terase haprus, mispärast peame sageli valima väiksema süsinikusisaldusega terast, kuigi kõrgemaprotsendiline meile tugevuse pärast rohkem sobiks.

Legeeritud teras. Süsinikterastest paremad on juba nn. legeeritud terased, mida saadakse, kui tiiglis või elekterahjus sulatatud toorterale lisatakse hulka kroomi, niklit, vanaadiumi, volframit jne. Nende lisandite tõttu saavad eriterased omadusi, mis lubavad neil õige raskeis tingimuses töötada. Nad ei kulu nii kiiresti kui süsinikterased, karastuvad ühtlaselt, ei muuda karastamisel nii palju oma mõõteid ega tõmbu kõveraks. Volframi lisandamine muudab terase väga peeneteraliseks ja sitkeks; temaga legeeritud terasest valmistatakse riistu ja terasid terase ümbertöötamiseks. Lisades veel juurde mangaani ja kroomi saadakse terast, mis praktiliselt peaaegu üldse oma mõõteid karastamisel ei muuda; seepärast valmistatakse sellisest ka täpsemaid mõõtkaliibreid.

Vähese hulga kroomi lisamine annab häid puutöö-terasid, töölusterasid – nuge, hõõvleid, puufreese jms.

Kroom koos volframiga annab kõva ja sitke terase, millega treitakse ja freesitakse malmi.

Kiirlõiketerased on, nagu nimetuski näitab, mõeldud kasutamiseks mitmesuguste lõiketeradena, kus neid koormatakse suurte lõikekiirustega. Teame, et suure lõikekiiruse puhul läheb teraots väga tuliseks, kusjuures tavalisest riistaterasest tera lõikevõime väheneb. Kiirlõiketeras aga on võimeline lõikamist teostama ka veel 600° temperatuuri juures, ilma et ta enda tugevust nimetusväärselt kaotaks.

Lisaaineiks on kiirlõiketerastel peamiselt volfram (tihti kuni 20%), koobalt, kroom, vanaadium ja molübdeen.

Kõvamedallid. Need mittese pistatavad metallid ei kuulu üldse teraste hulka, sest nad ei sisalda tihti sugugi rauda, kuid ülevaatlikkuse mõttes peatume lühidalt nende juures ka siin. Tihti moodsate riistmasinate puhul ei rahulda ka enam kiirlõiketerasest terad, peamiselt kõvade materjalide ümbertöötamisel, ja neil juhtudel kasutataksegi kõvametalle. Ka mäetööstuses kasutatakse neid puuriteradena kõvade kiviliikide puurimisel. Mainitud kõvametalle toodetakse stelliidi, titaniidi, miramendi ja viidia (tuntuim) nimetuste all. Kõvamedallide töötlemine on võimalik ainult lihvimise teel, kusjuures kõvemaile neist „ei hakka“ isegi tavalised smirgelseibid, vaid vajatakse kõvemaide, ränikarbiidist seibe. Tuntumais kõvamedallides on peasiseks volframkarbiid, mille mikrokoobilisi terakesi hoiab koos tavaliselt koobalt.

Nende kalli hinna ja töötlemise raskuse tõttu ei valmistata kunagi tervet tööriista kõvamedallist, vaid riist valmistatakse tavalisest terasest ja ainult lõiketerale joodetakse külge õhuke tükike kõvamedalli.

3. Ehitusteras (konstruktsiooniteras).

Ehitusteraste rühma kuuluvad terased, mis nikli, kroomi, volframi jne. lisandamisega on masinaehituse materjalidena sobivaks tehtud. Ka mitmed tala- ja profilterased, mis on puhtakujulised süsinikteras, kuuluvad ehitusteraste hulka.

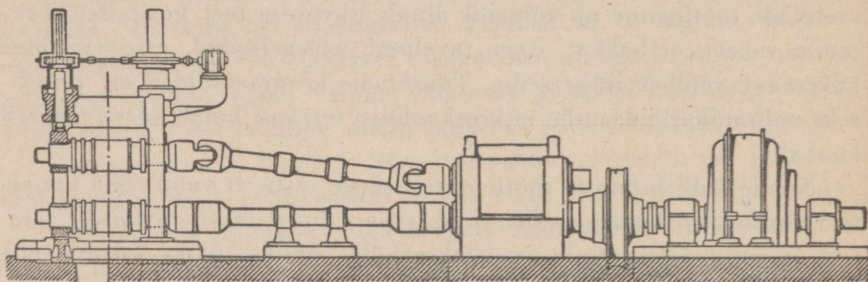
Lisandatud osistest olenevalt tuntakse nikkelterast, kroomnikkelterast, siliitsiumterast või antakse nimetus kasutamiseviisi järgi ja kõneldakse siis vedruterasest, laagrikuuli-, valtsiterasest jne. Kroom- ja kroomnikkelteras on väärtuslikumad materjalid mootorite mootorsõidukite ja relvade valmistamisel. Mangaanteras evib suurt elastsust ja leiab kasutamist spiraalvedrude, vaguni- ja autovedrude valmistamisel. Siin võiks mainida veel roostekindlaid teraseid¹, mida valmistatakse kroomi ja nikli lisanditega. Kasutatakse neid keemia-, õlle-, alkoholi- ja parkimistööstusis, laua- ja toidunõudeks, arsti- ja kirurgiaristadeks. Nende tugevus, sitkus ja happekindlus oleneb koostisest.

¹ Nimetatakse ka roostevabadeks terasteks.

4. Turustatav teras.

Mitmesuguseist sulatusahjudest saadud teras läheb väga harva otse tarvitaja kätte. Tavaliselt enne seda antakse talle otstarbekas kuju ja toodetakse seda kas lattidena, traadina, karrana või muus vajalikes vormes.

Sulatusahjust väljuv sulateras juhitakse erilistesse vormidesse, kus ta tardub õigenurkseiks plokkideks. Teraseplokkide töötlemisele asudes kuumutatakse need kinnistes ahjudes ühtlaselt läbi ja terasesordist ning suuruselt olenevalt juhitakse siis kas külmalt või kuni hõõguvkuumalt läbi valtsimismasinat. Valtsimisseadist kujutab joon. 5.



Joon. 5. Valtsimisseadis.

Teraseplokk juhitakse kahe valtsi vahelt läbi, kusjuures ta paksus väheneb, pikkus aga suureneb. Eelmist protsessi korrates, tarvitud korral terast vahepeal kuumutades, saadakse lõppeks soovitud paksus.

5. Profiilteras.

Valides mitmekujulisi valtse, avaneb võimalus anda valtsitavale materjalile erikujuline põiklõige, nn. profiil, millest tuleneb selle terasliigi nimetus. Muidugi ei saavutata mõnda erikuju ühe valtsimisega, vaid sageli vajab teraslatt, et ta omandaks sobiva profiili, kuni paar-kümmend valtsimist.

Juuresoleval joonisel nr. 6 on toodud rida tarvitavatavaid profiile.

Vitsterase (vitsraua) nimetust kannab täisnurkse põiklõikega valtsimise saadus, mida toodetakse 7–500 mm laiuses ja 0,6–8 mm paksuses ja turustatakse rullides või sirgeis ribades.

Ka lapikteras (lattraud, ka lameraud) evib täisnurkset kuju ja tuleb tavaliselt müügile 8–150 mm laiuses ja 3–110 mm pak-

suses. Pikkus, olenedes laiuse ja paksuse mõõteist, kõigub 3–12 m piires.

Fassongterase käibivamad kujud on toodud joonisel 6 alates numbrist 2. Lõikepinna kujust olenedes kannavad nad nimetust ümmarteras, poolümmarteras, ruutteras, kolmkanterras, kuuskanterras jne.

Nurkterased ja järgnevalt kirjeldatud muusugused profiilterased kuuluvad ka fassongteraste liiki. Joonisel 6 number 3-ga tähistatult leiame võrdkülgse, edasi erikülgse nurkterase.

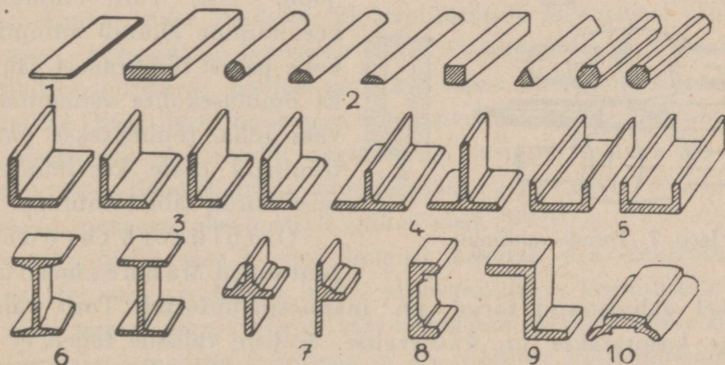
T-terast (joon. 6/4) jaotame lamedaks ja kõrgeks. Esimesel juhul laius ja kõrgus on võrdsed, kõrge T-terase kõrgus on aga kaks korda laiusest suurem.

U-teras on toodud joonisel 6/5.

I-terast (kaksis-T-terast) (joonis 6/6) nimetatakse ka talateraseks (-rauaks) ja kandeteraseks.

Joonisel 6 on alanumbridustega 7, 8, 9, 10 näiteid eriliste profiilidega teraseist.

Tähtsamate profiilteraste kohta on toodud lähemaid andmeid käesoleva käsiraamatu lõppu paigutatud tabelis.



Joon. 6. Mitmesuguseid profiilteraseid.

6. Kard.

Karda (varem ka saksa keele mõjul plekiks nimetatud) nimetatakse pakskarraks ehk jämekarraks, kui karra paksus on suurem kui 3 mm, ja õhukeseks karraks ehk peenkarraks,

kui paksus on alla 3 mm. Jämekard, kasutamisetstarbest olenedes, kannab veel nimetusi katlakard, laevakard, ehituskard jne. Peenkar-dade hulgast tunneme mustkarda, valgekarda (tinutatud), katusekarda ja muid.¹

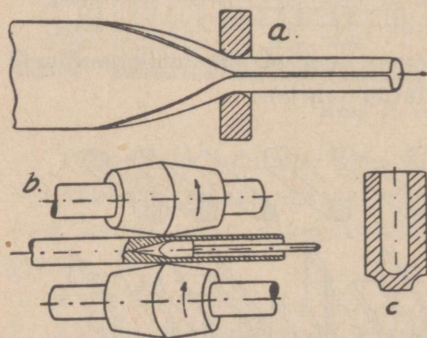
Peale mainitute esineb kardasid edasitöödeldud kujul, nagu lain-jaskard (lainekujulise põiklõikega), rihvelkard (laevapõrandad), mulgus-tatud kard jne.

7. Traat.

Terastraati läbimõõduga üle 5 mm valtsitakse nagu muidki pro-filteraseid, väiksemate läbimõõtudega terastraadid aga tõmmatakse läbi kaliibrite, mis omavad soovitavat läbimõõtu. Terastraati toodetakse 0,1 – 10 mm jämeduses.

8. Torud.

Valmistuse menetlusist sõltuvalt tuntakse õmbluseeta ja keevitatud torusid. Keevitatud torud valmistatakse sobivamõõtelisest lapikterasest, milleks lapikteras hõõguvas olekus tõmmatakse läbi vastava ava, nn. „tõmbraua“, kusjuures ta vormub torukujuliseks (joon. 7 – a). Toru õmblusekoha keevitamine sünnib automaatselt kohe pärast tõmbrauaast väljumist. Et õmblusekohta vähemärgata-vaks teha, tõmmatakse paremad toruliigid peale keevitamist veel teist korda läbi tõmbraua.



Joon. 7. Torude valtsimine.

Õmbluseeta torudest on tuntuimad Mannesmanni me-netlusel valmistatud torud, nn. mannesmantorud. Toru valmista-miseks kasutatakse nn. kiivasvaltse. Selliste valtside teljed ei asetse rööbiti, vaid moodustavad väikese nurga (tähistus b joon. 7). Valtside kuju on kaksikkoonus. Toru valmistamiseks juhatakse ahjus kuumaks aetud ümmargune massiivne terassilinder ülalkirjeldatud valtside vahele, kusjuures valtside tiirlemisel terassilinder surutakse edasi, pannakse aga ka oma telje ümber pöörlema. Terassilindri vastu, otse valtside vahele, ulatub pikavarreline torn, mille ümber moodustubki õõnes

terassilinder. Lõplikud mõõted ja töötlemise puhtus saavutatakse valtsimisega nn. pilgrimsammulistel valtsidel.

Erhardti menetlusel hõõguvale teraseplokile surutakse sisse õõs (joon. 7 – c) ja seejärel tõmbamisega läbi kaliibrite ja valtsimisega ümber sobiva torni moodustatakse toru.

C. MUID METALLE.

1. Vask.

Vask on punakat värvi, hästi taotav ja venitav pehme metall. Evib head elektri juhtimise võimet, millise omaduse poolest teda ületab ainult hõbe. Tihti leidub looduses vaske sidumatult, rohkem aga vasemaakidena, keemilises seoses raua ja väävliga. Vase saamiseks kasutatakse peamiselt kahte menetlust – kuiva ja märga. Kuiva menetluse puhul põletatakse leekahjudes vasemaake koos kvartsi ja sütega, kusjuures maagis leiduv vask muutub vaskhapendiks, mida söega kuumutades taandatakse metalseks vaseks. Märjal menetlusel kasutatakse väävelhappelahust, kusjuures saadakse vasesulfat, mille lahusest lõppeks sadestatakse vask keemiliselt raua abil või elektrolyüsi teel.

Puhtaimat vaske saadakse elektrolüütilisel menetlusel. Toorvask asetatakse vasesulfaadi-lahusesse ühe elektrodina ja ühendatakse elektriallika positiivse poolusega, kuna teine elektrod ühendatakse vooluallika negatiivse poolusega. Elektrivoolu mõjul kandub puhas vask positiivselt elektrodilt negatiivsele, kust see teatava aja tagant kõrvaldatakse. Saadus, mida nimetatakse elektrolüütiliseks vaseks, on peaaegu absoluutselt puhas vask (99,9%).

Peaaegu 50% vase kogutoodangust kasutab ära elektrotehnika-tööstus. Hea soojusejuhtivus, sitkus ja vastupidavus keemilistele mõju-tele teeb temast terase kõrval tarvitatavaima metalli. Vaske turustatakse karrana, traadina, torudena ja eri profiiles, kuid tähtsaim koht on tal sulameis – seoses muude metallidega messingi, pronksi ja tombaki nimetuse all.

Vaske on nii külmalt kui ka kuumalt hea ümber töötada. Valtsimise, tõmbamise või tagumise tõttu kõvenenud vask muutub jällegi pehmeks, kui teda kuumutada 400 – 600 kraadini ja siis jahutada. Vase

juures saab hea eduga sooritada pehmet ja kõva jootmist ning keevitamist. Puhas vask sulab 1082° juures.

2. Alumiinium.

Alumiinium on vaevalt 100 aastat tuntud, kuid on viimaseil aegadel oma toodangu koguhulga poolest ületanud nii mõnegi ammutuntud metalli ja haarab päev-päevalt uusi alasid, tõrjudes kõrvale vaske, aga ka terast. Alumiiniumi toodetakse vastavaist maakidest (nagu boksiit ja krüoliit) elektrokeemilisel teel.

Alumiinium omab läikivvalget värvust ja keskmist kõvadust. Õhus ja vees ta on püsiv: ta kattub õhukese tiheda hapendikihiga, mis kaitseb metalli edasise hapendumise eest. Alumiiniumi on hea se pistada, valtsida ja valada; ka keevitamine ning jootmine ei tee raskusi, kui kasutada eriabinõusid ühenduskoha oksüüdist vabastamiseks, kuid freesimiseks, puurimiseks ja treimiseks vajab ta erikujulisi terasid. Eriline tähtsus on alumiiniumisulameil lennuasjanduses ja ka mootorsõidukite ehituses, sest alumiinium on ligi 3 korda terasest kergem. Elektrotehnikas alumiinium asendab vaskjuhtmeid, vähendades juhtmete omakaalu.

Sulamites koos teiste metallidega annab alumiinium hulga kerge-metalle, milledest tuntum on duuralumiinium.

3. Plii.

Plii, endine nimetus seatina, on raske (erikaal 11,3), väga pehme, painduv, aga kesise tugevusega metall. Antimoni lisand teeb ta tugevamaks, saadust nimetatakse kõvaplüiks. Pliil on sinakasvalkjas läige. Õhuga kokkupuutumisel muutub ta kiiresti tuhmhalliks. Looduses leidub pliid enamasti seoses väävliga pliiläigise nimetuse all.

Plii saamiseks põletatakse pliiläigist õhu juurdevooluga leekahjus, kuna hiljem jätkatakse kuumutamist õhuta, kusjuures eraldub metalliline plii.

Pliid kasutatakse eriti palju torustikumaterjalina ja hea happekindluse tõttu ka keemiatööstustes väävel- ja soolhappe säiliteis ja torustikes. Elektrotehnika vajab pliid tina-akumulaatoritele ja ta hea sitkuse tõttu niiskuskindlate kaablite mantleiks. Mitmeis sulameis, nagu laagri-, jootmis- ja trükimetallis esineb plii tähtsaima tegurina ning sulameis koos vasega tõstab viimase töötlemise mugavust riistmasinail. Maalritööstuses on pliühendid tuntud tõhusate ilmastiku- ja niiskuskindlate värvainetena.

4. Tina.

Kõneldes tinast mõtleme inglüstina, kuna endine seatina kannab nimetust „plii“. Looduses esineb tina nn. tinakivina, kus tina on keemilises ühenduses hapnikuga. Kõrgahju-sarnaseis ahjudes seotakse hapnik süsinikuga, nii et vabaneb tina.

Tina on valkjast, läikiv, pliist veidi kõvem kristalse koostisega metall. Murdumisel kuulduv ragina-sarnast heli. Madalas temperatuuris tina võib laguneda halliks pulbriks, mis on veidi kergem metalsest tinast. Nähtus kannab tinakatk^u nimetust. Selline pulber muutub sulatamisel uuesti tinaks.

Tina (inglüstina) kasutatakse torudena ja säiliteina õlletööstuses ja paberõhukesteks lehekesteks (nn. stannioliiks) valtsitult toidu- ja maitseainete ning tubakasaaduste pakkimiseks. Sulameis ta esineb koos pliiga pehmejoodisena ja laagrimetallides. Varemil aegadel, kui esines palju vasktoidunõusid, tinutati nad seestpoolt tinaga, sest vask on mürgine. Palju tarvitatakse tina teraskarra katmiseks, et viimase korrosiooni-kindlust ja nägusust tõsta (valgekard).

5. Tsink.

Looduses esineb tsink tsingipaona seoses süsihappegaasiga, ja tsinkläägisena seoses väävliga. Tsink on raske, kristalne, tavalises temperatuuris õige habras sinakasvalkjast metall. 100–150° soojuse juures muutub valtsitavaks ja taotavaks.

Tsingi saamiseks muudetakse tsingimaagid õhu käes kuumutades tsinkhapendeiks. Kuumutades tsinkhapendi ja süte segu kinnises retordis, taandub tsinkhapend tsingiks. Kõrge temperatuuri mõjul aurus-
tunud tsink vastavas jahutis vedeldub ja hangub.

Tsinki kasutatakse teraskardade ja -traatide katmiseks, et neid ilmastikukindlaks muuta, sest kuivas õhus tsink keemiliselt peaaegu üldse ei muutu, niiskes õhus tõmbab endale peale aga õhukese kihi tsinkkarbonaati, mis takistab edasist hapendumist. Sulamis nimega messing (valgevask) esineb ta tähtsama tegurina. Tähtsam tsingi tarvitamise koht on elektrielemendi-tööstuses, kus elementide negatiivsed elektroodid koosnevad keemiliselt peaaegu puhtast tsingist. Tsink laseb end kergesti joota. Paljukasutatav jootmisvedelik (tuntud ka „saltseri“ nime-tuse all) pole muud kui tsingilahus soolhappes, nn. kloortsink, kuna kloortsink lahustab metallide hapendeid. Maalritööstus kasutab tsink-

valget (tsinkhapendit) valge värvina, mis on ilmastikukindel ega ühine väävelvesinikuga.

6. Nikkel.

Nikkel on teraskõva vähese kollase varjundiga hõbevalge metall. Nikkel ei ühine kergesti teiste elementidega, seepärast teda kasutatakse palju keemiatööstuses, toidunõude, arstiriistade, masinaosade ja muude paljutarvitatavate esemete katmiseks, et anda neile vastupidavust ja head välimust. Kasutatavamaid menetlusi on nikeldamine galvaanilisel teel. Vääristerastes ja hõbeda aseaineis esineb nikkel tugevuse tõstjana; tuntuimad neist on nikkelteras ja uushõbe.

7. Kroom.

Kroom on hõbedaläikeline, sinaka varjundiga, habras, aga väga kõva metall. Segus rauaga annab kõvemaid teraseid. Sulamis koos nikliga kasutatakse kroomi elektrilistes küttekehades kuumustraadina, sest ta evib suurt eritakistust ja talub kõrget temperatuuri. Viimastel aegadel tõrjub kroom galvaanilisel metallitamisel nikli üha rohkem kõrvale, sest ta omab veel suuremat keemilist ja ilmastikukindlust kui viimane.

8. Kadmium.

Värvuselt sarnaneb kadmium tsingiga, on aga sellest raskem ja tunduvalt pehmem. Kaasajal on asunud kadmiumiga teraskardade katmisele, millega saadakse suurem roostekindlus kui tsingiga.

9. Volfram.

Volfram evib terashalli värvust ja on kõvemaid metalle. Sulab alles 3380° juures, seepärast on sulatatav ainult elekterahjudes. Esineb paljudes moodsamais vääristerastes, nagu relva-, soomus- ja kiirlõiketerastes. Kasutatakse elektri-hõõglampide ja raadiolampide kütteniitideks.

10. Hõbe.

Metallide hulgas hõbe evib parimat elektrijuhtivust. Niiskus ja õhk ei mõjuta teda peaaegu üldse. Kasutatakse teda ehteasjade ja rahade valmistamiseks. Kõrgeväärtuslikud ja tugevad jooted tehakse joodisega, mis sisaldab hõbedat.

D. SULAMEID.

Sulatades kokku kahte või rohkem metalli saadakse segumetall, mida nimetatakse sulamiks ja mis evib hoopis erisuguseid omadusi (nagu

värvust, kõvadust, sitkust, alanenud sulamistemperatuuri, vähenenud soojus- ja elektrijuhtivust jne.), kui varem oli ühelgi sulatataval metallil. Valides sobivaid metalle ja sobivaid hulki, võib kokkusulatamise produktina saada väga heade ja kasutatavate omadustega metalle. Allpool on toodud mõningate tarvitavamate sulamite kirjeldusi ja andmeid kasutamise viiside kohta.

1. Kergesulamid.

Neis etendab peaosaks alumiinium, mille puhul on püütud kasutada alumiiniumi kergust, kuna ta pehmust ja vähest keemilist vastupidavust on püütud vältida teiste metallide lisandamisega.

Duuralumiinium (kõvaalumiinium) sisaldab alumiiniumi kõrval vaske, mangaani ja magneesiumi. Sulamit kasutatakse palju õhulaeva- ja lennukiehituses.

Ameerika kergesulam sisaldab alumiiniumi, tsinki ja vaske. Kasutatakse mootorsõidukite osade valuks (karburaatorid, magneetode osad, karterid jms.).

Skleroon on isekarastuv sulam alumiiniumist, tsingist, vasest, mangaanist ja liitiumist.

Elektron. Et magneesium on veel kergem kui alumiinium (magneesiumi erikaal 1,74, alumiiniumil 2,7), siis on saadud magneesiumi algainena kasutades sulam, mis pole kahte kordagi veest raskem, evib aga paljude metallide häid omadusi. Elektron-metall, erikaaluga 1,8, sisaldab peale magneesiumi veel 3–6% alumiiniumi, 1–3% tsinki ja 0,2–0,5% mangaani. Sellest valmistatakse lennukimootorite silindreid ja kolbe ning muid valuesemeid, kus kergus on peanõudeks. Elektroni turustatakse ka karrana, lattidena ja muus profiiles. Sobib hästi ka puurimiseks, treimiseks ja freesimiseks, kusjuures ei vaja kunstlikku jahutust. Ainuke suurem puudus on tema senine kõrge hind.

2. Raskesulamid.

Messing ehk valgevask on sulam vasest ja tsingist. Suure vasesisaldusega messingit (üle 70% vaske) nimetatakse *tombakiks* ja ta evib puna-rohekas-kuldset värvust. Messingi sulamistemperatuur kõigub 900° ümber – oleneb koostisest. Olenevalt kasutuse otstarbest toodetakse messingit väga paljudes sortides. Tabelis nr. 3 on toodud saksa DIN-lehe nr. 1709 andmeil messingisortide loetelu ja kasutatavus.

Tabel nr. 3. Messingiliikide koostis ja kasutatavus.

Nimetus	Sisaldus 0/0 0/0			Turustatav kuju ja kasutamise otstarve
	vask	tsink	plii	
Valumessing . . .	63 – 67	30 – 34	3	Laevapropellerid, väiksemad laagrid, laevaosad, väärtuslikumate masinate korpused
Kõvamessing . . .	58	40	2	Profiilmessing, kard, lukuosad, treitud kruvid
Tavaline messing	60	40	–	Latid, traat, kard, torud
Messing truckimistöödeks . . .	63	37	–	Igasugusteks truckimis- ja valtsimistöödeks
Pooltombak . . .	67	33	–	Kard, puhkpillikard, traat, puukruvid, vedrud, padrunikestad
Turbiinitombak	72	28	–	Karrad ja turbiinilabidad
Tombak	80 – 90	10 – 20	–	Peen- ja ilu-lukksepatööd

Erimesingid. Tihti ese peab taluma suuremaid pingeid, kui tavaline messing suudab taluda; neiks puhkudeks on kujundatud erimesingid, mis peale vase ja tsingi sisaldavad veel rauda, niklit, mangaani, alumiiniumi ja tina. Raud ja mangaan tõstavad tugevust, ülejäänud ained muudavad sulami homogeensemaks (aitavad rauaosakesi paremini vase ja tsingiga niduda) ja tõstavad vastupidavust kuumusele. Tähtsam kasutamiskoht on sisepelemootorite osad, mis töötavad suurte muutuvate pingete all. Erimesingeid toodetakse nimetuste all nagu: duraanametall, selva, finowmetall, vestfaaliametall ja deltametall (neist tuntuimad on kaks viimast).

Uushõbe. Sulam koosneb vasest, tsingist, niklist ja vähemal määral veel pliiist, rauast, tinast, koobaltist, alumiiniumist ja teistest metallidest. Nikkel, mille hulk võib sulamis tõusta 25% -ni, annab sitkust, säilivust ja kõvadust ning teeb sulami värvuse õige sarnaseks hõbedale. Alpaka, argentaan ja poola hõbe on tuntumad uushõbeda sordid.

Vaseniklisulamid. Siin nimetatud rühma kuuluvad eriti elektrotehnikas kasutatavad metallid, nagu nikelliin ja konstantaan, sest nad, evides suurt eritakistut, on kasutatavad elektrotehnikas takistustraadidena. Veel võiks siin mainida monelmetalli, mis peale vase ja nikli sisaldab kuni 5% rauda, mangaani, siliitsiumi ja süsinikku ning mida kasutatakse auruturbiinide labidate valmistamiseks.

Punavalu koosneb kuni 98% vasest, peale selle veel väiksemasisisis tinast, tsingist ja vahel ka pliiist. Kasutatav laagripüksideks ja laagri-liudadeks, toruäärikuteks (flanšideks) ja väiksemaiks masinaosadeks.

Pronksi peaosise moodustavad vask ja tina (inglistina). Enne inimsoo raua-ajastut kasutas kogu tolleaegne kultuurne maailm pronksi kõigi oma kõvemate tarbeesemete valmistamiseks, kuna ta, lähenedes kõvaduselt mõnelegi terasesordile, vajab sulamiseks hulga madalamat temperatuuri. Et hapnik talle võrlemisi vähe mõju avaldab, kasutatakse teda pumpade ventiilideks, vee- ja gaasimootjate korpusteks ja muis selliseis kohtades. Laagriiudadeks, mis suuri surveid peavad taluma, sobib ta hästi, sest ta on väga kulumiskindel. Kõvaduse ja hea elektrijuhtivuse tõttu on pronks sobiv materjal elektrijuhtmeteks (lisandiks siis veel siliitsium). Tsingilisand muudab pronksi odavamaks ja laastuvõtivate masinatega (frees-, treipingid ja puurma- sinad) töödeldavamaks.

Tabel nr. 4 toob M. A. Sokolovi ja M. L. di Michieli järgi tähtsamate pronksisortide loetelu.

Tabel nr. 4. Tähtsamad pronksisordid.

Tarvitatavus	Vaske 0/0	Tina 0/0	Tsinki 0/0	Pliid 0/0
Rahapronks	95	4	1	—
Kahuripronks	90	10	—	—
Ventiilipronks (kraanid, pumbakorpused jne.)	88	10	2	—
Taidurivalu	86	7	4	3
Mereveekindel pronks (mariinpronks)	86	10	4	—
Hammasrattapronks	88,8 – 87,8	8,5 – 10,5	2,7 – 1,7	—
Vedrupronks	87,5	5,5	7	—
Laagripronks	82	10	8	—
Kellavalu	80	20	—	—
Vedurilaagripronks	75	9	8,5	7,5

Fosforisisaldus 0,3 – 0,5% tõstab veelgi pronksi kõvadust ja suurel määral ka ta vedrutavust ja happekindlust.

Valgem metall ehk babiit on sulam, millega vooderdatakse seestpoolt vastutusrikkamail kohtadel kasutatavaid laagreid – laagriiudu. Ta peamisteks koostiseelementideks on tina (50 – 80%) ja antimon (10 – 15%), milledele mõnedes sortides veel lisandub veidi vaske või pliid. Võrd-

lemisi kõvad antimoni imepisikesed osakesed, asetsedes pehmes tina põhimassis, moodustavad määrdeõliga kaetuna kiiresti tiirlevale võlile ideaalse toe. Mida parem (ja kallim) babiit, seda rohkem sisaldab ta tina, kuna odavamaille lisatakse tina aseaineks pliid.

Saksa DIN-normid lubavad valgemetallidele järgnevaid koostisi (sisaldus %/0-des):

tina	antimon	vask	plii
80	10	10	—
80	12	6	2
70	13	5	12
50	14	3	33

P.-Ameerika autotehased kasutavad autode väntvõlli- ja kepsulaagrites järgnevaid valgemetalli sorte:

tina	antimon	vask	plii
84	10	5	1
84	8,5	7	0,5
86	7	7	—

Üldiselt võiks valgemetalli valikul lähtuda järgmisest eeskirjast: Mida kiiremini tiirleb laagerdatav võll, seda rohkem sisaldagu metall tina; mida suuremat survet peab laager taluma, seda rohkem olgu sulamis vaske.

Valgemetall on pehme ja seepärast hõlpsasti töödeldav. Ta sulamispunkt on madal, mispärast õlitamisrikete puhul valgemetall sulab välja, enne kui ülemäärane temperatuuri tõus saaks rikkuda võlli kaela, mida oleks palju raskem asendada kui lihtsalt valatavat laagriüla.

E. LIHTSAMAIK MATERJALIDE TEIMIMISE¹ VIISE.

Hea töö vajab head materjali ja tihti on nii, et materjal, mis üheks otstarbeks on eriti sobiv, pole teise töö juures üldse tarvitatav — tähendab: hea töötajaja peab teadma, kas materjal on antud ots-

¹ Teimima — proovima, tehniliselt katsuma.

tarbeks kõlblik ja kas materjal, mida teatava nimetuse all turustatakse, evib ka neid omadusi, mida reklaamitakse.

Teadupärast on nii, et kui mingile kõvast materjalist kehale, olgu ta siis valmistatud metallist, puust või mõnest muust aimest, mingi tungiga (jõuga) mõjutakse, s. t. kas materjali surutakse, tõmmatakse, painutatakse, siis tingimata materjali kuju muutub, n. ö. deformeerub. Mõjuva tungi ärajäämisel võtab materjal oma esialgse kuju tagasi; suureneb aga tung teatavast piirist rohkem, ilmub juba' jääv deformatsioon või – veel suurema koormamise puhul – puruneb koormatav materjal.

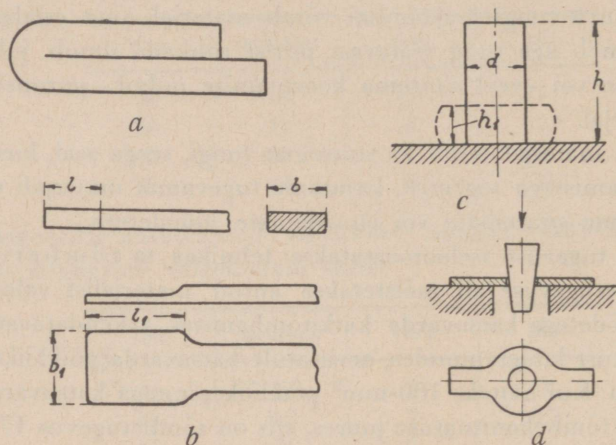
Tugevam materjal talub ka suuremat tungi, seega seal, kus suuremate koormamistega tegemist, kasutame tugevamat materjali või valmistame eseme suuremate või jämedamate mõõdetega.

Materjali tugevust iseloomustatakse tehnikas ta tõmbetugevusega. Tõmbetugevuse all mõistetakse antud materjalist valmistatud kindlate mõõdetega katsuvarda katkitõmbamisel rakendatavat suurimat koormatust kilogrammides, arvatult katsuvarda põiklõike pinna 1 mm^2 kohta. Kui näiteks 100-mm^2 põiklõikepinnaga katsuvarras katkeb 1700-kg tõmbekoormatuse juures, siis on tõmbetugevus $1700:100 = 17 \text{ kg/mm}^2$.

Kõneleme ka töödeldava materjali venivusest. Teame, et üks materjalidest on hästi veniv (näiteks kummi), mis juba väikese tungi mõjul oma kuju suuresti muudab, kuid tungi kadudes endise kuju jälle saavutab, teine materjal aga vähe või praktiliselt üldse ei veni. Viimaste puhul kõneleme haprast materjalist. Metallide venivust iseloomustab nende pikenevus, milleks nimetatakse tõmbetugevuse katsul katki rebitud katsuvarda pikenemist väljendatult algpikkuse $\%$ -des.

Materjali kõvaduseks nimetame vastupanu, mida ta avaldab temasse tungida püüdvale kehale. Metallide kõvadus antakse kas nn. Brinelli kõvadusarvuga (pehmemate metallide puhul) või nn. Rockwelli kõvadusarvuga (kõvemate – näit. karastatud teraste puhul). Need kõvadusarvud saadakse materjalide proovimisega vastavail eriaparaatidel, surudes katsetatava materjali sisse kas kõva teraskuulikest (Brinelli menetlus) või teemantotsmikku (Rockwelli menetlus). Mõningail materjalidel, eriti terastel, on kõvadus kindlas seoses tõmbetugevusega.

Suurkätised omavad vastavaid masinaid, et proovida materjale ja veenduda nende sobivuses ja mittesobivuses. Tavaline lukksepp aga, et mitte sattuda kokku ebameeldivustega, mida halb materjal võib tuua, teostab lihtsamalt nn. tehnoloogilisi teimimisi, mis seisnevad selles, et materjal seatakse umbes sellisesse olukorda, nagu ta töötlemisel peaks „üle elama“.

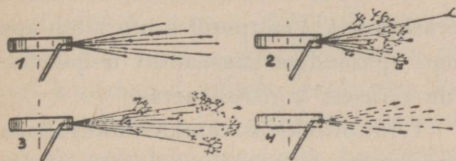


Joon. 8. Tehnoloogilised katsed.

Joonis 8 kujutab tavalisemaid tehnoloogilisi teime, kus *a* näitab kuumalt kahekorra painutatud sepiateraselatti, millel hea sepiatava materjali puhul ei tohi tekkida pragusid; *b* näitab venitamisteima, kus ümmaraotsalise vasaraga taotakse kuuma latt-terast. Varajasem või hilisem lõhede tekkimine näitab terase headust. Taukimisteim *c* teostatakse kuuma raudsilindriga, mille kõrgus on kaks korda suurem läbimõödust ($h = 2d$). Kui taukimine kõrguseni h_1 , mis moodustab algkõrgusest $1/3$, ei anna pragusid, on materjal hea ja neetimiseks kõlblik. *d* kujutab mulgustamisteima. Katsutüki laiuse ja paksuse suhe võetakse 5:1 a torni koonilisus 1:10.

Ka kõlateimaga võib vilunud kõrv eraldada üksikuid materjali sorte. Sellise teima sooritamiseks riputatakse katsutükk traadi otsa ja lüüakse talle kerge haamriga külge. Terasvalu evib loomulikku heledat metallikõla, riistateras puhast, kauakestvat, tempervalu ja malm tumedat lühikest kõla

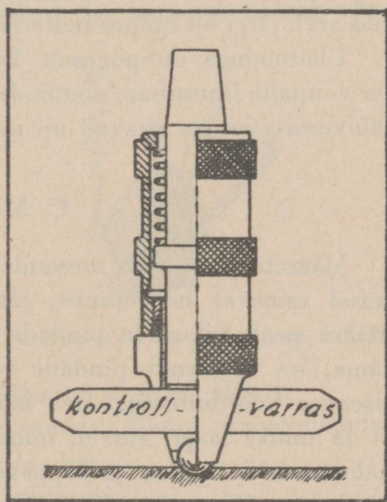
Eriteraste nagu riista-, kiirlõike- ja muude selliste terasesortide kindlaksmääramiseks on sobiv sädendusteim, mille paremuseks on eriti teimitava materjali vähene kaotsimine. Sädendusteimaks surume katsetatava terasetüki vastu kiiresti tiirlevat smirgelketast ja jälgime tekkivaid sädemeid, nende kuju ja värvi. Et mainitud teim nõuab



Joon. 9. Sädendusteim.

vilumust ja joonisel 9 toodud sädemepildid ei suuda loomulikult anda asjast täelikku kujutlust, siis oleks soovitava töokojas, kus tihti mitmesuguste terasesortidega tegemist, tükikesi mitmest terasest, millede sort kindlasti teada, ja kuni vilumuse saavutamiseni võrrelda teimitava katsutüki sädelust tuntud terase sädelusega. Joonisel 9/1 kujutatud sädendust annab süsinikuvaene teras. Sädendus on sirgete valguskiirte sarnane, otsad nuiasarnaste paksenemistega. Säde värvus on helekollane. Joonis 9/2 – kõva riistateras. Elavad sädemete vihud, mis koosnevad väga paljudest helekollastest tähekestest, mis jagunevad ja alljagunevad. Joonis 9/3 – keskmise kõvadusega riistateras. Arvurikkad, pikalt väljajooksvad kiirterikkad tähekesed ja peaaegu mitte ühtegi nuia-taolist sädet. Värvus helekollane. Joonis 9/4 – kiirlõiketeras volframi- ja kroomilisandusega. Mitmekordseks lõhutud, katkelisi jooni moodustavad sädemeteed, nuiasarnaste ja otsast lõhkevate sädemetega. Värvus tumepunane kuni pruunikaspunane.

Viilmete¹ kuju ja värvuse järgi rauasordi üle otsustamiseks võiks lähtuda järgnevast, kusjuures viilmed tekitatakse jämeda šruppviliga:

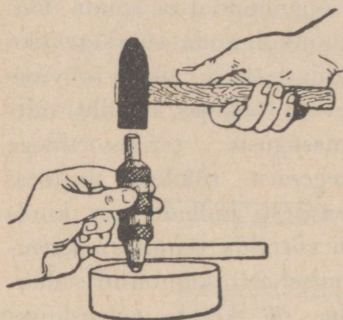


Joon. 10. Väike Brinelli aparaat.

¹ Puuripuru – puurmed, viilipuru – viilmed.

malmi viilmed on mustjashallid, teralised ja läiketa. Tavalise terase viilmed on helehallid, läikivad ja veidi keerus. Riistaterase laastud on värvuselt nagu tavalisel terasel, ainult veidi rohkem kõverdunud.

Mõned aastad tagasi tõi üks suurimaid terasetehaseid turule väike-mehe-teimimismasina (nn. „väike Brinelli aparaat“, joon. 10). Aparaadil on käepärane kuju ja on varustatud alumises otsas klaaskõva



Joon. 11. Käsibrinelli teim.

teraskuuliga. Pealtpoolt kuuli läbib aparaati aparaadiga kaasaantav neljakandiline terasest kontrollvarras.

Teimimiseks asetatakse kontrollaparaat vertikaalselt teimitava materjali pinnale, mis olgu lihviiliga enne hästi tasa-seks viilitud, ja haamriga lüüakse kaunis tugev hoop (joon. 11). Tekib kuuli jäljend teimitava materjali pinnale ja ka kontrollvarvale. Aparaaadi juurde kuuluva luubiga mõõdetakse kuulijäljendite läbimõõdud 0,1-mm täpsusega ja vasta-

vast kaasaantavast tabelist leitakse nn. Brinelli kõvadus arv. Mainitud arvu järgi on hõlpus materjale liigitada ja võrrelda kõvaduse suhtes.

Ulaltooduga on põgusalt kokku võetud rida teimimisviise, mida on võimalik lihtsamate abinõudega sooritada ja mis vilumuse ja hoolsa läbiviimise juures aitavad nii mõndagi üllatust vältida.

F. MÄARETEST.

Määrete peamiseks ülesandeks on vähendada mehhanismide liikumisel esinevat hõõrdumist, jõukulutust ja liikuvate osade kulumist. Määre peab liikuvate pindade vahele tungides neid üksteisest lahutama, nii et nende pindade vaheline hõõrdumine asenduks määre sisemise hõõrdumisega. Hea määre peab selleks olema sobivalt sitke, et ta taluks laagri survet, tema osakestel olgu omavahel võimalikult vähene hõõrdumine ja lõppeks – ta peab hästi liituma määritava pindadega. Ka ei tohi ta kauemaajalisel seismisel või kasutamisel keemiliselt muutuda. Tähtsam on määre igasuguste laagrite juures lukksepatöös aga ka puurimisel, keermetamisel ja lihvimisel.

Määrdeid jaotame kolme liiki: 1) mineraal-, 2) loom- või taim- ja 3) tehismäärdeid. Esimesse liiki kuuluvad maaõldest, kivisöest, põlevkivist jne. toodetud määrdeid; teise liiki loomade kontidest ning muudest elundeist ja taimeseemneist pressitud õlid; kolmandasse kuulub näiteks tavott, mis valmistatakse mineraalõlist, rasvast ja seebist.

Käesolevas peatükis puudutan ainult lühidalt mõningate õlide kasutamise võimalusi, lähemalt neist hiljem tekstis vastavais kohtades.

Spindli õli – peenmehaanika tooteile, kiiresti tüürlevate ja kergesti koormatud võllide laagritesse, kudumismasinaile.

Dünamo õli – elektri-generaatorite ja -mootorite laagrisse, samuti muudele tugevasti koormatud ja kiiresti tüürlevate võllide laagreile.

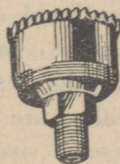
Laagri õli – eraldatakse ligikaudselt veel kergeks ja raskeks; esimene kiiremaile, teine aeglasemaile võllidele.

Mootori õli – sisepõlemootoreile.

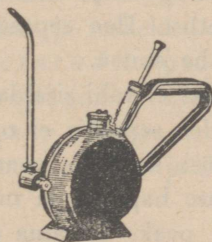
Silindri õli – aurumasina silindreile.

Telje õli – vagunitelgede määrdeks, terasvaierite õlituseks, väga raskelt koormatud laagreile.

Kõik ülaltoodud õlisordid on enamikus puht-mineraalõlid. Toodud nimetused on ainult üldised, tegelikult iga nimetus haarab väga paljusid alaliike.



Joon. 12. Määrdekupp.



Joon. 13. Pööratava tilaga ja pumbaga õlikann.

Lukksepp kasutab töötamisel sagedamini järgmisi õlisorte:
kondi õli – kasutatakse väikestes õrnades osades peenmehaanika alal (grammofonimootorid, kirjutusmasinad jne.);
oliivi õli – pehmete metallide lihvimiseks;
naeri õli – karastamiseks, harvem määrimiseks;
kanepi- ja linaseemne õli – karastamiseks, puurimiseks;

värnits-õlivärvide ja kiti valmistamiseks, keermestamiseks; petrooleum - puurimiseks, rooste ja mustuse eemaldamiseks; vaseliin, tavott - kuullaagreis, määrdedekuppudes (joon. 12); puurõli on veega segunev-emulgeeruv; saadakse mineraal-õlile seebi ja alkoholi lisamisega. Segatult 3- kuni 9-kordse hulga veega kasutatakse jahutusvahendina puurimisel, treimisel ja freesimisel. Joon. nr. 13. kujutab moodsat õlikannu pööratava tilaga ja väikese surupumbaga (hea lehtvedrusid määrida).

G. PÕLETISTEST.

Järgnevas käsitleme lühidalt põletusaineid, milledega lukksepal on kokkupuutumist.

1. Sepasüsi.

Sepasüsi on üks kivisöe liike. Kivisüsi on tekkinud esiajaloo- listel aegadel sügavale maakihtide alla sattunud hiiglasõnajala-metsa- dest, kus nad suure rõhu ja kuumuse all, õhuhapniku juurdepääsuta, kivisöe kuju omandasid. Kivisütt eristatakse peamiselt ta leegi järgi pika ja lühikese leegiga söeks. Pikaleegilist kivisütt kasutatakse katelde kütteks. Kergesti ja suurel hulgal gaasi eritav kivisüsi kannab gaasi- söe nimetust. Hea sepasüsi põleb lühikese leegiga, on gaasivaene ja annab vähe suitsu.

Sepasüsi ei tohi sisaldada suuremal määral võõraineid, eriti mitte väävlit. Hea sepasüsi ei tohiks sisaldada üle 8% tuhka (kaalu järgi). Et sepasüsi sisaldab peaaegu alati kardetavat lisandit - väävlit, mis teeb terase hapraks ja mittesepistatavaks, siis peale uute süte ääsi- panemist peaks lastama sütel enne sepistatava eseme sissepanemist seni põleda, kui süte pinnale tekib kokkusulanud koorik, millest (ilma lõõtsaõhuta!) enam lillakaid leegikesi ei tõuse. Põris sobiv on sepasütt segada umbes veerandi osa koksiga, mis hästi sobib eriti keevitamisel. Ka räbu tekkimine on sel puhul palju väiksem.

2. Koks.

Koksi saadakse kivisöe kuumutamisel õhkkinnises ruumis. Tavali- selt teda selliselt eraldi valmistama ei hakata, sest ta tekib tähtsama kõrvalsaadusena valgustusgaasi utmisel. Kivisöega võrreldes on koks

palju puhtam võõrkehadest. Ta põlemasüütamine on aga õige tülikas. Tarvitatakse karastamisel, kõvajootmisel, vase ja pronkside sulatamisel.

3. Puusüsi.

Puusüsi saadakse puid õhu juurdepääsuta kuumutades, näit. miilimisel, praegu aga kõrvalsaadusena tõrva ja tõkati valmistamisel.

Puusüsi kõlbab eriti peente tööde sepistamiseks ja karastamiseks. Väikeste esemete kõvajootmist (hõbedaga) sobib teha puusöetükkide vahel. Puusüsi on seda parem, mida suuremais tükkides ta esineb ja mida kõvemast puust ta on valmistatud. Säilitada tuleb puusütt kuivas kohas või kinnisis plekktrumleis, sest oma poorsuse tõttu imab ta õhust kergesti niiskust. Sepistamisel kasutatavaist põletistest sisaldab puusüsi kõige vähem kahjulikke kõrvalaineid.

4. Põlevkiviõli.

Tarvitatakse suuremais käitisis lõõmutamis- ja karastamisahjude kütteks ja metallide sulatamiseks. Samuti sobib ta toorõli- (nafta-) ja diiselmootoreile.

5. Piiritus.

Kasutatakse denatureeritud kujul (segatult värv- ja mürkainetega) väikesis jootelampides, priimuste ja jootelampide süütamiseks jne.

6. Bensiin.

Seda nimetust kannab kergem ja kergemini süttiv osa maa- ja põlevkiviõlis. Jaotatakse avio- (lennuki-), auto- ja raskeks bensiiniks. Rahvakeel tunneb apteegist ostetavat puhastatud bensiini, mis on eriti kerge, võõraineist vaba bensiin, sobiv galvaniseerimisele minevate poleeritud esemete pesemiseks poleerpasta jäänuseist. Tavaline autobensiin leiab lukksepa poolt tarvitamist jootelampides ja puhastusvahendina.

H. MUID ABIMATERJALE.

1. Kittimis- ja kleepimisvahendeid.

Pahtelkitt malmi jaoks. Malmivalu osade tasandamiseks segatakse 100 osa pruunkivipulbrit 20 osa värnitsaga, 10 osa pliivalgega ja 10 osa menningiga.¹

Kitt metalli kinnitamiseks kivisse. Raudaedade, kalmisturistide, piiritähiste jms. kinnitamiseks graniiti ja paekivisse sulatatakse väävlit (ettevaatust!) ja lisatakse hulka portlandtsementi, kuni saadakse siirupipaksune koostis. Kasutatav ainult kuumalt.

Metalltähete kleepimiseks klaasile valmistatakse järgnev kitt: 10 osa kustutatud lupja segame 5 osa tavalise värnitsaga, 15 osa kopaalvärnitsaga ja 5 osa tärpentiniga. Hädapärast aitab ka samaks otstarbeks piirituses siirupipaksuseks lahustatud šellak.

Tulekindel kitt raudesemeile: 16 osa keedusoola, 350 osa rauapuru ja 90 osa savi.

Stannioli kleepimine. Stannioli, s.o. tina või alumiiniumipoonate kleepimiseks kasutame vedelat kopaallakki või šellakilahust piirituses.

2. Kips ja tsement.

Kipsi kasutatakse väiksemate müüriaukude tasandamiseks, torusid ja elektrijuhtmeid kinnihoidvate klambrite seintesse kinnitamiseks ja muiks sellisteks töödeks, sest tavaline, nn. põletatud kips, veega pudrutaoliseks segatuna, kivistub kiiresti. Kipsi tuleb säilitada kinnistes plekknõudes, tavalistes paberkottides seistes haarab ta õhust niiskust ja halveneb. Niiskeis ruumides pole soovitatav kipsi kinnitusvahendina kasutada, kus ta aja jooksul kaotab oma kinnipidamisvõime. Raud- ja terasesened kipsis roostetavad, tsement aga säilitab rauda hästi. Tsemendi kivistumiseks kulub mitmekordselt rohkem aega kui kipsi puhul, kuid ta evib viimasest ka väga palju suuremat tugevust.

3. Booraks.

Booraks on valge kergesti lahustuv sool; kõrge temperatuuri juures sulab klaasi-sarnaseks.

Lukksepp kasutab booraksit kõvajoodete juures, sest booraks sulab klaasitaoliseks massiks, mis sulatab endasse kergesti paljusid metallioksüüde, võimaldades metallidel nii paremat nidumist. Ta kaitseb ühtlasi joodetavaid pindu hapendumise eest.

4. Vahtkivi.

Vahtkivi (ka kobekivi, pimsskivi, laavavirn) tarvitatakse lihvimisvahendina. Vahtkivi on vulkaaniline produkt, leidumiskohaks vanade tulemägede ümbrus. Kasutatakse mitmesuguse jämedusega pulbrina ja terves tükis. Käesoleval ajal levib ka kunstlikult valmistatud vahtkivi tarvitamine.

5. Viini lubi.

Viini lupja kasutatakse poleerimisel ja esemete ülepuhastamisel enne galvaani vanni asetamist. Väliselt viini lubi evib lumivalget pulbrilist või tükilist kuju. Kasutatakse ainult seni, kui ta evib söövitavat omadust. Õhuga kokku puutudes imeb ta sealt endasse vett ja süsihappegaasi ning muutub tarvitamiskõlbmatuks. Säilitada tihedalt suletud toosides või klaaspurkides!

6. Salmiaak.

Salmiaaki kasutatakse jootmisel ja tinutamisel oksüdeerumise vältimiseks ja oksüüdi kõrvaldamiseks (jootekolvi haljastamine). Pehmejootmisel kasutatavad jootepastad, mida nimetatakse happevabadeks, sisaldavad tihti salmiaaki.

7. Väävelhape.

Tehnilisiks otstarbeiks tarvitatakse kahte sorti väävelhapet: tavalist ja nn. suitsuvat väävelhapet. Tavaline, ka inglise väävelhappeks nimetatud, on puhas ja paistab läbi pudeli nagu paremat sorti masinaõli. Pruun värvus, mis mõnikord

mainitud väävelhappel esineb, ei tee teda lukksepa poolt kasutamisel vähemväärtuslikuks, sest pruun toon on tekkinud happesse sattunud orgaanilistest osakestest (ka tolmuterakestest), mis on seal ära põlenud. Asetseb ta nõus, mis on vabas kokkupuutes välisõhuga, siis haarab väävelhape õhust niiskust, muutub lahjemaks ja suureneb koguselt. Suitsev väävelhape on märksa kangem õlisarnane raske vedelik, mis õhuga kokkupuutumisel tugevasti aurab, levitades kibedana tunduvat lõhna.

Metallitööstusis kasutatakse peamiselt tavalist väävelhapet ja nimelt vask-, messing- ja pronksesemete peitsimiseks, milline menetlus kujutab esemete vabastamist oksüüdidest, roostest, valtsimisjäanuseist jne. Veega lahjendamisel valada väävelhapet peenikese nirekesena vette (mitte kunagi vett väävelhappesse!). Ihuhahle sattunud väävelhape, samuti allpool kirjeldatud teisenimelised happed tekitavad vigastusi, mis sarnlevad põletushaavadega. Vastuabinõuks õnnetuse puhul on kiire loputus veega ja üleriputamine või -kallamine soodaga või nuuskupiiritusega.

8. Salpeeterhape.

Salpeeterhape tööstuslikuks tarbeks on kollane õlisarnane raske vedelik, mis õhu käes pruunikalt aurab. Need pruunid aurud on väga mürgised. Nagu väävelhapet, samuti ka salpeeterhapet kasutatakse metallide peitsimiseks, kusjuures viimatimainitu evib veel suuremat mõju. Ka tarvitatakse teda metallide lahustajana hõbesepa- jne. töödel. Ainsad metallid, millele salpeeterhape ei „hakka“, on kuld ja plaatina.

9. Soolhape.

Tehnikas tarvitatava soolhappe kollakas värvus on tingitud vähesest rauasoolade sisaldusest, mis teda tavalisteks töödeks kõlbmatuks ei tee. Kasutatakse peamiselt jootvedeliku, nn. „saltseri“ valmistamiseks, milleks soolhappesse uputatakse tsingilõikeid või -tükikeys ja lastakse seni seista, kui lakkab gaasi eritumine. Et tekkiv gaas on vesinik, mis koos õhuhapnikuga sünnitab plahvatava pauksaasi, siis ärgu sellisele pudelile, milles valmistatakse jootvedelikku, lahtise tulega lähenetagu! Soolhapet kasutatakse veel tsinkesemete jootmiseks (elektrielemendi tsinkelektroodid jms). Veega umbes 6- kuni 10-kordsel lahjendamisel saame hea peitsimisvahendi terase ja malmi jaoks.

10. Peitsimisest.

Peitsimisega kõrvaldatakse töödeldavalt esemeilt oksüüdi- ja räbu- kihte. Peitsimist teostatakse hapetega, alumiiniumi puhul aga leelis- tega. Enne peitsimist peame kõrvaldama peitsitavalt esemelt õli- ja rasvained, sest happed rasvu ei lahusta. Rasvaolluse hävitame esemelt puhta bensiiniga pestes, viini lubja piimaga harja abil hõõrudes või leelises keetes. Terasesemeid peitsitakse 5-10 osa veega lahjendatud väävelhappega, milles hoitakse eset kuni tund aega. Kasutades teras- esemete peitsimiseks soolhapet, lahjendame teda ühe kuni 3 osa veega ja peitsime umbes pool tundi. Kiire peitsimise saavutame lämmastik- hapet kasutades, milleks piisab eseme mõnesekundilisest lämmastik-

happes hoidmisest. Lämmastikhappega peitsime vabas õhus või kasutame väga head kunstlikku ventilatsiooni, sest lämmastikhape eritab väga mürgist pruuni auru.

Vaske, pronksi ja messingit peitsime hapete segus, kus lämmastikhapet võtame 5–10 korda rohkem kui soolhapet. Peitsimine teostub väga kiiresti, – piisab ühekordsest sissekastmisest.

Kõik eespool toodud lahjendamise suhted kehtivad tavalise, müügil leiduva „kange“ happe puhul (tehniline hape).

11. Kummi.

Kummit kasutatakse nn. vulkaniseeritud kujul ventiiliklappidena, tihendusteks, isolatsiooniks, töökepuhvreiks ja kummivoolikutena õhu ja vedelike juhtimiseks. Vulkaniseerimisega viiakse toorkummi väävlit, mis muudab kummi raskesti lahustuvaks ja külmale ning kuumale vastupidavamaks. Tagavara-kummiesemeid säilitatagu pimedas.

12. Asbest.

Asbest on mittepõlev, võrdlemisi sitke ja painduv mineraalne aine. Ta laseb end päris õhukesiks osakesiks jaotada, nõõriks keerutada ja rüüdeks kududa. Ka happed ei mõju talle. Et ta on hea soojuse isolaator, siis ümbritsetakse asbestlindiga või -nõõriga torustikud, mis ei tohi oma ümbrusse sooja või külma levitada. Asbesti puhust kontrollitakse põletamisega: asbest ise säilib ka tules, lisandid aga põlevad ära.

II. Eeltöid ja nõudeid töötlemiseks.

A. MÕÕDURIISTU.

Igasuguste esemete valmistamisel, olgu joonestuse või eeskuju järgi, samuti valmisesemete kontrollimisel jne. vajame mõõduriistu esemete mõõdete kindlakstegemiseks. Seejuures peame meeles: mida täpsemate mõõdetega ese, seda täpsemate mõõduriistadega tuleb mõõtmist toimetada.

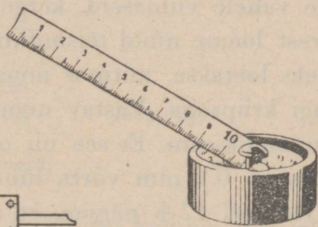
Mõõduriistadele on peale kantud tavaliselt sentimeetri- ja tollijao- tused, kusjuures esimesed on jaotatud millimeetriteks ja vahel ka pool- teks millimeetriteks, viimased aga $\frac{1}{32}$, $\frac{1}{16}$, $\frac{1}{8}$, $\frac{1}{4}$ ja $\frac{1}{2}$ tolli-osadeks. Tolli mõõduühikuna esineb käesoleval ajal järjest vähem; peamiselt mõned keermetised ja mõningad standardlähimõõdud antakse veel tollides. Tollilt millimeetrimõõtu ja ümberpööratud üleminekuks võtame teadmiseks, et 1 toll on võrdne ligikaudu 25,4 millimeetriga.

1. Tollipulk.

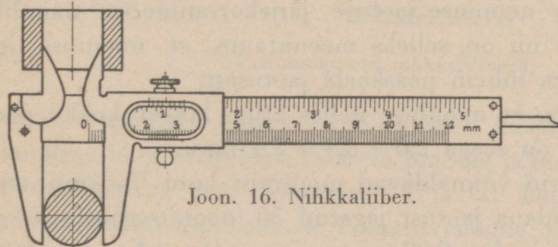
Lihtsaim mõõduriist on tollipulk (joon. 14) ja tema moodsam kuju — teras-mõõdulint (joon. 15). Selliste riistade mõõtmise täpsus ulatub



Joon. 14. Tollipulk.



Joon. 15.
Teras mõõdulint.



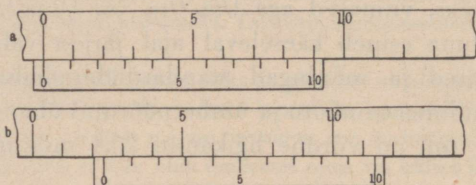
Joon. 16. Nihkkaliiber.

hea silma puhul kuni poole millimeetrini, kahjuks aga suuremate pikkuste mõõtmisel (üle 500 mm) tuleb arvesse juba mõõduriista enda viga, mis autori tähelepanekute kohaselt 2 meetri pikkuse juures on ulatunud mõningatel juhtudel kuni 3,5 mm. Hea eduga on kasutatav ka karastatud terasest joonlaud, millele mõõdud peale kantud.

2. Nihkkaliiber.

Teine tarvitavam riist on nihkkaliiber („supler“). Joonisel 16 kujutatud nihkkaliibriga saab mõõta esemete läbimõõte, pikkusi, avade sisemisi läbimõõte ja tagant väljaulatuva sabaga aukude sügavusi. Samuti võimaldab ta mõõte üle kanda.

Jaotused on tavaliselt lihtsamail nihkkaliibreil ühemillimeetriselised, mõõtmise täpsus on aga neil 0,1 mm. Seda saavutatakse nn. nooniusega. Liikuvale lõuale (nihklõuale) on peale kantud pisike skaala, mis on tavaliselt jaotatud 10 osaks; nende 10 osa üldpikkus võrdub 9 millimeetriga, tähendab: iga nooniusse jaotus on pikk 0,9 mm. (vt. joon. 17-a).



Joon. 17. Noonius.

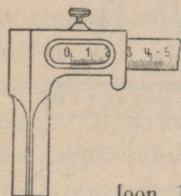
Antud eseme pikkuse mõõtmiseks asetatakse ta nihkkaliibri lõugade vahele viimaseid kergelt kokku surudes. Nooniusse algkriipsu juurest loeme nüüd täsmillimeetrite arvu. Millimeetri murdosa mõõtmiseks loetakse, mitmes nooniussejaotuskriips ühtub peamõõduskaala mingi kriipsuga. Vastav nooniusse jaotuse järjekorranumber näitabki kümnendik-mm. Et see nii on, selleks meenutame, et nooniusse iga jaotus on 0,1 mm võrra lühem peaskaala jaotusest.

Joonisel 17-b näeme, et nooniusse neljas kriips langeb kokku peaskaala jaotusega. Mõõt on seega $2,0 + 0,4 = 2,4$ mm.

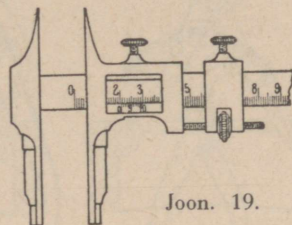
Paremad nihkkaliibrid võimaldavad mõõtmist kuni $\frac{1}{50}$ -mm täpsusega. Seal on 49 joonlaua jaotust jagatud 50 nooniussejaotuseks ja iga nooniussejaotus jääb maha 0,02 mm võrra. On näiteks mingil mõõtmisel nooniusse 26. jaotus kokku langenud joonlaua mõõduga, siis on pikkuse murdosa 2×26 sajandikku, s. o. 52 sajandikku millimeetrit.

Joonistel 18, 19, 20 ja 21 on toodud mitmekujulisi nihkkaliibreid. Nendest joonistel 18, 19 ja 20 tooduil lõuad kokkusurutult moo-

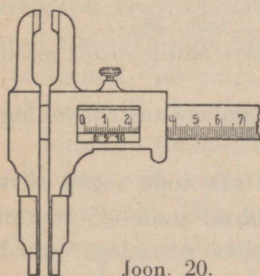
dustavad oma otstes väljastpoolt mõõtes mingi kindlaarvulise suuruse, näiteks 5 või 10 mm, mistõttu on võimalik mõõta esemete sisemisi läbimõõte, millede ava on suurem kui näit. 5 või 10 mm. Liikuvat lõuga nihutades, kuni lõuad istuvad täpselt vastu ava seinu, loeme joonlaualt ja nooniuselt mõõtarvu ning lisame juurde lõugade pak- suse. Joonisel 18 toodud riistaga kanname esemele ülalasetsevate tera- vikkude abil eriti täpseid mõõte. Joonisel 21 kujutatud nihkkaliibrit



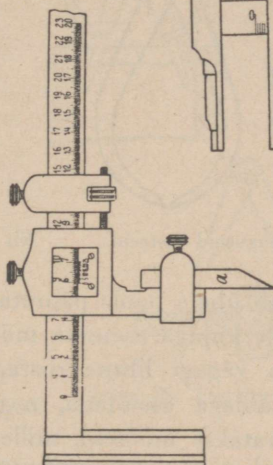
Joon. 18.



Joon. 19.



Joon. 20.



Joon. 21.

Mitmesuguseid nihkkaliibreid.

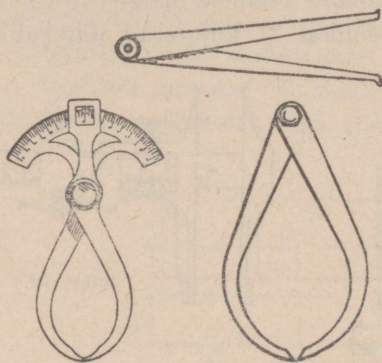
kasutatakse esemete kõrguste mõõtmiseks, kusjuures kaliibri alumine tallakujuline lõug asetatakse tasasele pinnale ja ülemine lõug surutakse vastu mõõdetavat eset. Joonistel 19 ja 21 kujutatud nihkkaliibrid evivad veel erilisi täpseksseade konstruktsioone, millede abil vastavast mutrist pöörates sunnitakse lõuga õige veidi edasi-tagasi nihkuma.

3. Taster.

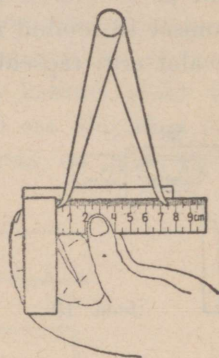
Taster ehk kobisirkel on lihtsamaid ja vanemaid mõõtevahendeid.

Joonis 22 kujutab kolme tasterit, kusjuures alumine paremal on tavalisemaid, millega mõõdetakse või üle kantakse esemete välismõõ- teid. Tema peal asetsev taster võimaldab määrata sisemõõteid.

Et tavaline taster ei evi mingit mõõtjaotust, siis, kui esineb vajadus ülekantavaid suurusi arvuliselt määrata, peame kasutama veel mõõtudega joonlauda (joon. 23). Joonisel 22 vasakul on kujutatud taster, mis on varustatud millimeeterskaalaga, millelt võib kohe leida tastriga võetud mõõdu.



Joon. 22. Mitmesuguseid tastreid.

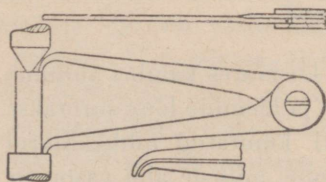


Joon. 23.

Nii määratakse tastrile võetud mõõtu.

Joon. 24. kujutab ühele poole painutatud jalgadega tastrit, millega määratakse astmelise kujuga esemete mõõteid.

Kuigi taster on vägagi lihtne riistapuu, ei saa teda sageli süiski nii mõnegi keerukamaga asendada, nagu näitavad joon. 25 toodud juhtumid, kus määratakse mõõteid, milledele teiste riistadega juurde ei pääse. Ulal vasakul kujutatud taster evib kahte ümmargust naga, millede kaugus määratakse teise tastri või nihk-kaliibriga mõõduvõtmise ajal ja hiljem on siis võimalik sama mõõtu fikseerida. Alumine joonis, kus on kasutatud tastrit koos joonlauaga, peaks olema arusaadav erilise selgituseta. Paremäl ülal on toodud juhtum, mida tohiks kasutada hädaabinõuna ja sedagi väga harva. Nimelt tõmmatakse mõõduvõtmise ajal märkimisnõelaga õrn jooneke tastri teisele harule ja pärast mõõduvõtmist asetatakse esimene haru jällegi samale joonele. Nii saadud mõõt võib aga valetada kuni paar millimeetrit.



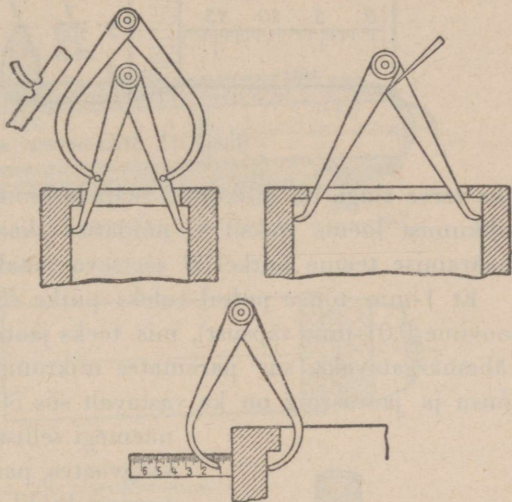
Joon. 24. Ühepoolne taster.

4. Mikromeeter.

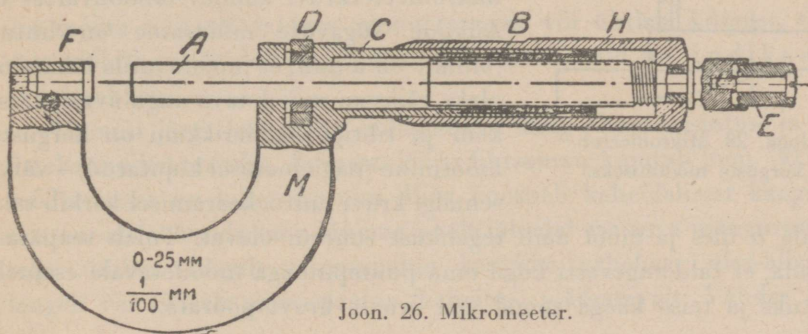
Valmistades eset, mille mõõted peavad olema täpsustatud kuni sajandikmillimeetrini, pole meil eespool kirjeldatud mõõduriistadega midagi peale hakata. Vajame täpsemat riista ja selleks on mikromeeter. Tavaline, kaasaskantav mikromeeter (joonis. 26) võimaldab täpsust kuni $\frac{1}{100}$ mm.

Mõõtmine teostatakse sellisel, et mõõt määratakse kindlaks täpselt lõigatud ja väga hea, ilma surnud käiguta kruvi pööramisega. On kruvi keermetise tõus (ühe keeru kohta) 1 mm, siis on selge, et pöörates kruvi pool ringi, on kruvi ots nihkunud edasi 0,5 mm, keerates ainult $\frac{1}{100}$ ringi, on nihutus 0,01 mm jne.

Joon. 26 toodud mikromeeter evib karastatud terasest raami *M* ja hülssi *C*, mis nagu muttergi on seestpoolt varustatud täpse vindiga. Mikromeetriline kruvi *A* on terasest ja tagantpoolt, kus ta hülssi *C* keermetistikku ulatub, samuti vindiga varustatud. Kruvi *A* kannab veel lõpul kindlalt kinnitatud putke *B*,

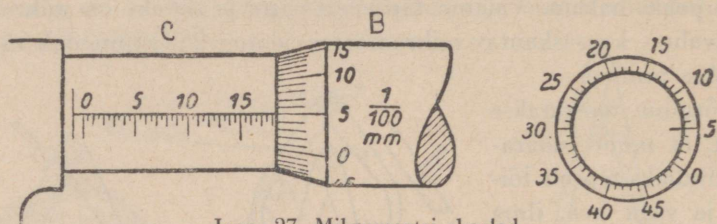


Joon. 25. Tastrite kasutamine.



Joon. 26. Mikromeeter.

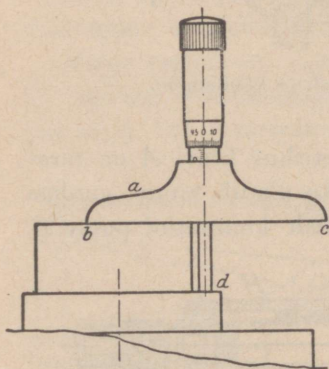
mis ulatub mantlina üle puksi *C*. Mõõdetav ese paigutatakse jaluse *F* ja kruvi *A* otste vahele ja kruvi pööratakse, kuni ese istub „parajalt“ kindlasti kinni. Ja nüüd loetakse mõõt. Märkisime, et kruvi, pöördudes



Joon. 27. Mikromeetri skaalad.

ühe terve ringi, on nihkunud teatava kindla mõõteüksuse võrra. Seda nihkumist loeme puksil *C* näidatud skaalal (joonis 27) ja peenema määramise teeme putkel *B* asetseva skaala abil.

Et 1-mm tõusu puhul tuleks putke *B* ring jaotada 100 osaks (kui soovime 0,01-mm täpsust), mis teeks jaotuse väga tihedaks ja silmale vähemärgatavaks, siis paremates mikromeetrites kasutatakse 0,5-mm tõusu ja jaotusring on ka vastavalt siis 50 osaks jaotatud. Joonisel 27 näemegi sellist mikromeetri kaela, vasakul külgyaates, paremal on toodud ainult jaotusring. Pildil toodud asend on selline, kui mõõt on 18,05 mm.

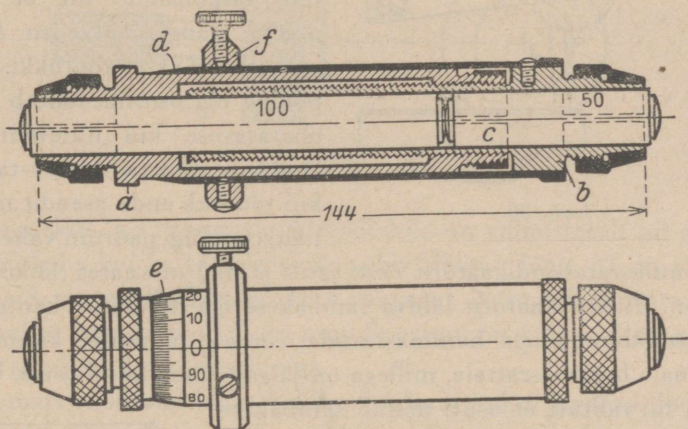


Joon. 28. Mikromeeter kõrguste mõõtmiseks.

Erilist mikromeetrit, millega mõõdetakse nii eseme osade kõrgust kui ka aukude sügavust, kujutab joonis 28. Selline mikromeeter omab laia tald *a*, millest läbi ulatub mikromeeterkruvi kandev mõõduvarras *d*. Aukude sügavuse mõõtmine on lihtne (oluline on ainult, et mõõduvarda läbimõõt oleks väiksem mõõdetava augu avast); raskem ja tihtigi vigaderikkam on kõrguste mõõtmine (nagu joonisel kujutatud) – väiksemalgi kruvi juurdekeeramisel kerkib tald

otsale *b* üles ja mõõt näib tegelikust suurem olevat. Tuleb seepärast jälgida, et tald tugevasti kogu oma puutepinnaga mõõdetavale esemele toetuks ja teise käega samal ajal õrnalt kruvi pöörata.

Joonisel 29 toodud nn. sisemikromeeter võimaldab mõõta avasid, kuid mitte nullist alates, nagu tavalised mõõduriistad, vaid mingist kindlast mõõdust (sisemikromeetri minimaalpikkus). Sisemikromeetri mõõteotsad on ümmargused selleks, et mikromeeter haaraks kõige suuremat mõõdet, s.o. läbimõõtu.



Joon. 29. Sisemikromeeter.

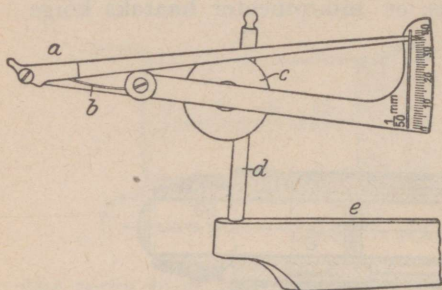
Mõõteviga võib tekkida tihti sellest, kui sisemikromeeter ei asetse risti mõõdetavate pindadega – mõõt tuleb siis tegelikust suurem.

5. Indikaator.

Tihti esineb juhtumeid, kus pole vaja mõõta tõelisi mõõteid, vaid ainult määrata mõõdetest kõrvalekaldumisi. Selliseil juhtumel, soovides mõõta näit. töödeldava pinna tasasust või ühtlast kõrgust, tiirlevate völli ja silindrite ümmarust jms., aitab meid nn. i n d i k a a t o r ehk hoobkobi.

Tööviisi järgi jaotatakse indikaatorid kang-, hammasratas- ja optilisteks indikaatoriteks. Esimest, kõige lihtsamat, kujutab joon. 30, selle mõõtetäpsus on kuni $\frac{1}{50}$ mm. Riist koosneb kaheõnalisest kangist *a*, mis annab pöörelda oma lühema poole lähedal asetseva mäguruumita telje ümber. Liigub vasempoolne kangiots vähekegi üles-alla, siis langeb või tõuseb parempoolne kangiots märgatavalt. Valides kangi

õlgadele sobivad vahekorrad, saame panna parempoolse kanglotsa osutina mõõduühikuid näitama (siinkirjeldatu juures $\frac{1}{50}$ mm). Mõõduriist on kinnitatud tapi *c* kaudu jalandile *d*, viimane on kinnitatud alusplaadile *e*. Alusplaadiga asetame indikaatori treipingi supordile, hõõvelmasinale või lukksepatöös tasaplaadile nii, et vasempoolne kangi õlg vedru *b* mõjul on surutud vastu töötükki. Parempoolne õlg osutina näitab töötüki ebatasasusi, kui nihutame indikaatorit tasaplaadil edasi-tagasi või kui töötükk enda asendit muudab, näit. treipingi padruni vahel türlleb.



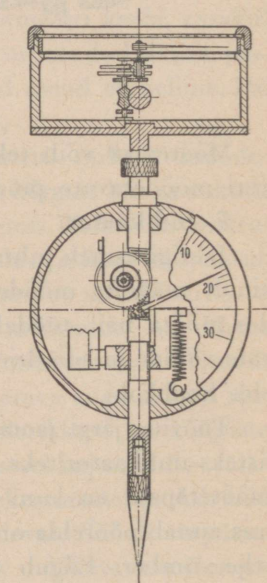
Joon. 30.

Hammasratas-indikaatorit eestvaates ja ülal otsvaates (lõikes) kujutab joon. 31. Indikaatorit läbiva sambakese iga liikumine kantakse üle suurema läbimõõduga hammasrattale, viimase liikumine kantakse üle väiksemale hammasrattale, millega on jäigalt ühendatud osuti. Ülekan- ded on nii valitud, et osuti näitab sambakese liikumist tavaliselt $\frac{1}{100}$ mm täpsusega. Mõõdu- riist näitab täpselt ainult siis, kui kõik ülekan- ded on praktiliselt surnud käiguta. Indikaator kinnitatakse kere kaudu vastava jalandi külge ja koos viimasega kasutatakse nagu esimesena kirjeldatud. Nullpunkti seadmist toimetame ülalasetsevast näppmutrist pöörates.

Optilisi indikaatoreid, täpsusega kuni $\frac{1}{1000}$ mm ja rohkemgi, kasutatakse väga täp- setel töodel.

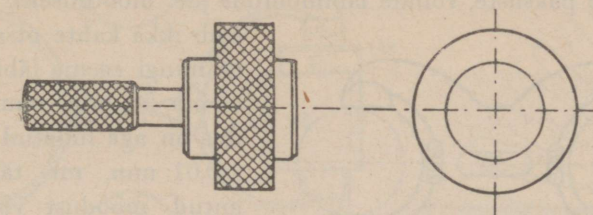
6. Kaliiber.

Kaliibri nimetust kannab abinõu, millega määratakse töötüki mõõteid ja mis evib alati püsivalt muutmatuid, mõõtmist võimaldavaid pindu; niisiis – mõõduriist kindla mõõduga, millega proovitakse, kas mõni ava, läbimõõt või mõni muu mõõt on „paras“.



Joon. 31.

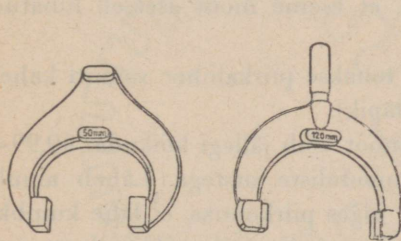
Normaalkaliibreiks nimetatakse kätistes kasutatavaid sise- ja välismõõte kaliibreid, mis on kas silindrilised või lapikud ja mida enamasti kasutatakse teiste tegeliku töö juures tarvitataivate katsiste normimiseks või kontrolliks. Silindrilised neist valmistatakse tavaliselt



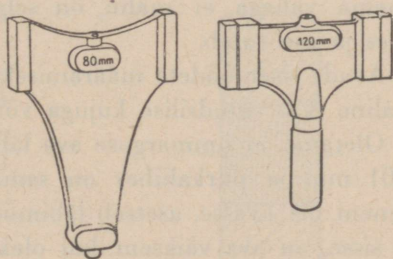
Joon. 32. Normaalkaliiber ühes rõngaga.

paariskomplektis, s.o. vastavale läbimõõdule on valmistatud nii silindriline mõõtkeha kui ka temale peale sobiv rõngas. Joon. 32 on toodud üks selliseid normaalkaliibreid (koos rõngaga). Normaalkaliibrite mõõted lihvitakse täpseks kuni $\frac{2}{1000}$ mm. Soovitav on kaliibrid sisse määrada kas kondiõliga või vaseliiniga.

Suuremate mõõtude jaoks kaliibrid valmistatakse lapikud. Joon. 33 ja 34 näeme esimest kui välismõõdete määrajat, teist aga sisemõõdete jaoks.



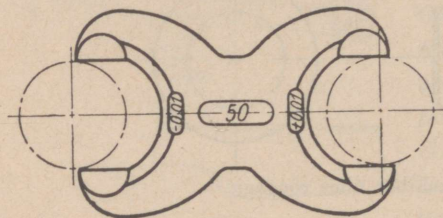
Joon. 33.
Lapikkaliiber välismõõteile.



Joon. 34.
Lapikkaliiber sisemõõteile.

Piirkaliibrid. Massilisel esemete tootmisel on sageli nõutav üksikosade vahetatus, mis seisneb selles, et üks üksikosadest, mis ühes esemes (masinas, relvas, jõuvankris) sobib oma kohale, ka teises sama tüüpi esemes „istuks õieti“.

Loomulikult peavad üksikosade mõõted olema siis samad või erineva üksteisest nii vähe, et see erinevus häirivaks ei muutuks. Sellise masstootmise juures õigeist mõõteist kinnipidamiseks ja õigete mõõdete kontrolliks sobib hästi piirkaliiber. Joonis 35 kujutab piirkaliibrit, mida kasutatakse paksuste, völli läbimõõtude jne. mõõtmiseks. Piirkaliiber



Joon. 35. Piirkaliiber.

Vajame nüüd piirkaliibrit nagu joonisel, kus üks kaliibri lõugade vahe oleks õigest mõõdust 0,01 mm võrra vähem, teine aga sama võrra suurem. Kui kaliibri mõlemad otsad mahuvad täiesti vabalt mõõdetavale esemele, siis tähendab see järelikult seda, et ese on peenem kui lubatud ja meile kõlbmatu; kui kaliibri kumbki otstest ei mahu esemele – on ese jämedam kui lubatud; mahub aga laiema lõugade vahega ots ja vähema vahega ei mahu, on selge, et eseme mõõt asetseb lubatud piires ja ese sobib.

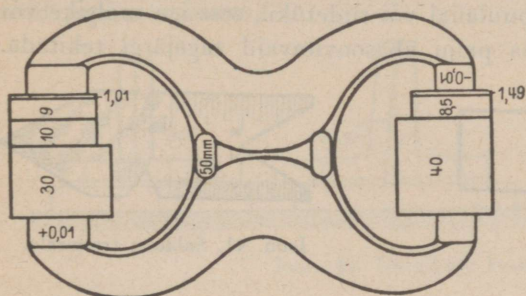
Avade sisemõõdete määramiseks tehakse piirkaliiber samuti kaheotsaline (kas silindrilise kujuga või lapik).

Oletame, et ümmarguse ava läbimõõt võib jällegi kõikuda 49,99–50,01 mm ja piirkaliiber on samamõõduliste otstega. Läheb ainult peenem ots avasse, asetseb läbimõõt õiges piirkonnas, ei lähe kumbki ots sisse, on ava väiksem, kui oleks õige; mahuvad mõlemad, on ava juba suurem õigest mõõdust.

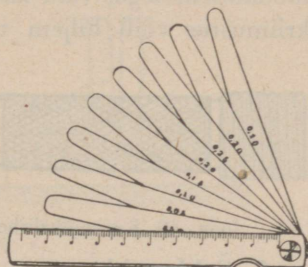
Mõõduplaadid. Kaliibreile õige mõõdu lihvimiseks ja täpsete pikkuste ning kõrguste mõõtmiseks kasutatakse mõõduplaate ehk mõõdunaaste (plastiinasid), mida veel tehase nimetuse järgi, kes neist parimaid toodab, nimetatakse ka „Johanson'i mõõdunaastudeks“. Mõõduplaadid kujutavad endast karastatud riistaterasest plokikeste komplekti, millede paksusele on antud lihvimise teel täpsed mõõted.

evib ikka kahte otsa. Oletame, et mingi eseme läbimõõt peab olema 50 mm, tema läbimõõdus on aga lubatud kõikumine $\pm 0,01$ mm, mis tähendab, et antud mõõdust võib kõrvale kalduda $\frac{1}{100}$ mm võrra mõlemale poole, seega: ese on ka siis veel sobiv, kui ta läbimõõt asetseb piires 49,99 – 50,01 mm.

Väike komplekt koosneb näiteks paksusist: 1 mm; 1,01; 1,02;..... 1,10; 1,20;... 1,90;... 2,3, ... 10, 20 ja 50 ja lubab kombineerida kuni 10 000 mitmesugust mõõtu.



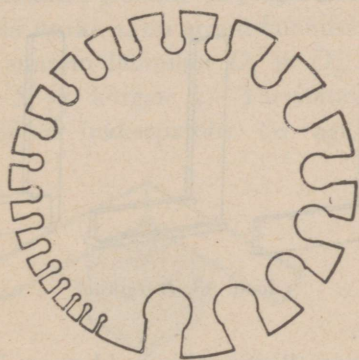
Joon. 36. Piirkaliibri kontrollimine mõõduplaatidega.



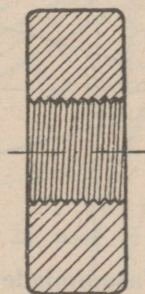
Joon. 37. Lehtkaliiber.

Joonis 36 kujutab piirkaliibri kontrollimist mõõduplaatidega; üks mõõtudest on kombineeritud $40 + 8,5 + 1,49 = 49,99$ mm, teine $30 + 10 + 9 + 1,01 = 50,01$ mm.

Muid kaliibreid. Lihtsamal puhkudel ajame läbi ka lehtkaliibriga e. pilumõõtekimbuga (joon. 37) (sakslased nimetavad teda špiooniks), millega mõõdame kõrgusi, pilusid ja muid selliseid distantse.



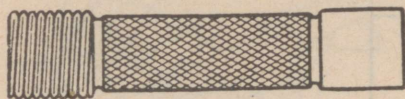
Joon. 38. Karrakaliiber.



Joon. 39. Mutterkaliiber.

Kardade paksusi jms. mõõdame nn. karrakaliibriga (joon. 38). Lähemalt kirjeldamata võiks veel mainida keermekaliibreid (joonised 39, 40) ja normitud kooniliste avade ja tornide jaoks mõeldud koonuskaliibreid.

Roostetamise vältimiseks tuleks mõõduriistu määrida happevabade õlidega, mis mõõduriista kasutamise ajaks puhta lapiga kõrvaldatakse. Mõõduriistu ärgu hoitagu metallesemeil, tööpinkidel ja koos teiste metallesemetega, vaid kas puulaul või riidetükil, sest iga mõlgike või kriimustus võib hiljem töös palju ebasoovitavaid tagajärgi tekitada.



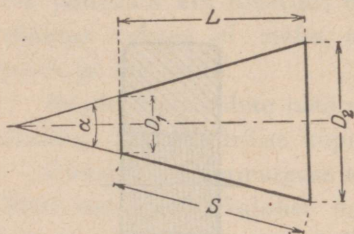
Joon. 40. Keermekaliiber.



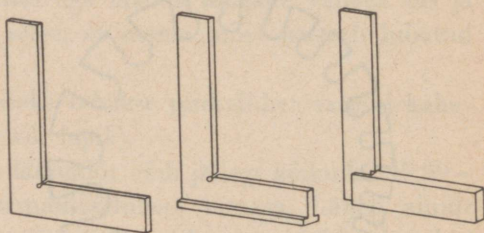
Joon. 41. Šabloon treiterale.

7. Šabloonid.

Šabloonid valmistatakse tavaliselt teraskarrast ja nende ülesandeks on sagedamini esinevate pinnakujude kontrollimine. Näit. käiates treitera, mida kasutame keermetise lõikamiseks (seejuures on väga olulised tera kuju ja teral esinevate nurkade suurused), ei tarvitse meil teda mõõta nurgikute ja sirklitega, vaid õige kuju määrame joonisel 41 toodud šablooniga. Šabloone valmistamise vajaduse puhul endale ka ise, kopeerides selleks vajaliku kuju joonestuselt 1–1,5 mm paksusele karrale ja töötades ta jõhvsae ja viilidega puhtalt välja.



Joon. 42.

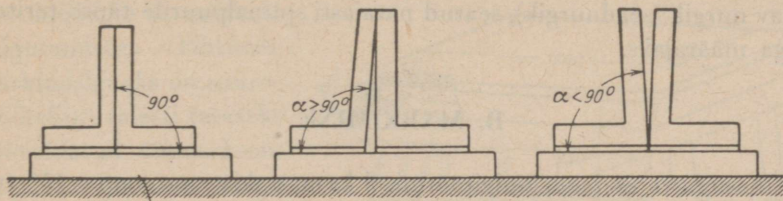


Joon. 43. Nurgikuid.

8. Tasapindade kontrollimine.

Tarvitatavamaid tasapindade kontrollimise abinõusid on meil joonlaud ja tasaplaat (rihtplaat). Näit. – kui tahame veenduda, kas mõni töödeldava eseme külge on „sirge“, asetatakse sellele joonlaud (mille kohta olgu kindlasti teada, et see ise on täpse, sirgjoonelise küljega) ja vaadatakse, kas paistab kuskilt vahelt valgust või mitte. Valguse paistmine on tõendiks, et eseme külge pole sirge. Tasaplaadil võime

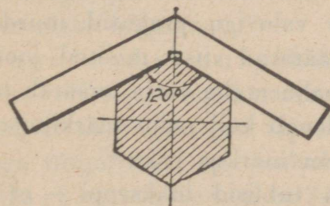
kontrollida korruga kogu pinna taset. Selleks kaetakse tasaplaat tavaliselt õhukese värvikihiga ja hõõrutakse katsutava töötüki pinda tasaplaadil. Värvühtlane külgehakkamine töödeldavale pinnale veenab meid pinna taset.



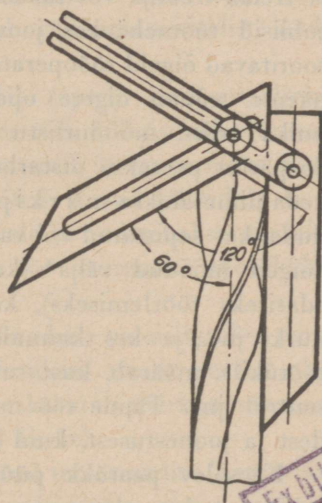
Joon. 44. Nurgikute kontroll.

9. Nurkade möõtmine.

Peenmehaanika ja relvatööstus tegeleb sageli konstruktsioonide juures väga täpselt antud nurkmöödetega, tavalises masinaehituse ja lukksepatöös aga õnneks peaaegu kunagi ei kirjutata ette nurki, näit. kas 29° või $72^\circ 30'$. Isegi seal, kus mõni erimööteline nurk on konstruktsioonis vältimatu, püütakse see anda joonmöödetega, nagu näidatud joonisel 42 (selle asemel et tähistada nurka α , on antud koonuse väiksem ja suurem läbimõõt D_1 ja D_2 , küljepikkus S ja kõrgus L). Tarvitavamad nurkmöödeted lukksepatöös on aga 45° ;



Joon. 45. 120° nurgik.



Joon. 46. Seatav nurk.

60° ; 120° ja eriti 90° . Mainitud suuruses nurgad on võrdlemisi lihtsad töötlemiseks ja kontrollimiseks ega vaja erilisi keerukaid mööduriistu.

Tarvitavamaks nurgikuks on „õige vinkel“, 90° -line nurgik.

Joonisel 43 on toodud neid kolm tüüpi. Joonis 44 näitab täisnurkse nurgiku kontrollimise võtet – tasaplaadil seatakse vastakuti kontrollitav nurgik ja teine, mille nurga täpsuses võidakse olla kindel.

Joonis 45 kujutab 120°-list nurgikut, joonisel 46 on kombineeritud seatav nurgik (seadnurgik), seatud parajasti spiraalpuurile täpse teritusnurga määrajaks.

B. MÄRKIMINE.

Ühesuguste esemete hulgitootmisel kasutatakse suuremates tööstustes operatsioonijoonestusi või tööjoonestusi, kus iga erinev töökäik on eraldi kujutatud. Tihti on aga nii, et ühesarnaseid töötükke ei valmistata korraga palju, sageli on neid ainult üks ja sel puhul osutub asjatuks teha operatsioonijoonestusi, eriti siis, kui nende arv keerukama ja suurema eseme puhul paisuks suureks.

Oletame, et valukuurist või sepikojast tuleb töötükk toorel kujul ja treial, freesija või lukksepp peab seda edasi töötleva. On ju küll tublisid töömehi, kes, joonestus ees, loevad seda nagu raamatut ja sooritavad õigeid tööoperatsioone ja õiges järjekorras – aga nagu hiljem näeme, nõuab õigete operatsioonide ettevalmistamine õigel kohal hulka erilisi mõõduriistu ja mõõduriistade käsitsemine hulga aega. Seepärast peetakse otstarbekaks, et suuremas käitises teotseb mees, keda nimetatakse m ä r k i j a k s ja kelle ülesandeks on kõigepealt veenduda, kas sepistatud või valatud töötükk edaspidisel töötlemisel annab „õiged mõõdud välja“ (kas ta on valmistatud mõõtude tagavaraga edasiseks töötlemiseks), kas tal pole valuvigu, pragusid, murdunud nurki jne., ja kes kannab kindlaksmääratud viisil mõõted jooniselt töötükile, määrab, kust tuleb ja kui palju maha võtta, määrab teljed, sentrid jne. Täpne töö märkimisel oleneb küll palju märkimisriistadest ja joonestusest, kuid kõige rohkem märkija isikust.

Käesolev peatükk püüab abistada tublisid lukkseppi – et neist tuleks värsket abi meie märkijate vähesesse kaadrisse. Arvestatagu seda, et käesolevad kasinad read on ikkagi märkija töö sihtjoonte sead-jaks, meistriks teeb aga vilumus.

1. Märkimisriistu.

M ä r k i m i s l a u d. Märkimisele asumisel peab meil olema joon või

pind, millelt lähtudes saaksime töötükile kanda vajalikud märgid. Valust või sepistamiselt tulevail esemeil on aga väga harva leida tasast pinda või täpset sirgjoonelist serva ja seepärast loome märkimislaua näol endale kunstliku pinna, millele paigutame töötüki ja mille pinnalt siis mõõdete ja märkide paigutamiseks lähtume.

Märkimislaauaks on suuremõõteline, täiesti tasaseks hõõveldatud täisnurksete külgede ja servadega malmplaat (suuremõõteline tasaplaat – rihtplaat), millele asetatakse märgitav töötükk ja märkimisriistad. Hoidutagu märkimislaua rikkumisest esemete lohistamise või kukkudelaskmisega!

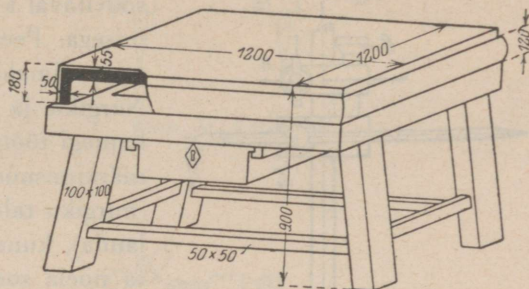
Raskete esemete paigutamiseks lauale seatakse laua kohale lakke tali, suuris käitis isegi sildkraanad. Joonis 47 näitab väiksemamõõtelist lauda pealispinna mõõtudes 1200×1200 mm.

Märkimislaua pind seatagu vesiloe abil täpselt horisontaalseks. Märkimislaua asukoht olgu valitud selline, et teda ei raputaks töömashinade tuikamine (soovitav betoonist vundamendil) ja et ta oleks hästi valgustatud. Suuremad laudad, millede mõõded võivad küündida kuni 6000 mm-ni, paigutatakse telliskivimüritisele ja nad tehakse madalamad, kõrgusega 700–800 mm, et märkija töö suuremate töötükkide juures oleks hõlpsam.

Joonlaud ja nurgik märkija tööriistadena valmistatakse parematest terastest, ning karastatakse ja lihvitakse; nende servad olgu ideaalselt sirged, nurgad täpsed. Nurgikuist kasutab märkija enamasti tallaga tüüpi, nagu on toodud joonisel 43 keskel.

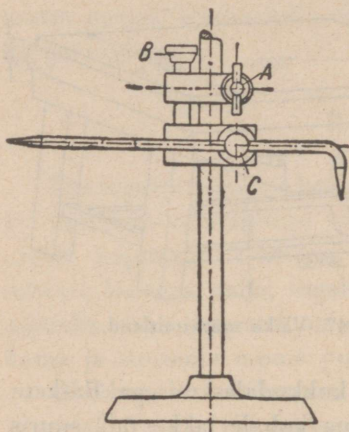
Märkimisnõel on ca 3-mm karastatud terastraadist (parem nn hõbeterasest) valmistatud naasklisarnaselt peenenevate otstega vahendjoonte tõmbamiseks märgitavale esemele. Üks märkimisnõela otstest on umbes 15 mm pikkuselt kõveraks painutatud.

Sammamärgits (saksa keeles Reißstock), mille paljudest erikujudest on toodud üks joonisel 48, koosneb tasaseks lihvitud põhjaga



Joon. 47. Väike märkimislaud.

malmalusest, millesse täiesti vertikaalselt on kinnitatud samm. Sambal liigub üles-alla nõelahoidja. Nõel kinnitatakse nõelahoidja külge kruviga *C* (viimasega saab mõnedel tüüpidel ka nõela kallakust



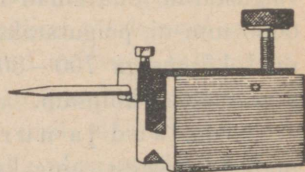
Joon. 48. Sammasmärgits.

muuta). Nõelahoidja hoitakse kindlalt soovitalv kõrgusel kruvi *A* kinnipööramisega. Peenemat nõela kõrguse seadmist võimaldab mikromeetriline kruvi *B*. Nurgiku ja sammasmärgitsa abil tõmbamegi töötükile jooni: nurgiku ja käsimärgimisnõela abil vertikaalseid jooni (nurgiku tald istub siis vastu märkimislauda), kuna sammasmärgitsaga, seades ta nõela soovitalvale kõrgusele ja surudes nõelaotsa vastu töötükki, samal ajal sammasmärgitsat mööda lauda edasi nihutades, – horisontaalseid.

Tihti on märgitsa sambale graveeritud skaala millimeetriteliste või koguni poolemillimeetriteliste jaotustega.

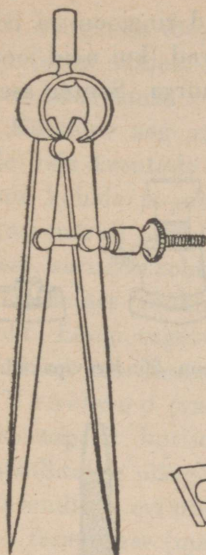
Joonis 49 kujutab karastatud terasest alusega märgitsat, mille põhja on tehtud prismaline sisselõige, mille tõttu ta istub kindlalt ka ümmargustel võllidel. Märgitsa peal asetsevat näppkruvi pöörates tõstame või langetame nõela otsa üles-alla.

Märgitsa nõel seatakse vajalikule kõrgusele (kõrguse mõõdet saadakse joonistelt) sambana alusele kinnituval, perpendikulaarselt üles-alla nihutada andval joonlaual. See joonlaud on varustatud millimeeter- (resp. toll-) jaotusega; tema nullpunkt asetseb märkimislauda tasapinnal, erijuhtudel aga tõstetakse joonlauda ka kõrgemale.

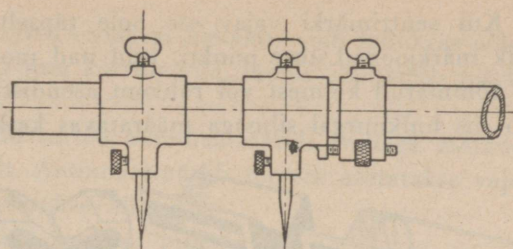


Joon. 49. Märgitsa prismalise alusega.

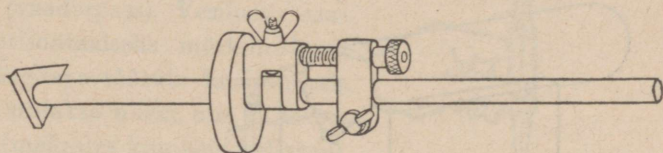
Sirkel on riist ringjoonte ja selle osade tõmbamiseks. Märkija (resp. lukksepa) sirkel on tugeva ehitusega, ta harude vahele võetud mõõt ei tohi joone tõmbamise ajal muutuda. Joonis 50 kujutab paremat lukksepasirkli; selle seadmine ja kinnitamine sobivasse mõõtu toimub kruvi abil.



Joon. 50. Sirkel.



Joon. 51. Varbsirkel.



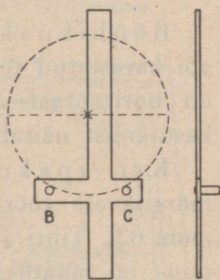
Joon. 52. Kriipsakk.

Varbsirkel (saksa k. Stangenzirkel) joonistab suurte raadiustega kaari (joon. 51). Mõningad neist on varustatud ka mõõtjaotusega, mis kantud varvale. Sirkliharude kaugus määratakse siis kohe sirkli endaga.

Kriipsakk. Joonte tõmbamiseks paralleelselt mingile juba olemasolevale servale kasutatakse kriipsakku (joon. 52). Vasakul pool otsas asetseva kolmnurkse teravikuga veetakse kriipsu, parempoolse varval nihutatava piirajaga määratakse kriipsu kaugus.

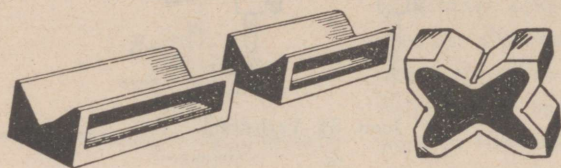
Sentrinurgik. Joonis 53 näitab meil üldiselt vähetuntud vahendit, millega määratakse ketaste, võlliotsuste jms. sentrit. Nurgik evib kahte naga B ja C, mis vastu ringjoonelise otsa serva surutuna juhivad joonlaua ühe külje alati kulgema läbi sentri.

(Nagade mõeldav vahejoon on ringjoonele kõõluks ja joonlaua vasak serv on kõõlu poolitav perpendikulaar. Geomeetria õpetab, et viimane läbib alati ringi keskpunkti.) Kui märkimisnõelaga tõmmata kahes nurgiku asendis jooned, asetseb senter joonte lõikepunktis.

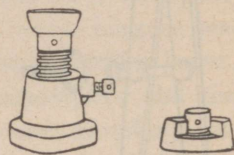


Joon. 53. Sentrinurgik.

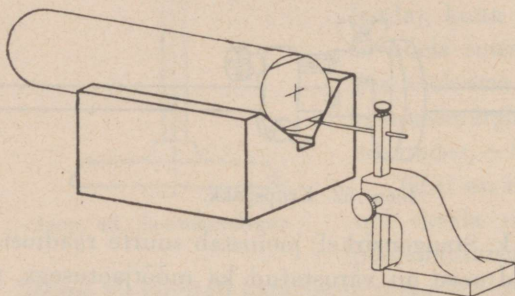
Kui sentrimärki vajav ese pole täpselt treitud ringjoon, ei läbi kõik märkjooned ühte punkti, vaid nad moodustavad (kui neid jooni on tõmmatud kolmest või rohkem asendist) hulknurga. Senter asetseb siis hulknurgal silmaga määratavas keskmes.



Joon. 54. Rööbikpakud.



Joon. 56. Kruvipakud.



Joon. 55. Rööbikpaku kasutamise näide.



Joon. 57. Märkel.

Rööbikpakud (paralleeltükid – joon. 54) valmistatakse malmist või karastatud terasest. Omavad täisnurkseid sisselõikeid, välispinnad on horisontaalsed ja üksteisega ideaalselt rööbikud. Ühe rööbikpaku kasutamist näitab joonis 55.

Kruvipakud ehk pisitungrauad (joon. 56) tulevad kasutamisele märgitavate töötükkide sobivas asendis hoidmiseks (kasutamisenäide joon. 62). Tihti aetakse küll läbi sellega, et otsitakse paraja paksusega puu- ja rauatükke esemete rõhtsaks paigutamiseks, kuid tavaliselt libisevad ja vajuvad need töötamise ajal ning suur hulk tööd on asjatult tehtud.

Märkel (kärn) (joon. 57). Sentrite märkimiseks ja peente märkjoonte silmapaistvaks tegemiseks lüüakse töötükki märkliga lohuke. Märkel on otstest kõvaks karastatud, ta teravik on 60° ja teda tuleb teritada treipingil padruni vahel, kunagi mitte käes. Märkel asetatagu

alati märgitava tööpinnaga risti – väikegi kallakus võib lohukese põhja tipu õigest kohast kuni 0,5 mm kõrvale viia. Joonis 58 näitab märkli õiget käsitlemist.

Käesolev aeg on toonud turule automaatmärkli, millega töötades pole vaja kasutada haamrit. Automaatmärkli teravik asetatakse vajalikule kohale ja märkel surutakse alla, kusjuures märkli teravik taandub osaliselt pide-messe, surudes kokku vedru. Õigel ajal vabaneb pidemes tõukur, mis annab teravikule hoobi. Löögi tugevus on reguleeritav. Teravikud on murdumise puhuks vahetatavad.

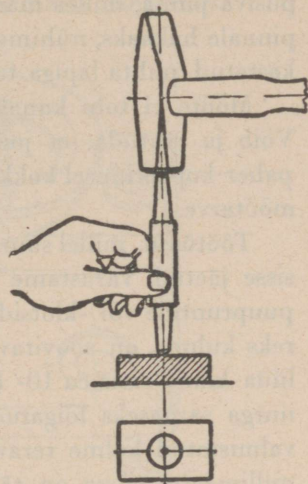
Vesilood (vaaderpass). Vesilooega seatakse täpselt horisontaalseks märkimislaud, kontrollitakse märgitava töötüki horisontaalset asendit ja määratakse nurki, mis ei asetse ühes tasapinnas (määrates kumbagi kallakust eraldi horisontaalpinna suhtes). Joonis 59 näitab universaalvesiloodi, millega saadakse määrata nii horisontaalsust kui ka vertikaalsust. Paremad vesilood omavad sellist täpsust, et nendega on võimalik määrata kõrvalekaldumisi suurema kui 0,1-sekundilise täpsusega.

2. Märkimisvõtteid.

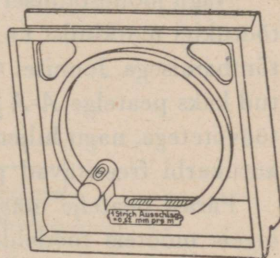
Üldine märkimise töökäik on järgmine:

Märkimisele asumisel tutvugu märkija kõigepealt joonestusega ja tehku seda nii põhjalikult, et ta võib töödeldavat eset endale kõigis detailides ette kujutada. Sellele järgneb töötüki värvimine, sest tõmmatavad jooned töötükil oleksid vähemärgatavad, kui me enne märgitavaid pindu ei värviks.

Töötlemata pindade värvimiseks kasutame veega piimapaksuseks segatud pulbrilist kriiti, millele lisame paremaks niduvuseks tavaliselt veidi sikatiivi. Varem ail aegadel lisati selleks ka tavalist tiseriliimi, kuid see ajas värvaine kiiresti roiskuma ja haisema. Varem juba enam-vähem tasaseks töödeldud pindu värvime



Joon. 58.
Märkli käsitlemine.



Joon. 59. Nurgik-vesilood.

piirituse-šellakilahusega, millele on juurde lisatud veidi fuksiini (aniliin-punast). Saadud vedelama värnitsa paksune punane värvaine püsib hästi töötükil ja tõmmatud läikiv puhassetalli joon on hästi nähtav. Väiksemaid, väga täpselt märgitavaid pindu värvime lahja vasesulfaadi (sinise silmakivi) lahusega, mis kuivades jätab mustjaspunase hästi püsiva pinna, milles märkimisjooned on selgesti nähtavad. Et see lahus pinnale hakkaks, nõuime värvitava pinna enne puhastatud bensiiinisse kastetud puhta lapiga tugevasti üle.

Mõõte ei tohi kunagi otse joonestuse pealt võtta (näiteks sirkliga). Võib ju juhtuda, et joone pikkusega on joonestusel eksitud või on paber kopeerimisel kokku tõmbunud. Alati kasutame ainult joonestuse mõõtarve.

Töötükid, millel suuremad avad on juba valamisel või sepiistamisel sisse jäetud, varustame (kui meil hiljem on vaja märkida avasentrit) puupruntide või -klotsidega. Et sentrimärk puus võib kasutamisel suureks kuluda, on soovitatav juba varem ligikaudselt arvatava sentri kohta lüüa klotsi sisse ca 10- kuni 15-mm küljepikkusega võrdkülgse kolmnurga sarnaseks lõigatud 0,5 mm paksusest messing- või vaskkarrast valmistatud kolme teravikuga naelake (millel kõik kolm nurka umbes millimeetri võrra on täisnurgas alla painutatud). Sellesse naelakesse löödud sentrimärk püsib.

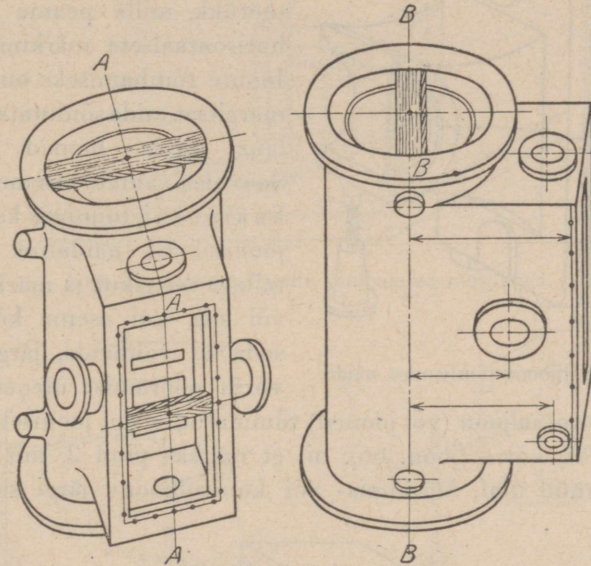
Värv kuivanud, paigutame töötüki märkimislauale.

Nagu joonestamisel kõigepealt märgitakse eseme teljed, nii alustame töötükigi märkimist telgede määramisega ja vastavate telgjoonte tõmbamisega. Joonisel 60 näeme aurumasina silindrit, millel on märgitud kaks peatelge *A-A* ja *B-B*. Neist telgedest lähtudes on siis vastavate töövõtetega, nagu hiljem näeme, märgitud äärikute (flanšside) keskmel, aurukarbi freesitavad pinnad ja aurukanalid.

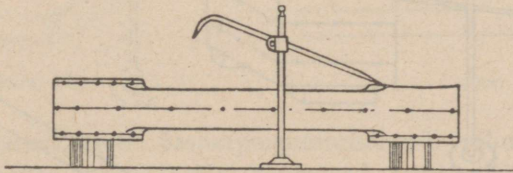
Pärast peatelje märkimist kontrollime veel kord, kas ese lubab end õigeis mõõteis töödelda. Joonis 61 näitab juhtumit, kus on selgunud, et parempoolne eseme ots langeb mõõdust välja.

On suuremad ümbertöötatavad pinnad märgitud, lähevad töötükid tavaliselt esimesele laastuvõtmisele. Sealt tulevad nad tagasi jällegi märkimislauale. Teiskordsel märkimisel on seni ümbertöötatud pinnad laualeasetamise ja edasise märkimise lähtekohaks. Nüüd juba märgitakse detailid, nagu väiksemate aukude sentrid, nuudid jne.

Et tähtsamad piir- ja telgjooned esimesel töötlemisel kaotsi ei läheks, siis jooned kärnitakse (märgeldatakse), mis seisneb selles, et märkli abil tikitakse joon üksteisest 10–20 mm eemal asetsevaid märkklauke täis. Sellised kärnimised on näidatud joonisel 60 ja 61 joontel asetsevate väikeste mustade punktikestena. Kärnida tuleb nii sügavalt, et pärast laastuvõtmist jääks veel osa märki nähtavaks.



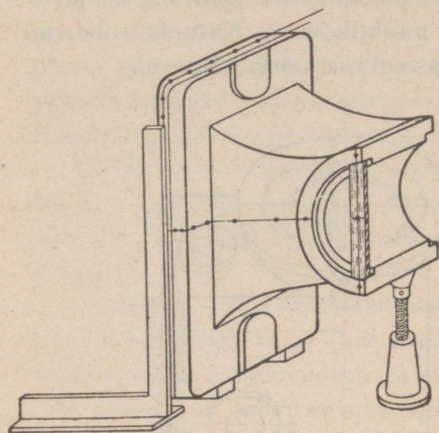
Joon. 60. Peateljed.



Joon. 61. Töödeldavuse kontroll.

Et kergendada freesijal või treialil töötüki pingile kinnitamist ja teiskordsel märkimisel pindade määramist, tõmmatakse töötükile mingile suuremale tasapinnale või sirgele servale töötlemisjoonest ca 10 mm kaugusel rööbikjoon, mida nimetatakse kontrolljooneks. Kontrolljoon jäetakse kärnimata.

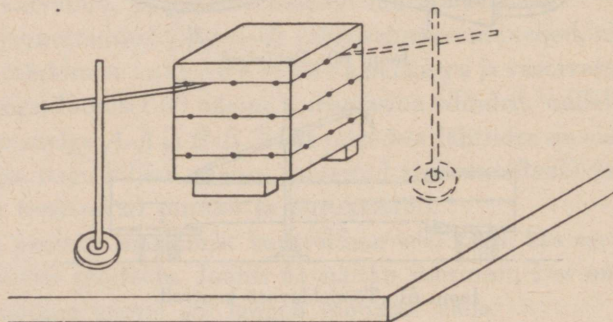
Joonisel 62 näeme rõõbiti laagripuki põhja hõõveldust määrava märkjoonega (kärniaukudega) paremal kontrolljoont, millest väljudes saab nurgiku abil laagripukki seada vertikaalasendisse.



Joon. 62. Kontrolljoone tõmbamise näide.

On horisontaaljoon (või jooned) tõmmatud, nagu joonisel 65, pööratakse eset 90° võrra (joon. 66), nii et näiteks pind 2, mis varem oli küljel, on nüüd ülal. Märkimis- või kontrolljoone järgi seatakse ese

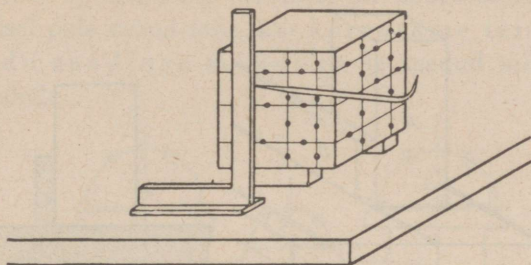
Joonte tõmbamine. Joonisel 63 näeme märkimislauda, millele on asetatud neljakandiline töötükk, mille peame varustama horisontaalsete märkimisjoontega. Joonte tõmbamiseks on kasutatud märgitsat, mida sõidutatakse mööda laua pinda. Jooned kärnitakse. Soovides samale esemele vertikaaljooni, toimime kas nii, nagu joonisel 64 näidatud, kasutades tallaga nurgikut ja märkimisnõela, või siis, kui eseme kõverpinnad seda ei võimalda, järgmist „ 90° võrra pööramise menetlust“.



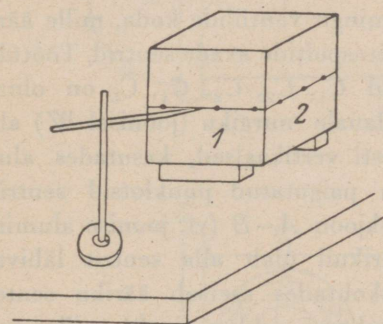
Joon. 63. Horisontaaljoonte tõmbamine.

nurgiku abil täiesti vertikaalseks ja tõmmatakse joonise järgi uued jooned, mis siis eelmistega on täiesti risti. Mitu korda pöörates saab kõiki külgi märkida.

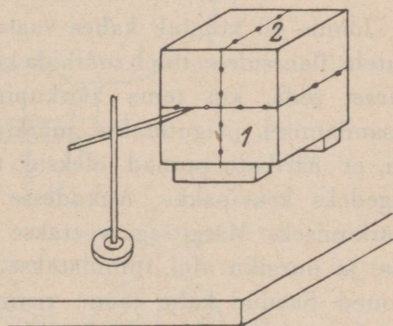
Kolmanda vertikaaljoonte märkimise viisina tarvitatakse märkimislauale vertikaalpindade loomist. Sellisteks pindadeks kasutatakse suuri õõnsaid täpselt täisnurka hõõveldatud ja kaabitsetud malmkaste, mille kõrgused võivad küündida 1000 mm-ni. Vertikaaljoone tõmbamiseks liigutakse märgitsaga siis juba mööda kasti külge üles-alla.



Joon. 64. Vertikaaljoonte tõmbamine nurgikuga.



Joon. 65.

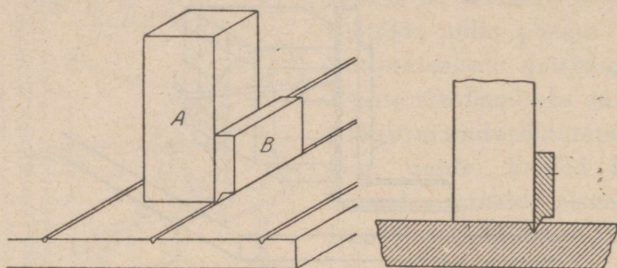


Joon. 66.

Et niisuguseid kaste ümberpaigutamisel või nihutamisel õigetes suundades hoida, varustatakse suuremad märkimislauald madalate, peenikeste rihvadega ehk nuutidega (soontega), mis moodustavad laual 250- kuni 300-mm vahedega joonestiku või ruudustiku. Kasti külge seatakse ikka rihvaga rööbiti, mida aitab mugavamalt teha terava servaga joonlaud, mis asetatakse rihva sisse ja mille vastu surutakse kast. Joonis 67 näitab osa sellisest lauast, millele on paigutatud kast A ja joonlaud B. Kaste kasutatakse ka sel puhul, kui märgitsa samm ei

ulatu üle märgitava eseme. Kast paigutatakse lauale ja märgits tõstetakse kastile. Vajaduse puhul tõstetakse üksteisele mitu kasti.

Tavalisemaid märkija töid pärast seda, kui peale esimest märkimist ja pindade tasandamist töötükk on märkija juurde tagasi jõudnud, on aukude ja mulkude märkimine.

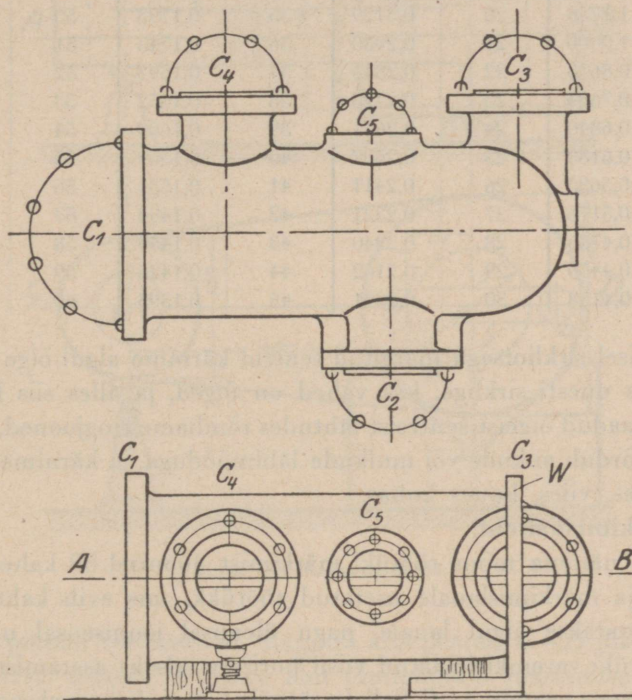


Joon. 67. Märkimiskasti paigutus joonlaua abil.

Joonis 68 kujutab kahes vaates mingit ventiilide koda, mille äärikutele (flanšsidele) tuleb märkida kinnituspoltide avade sentrid. Töötükk pärast seda, kui tema äärikupinnad C_1, C_2, C_3, C_4, C_5 on olnud tasandamisel, paigutatakse märkimislauale nurgiku (joonisel W) abil nii, et äärikute pinnad oleksid täiesti vertikaalsed, kasutades alustugedeks kruvīpakke. Aukudesse on paigutatud puuklotsid sentrite märkimiseks. Märgitsaga veetakse keskjoon $A-B$ (vt. joonise alumine osa) ja nurgiku abil tõmmatakse äärikuil ülalt alla sentrit läbivad jooned. Saadud kahe joone ristumiskohtades asetseb ääriku senter. Joonestuselt leitud mõõtude järgi tõmbame sirkliga ringid, mille peal asetsevad kinnituspoltide aukude sentrid. Äärik C_1 evib kümme, C_2, C_3, C_4 kuus ja C_5 kaheka kinnitusauku.

Ringjoone jaotamine kuude ossa on lihtsaim toiming, nimelt mahub ringjoone raadius parajasti kuus korda kõõludena ringjoonele. Ka kaheksasse ossa jagamine pole eriti tülikas, sest sentri märkimisega oleme juba ringjoone neljaks jaotanud, vaja on ainult iga neljandik ringjoone lõigust veel pooleks jagada. Samuti on ringjoonte jagamine 12 ossa lihtne, jällegi ainult jaotame raadiusega määratud kuuendiku pooleks. Samuti toimime ka jagamistel 16, 24, 32 jne. osadeks.

Ringi jaotamine mingiteks teisearvulisteks osadeks on palju tülilikam. Hästi aitab seejuures meid tabel nr. 5. Nimelt on selles tabelis toodud esimeses lahtris arv, millega on määratud ringjoonte osade arv (mitmeks osaks soovime jaotada ringjoont), ja teises lahtris arv, mis näitab kõõlu pikkust, sel juhul, kui ringi raadius võrdub ühega ($r=1$). Kui meil raadiusel on mingi teine suurus, siis osadeks jagamisel pole muud teha, kui korrutame teises lahtris antud mõõdu raadiuse mõõduga ja saadud mõõdu võtame sirkliharude vahele.



Joon. 68. Äärikute aukude märkimine.

Võtame näiteks – peame joonise järgi jaotama ringjoone 25 osaks. $D = 700$. Kui suur on sirkliga võetav kõõl?

$$k = 0,2507 \frac{700}{2} = 87,75 \text{ mm.}$$

Tabel nr. 5. Ringjoone jaotamine.
Kõõlu pikkuse olenevus jaotuste arvust, kui $r = 1$.

Jaotuste arv ring-joonel	Kõõlu pikkus	Jaotuste arv ring-joonel	Kõõlu pikkus	Jaotuste arv ring-joonel	Kõõlu pikkus	Jaotuste arv ring-joonel	Kõõlu pikkus
1	0,0000	16	0,3902	31	0,2023	46	0,1365
2	2,0000	17	0,3676	32	0,1961	47	0,1336
3	1,7321	18	0,3473	33	0,1901	48	0,1308
4	1,4142	19	0,3292	34	0,1846	49	0,1282
5	1,1756	20	0,3129	35	0,1793	50	0,1256
6	1,0000	21	0,2980	36	0,1743	51	0,1231
7	0,8678	22	0,2845	37	0,1697	52	0,1207
8	0,7654	23	0,2723	38	0,1652	53	0,1184
9	0,6840	24	0,2611	39	0,1609	54	0,1164
10	0,6180	25	0,2507	40	0,1569	55	0,1143
11	0,5635	26	0,2411	41	0,1531	56	0,1122
12	0,5176	27	0,2321	42	0,1494	57	0,1103
13	0,4786	28	0,2240	43	0,1459	58	0,1084
14	0,4450	29	0,2162	44	0,1426	59	0,1064
15	0,4158	30	0,2091	45	0,1395	60	0,1047

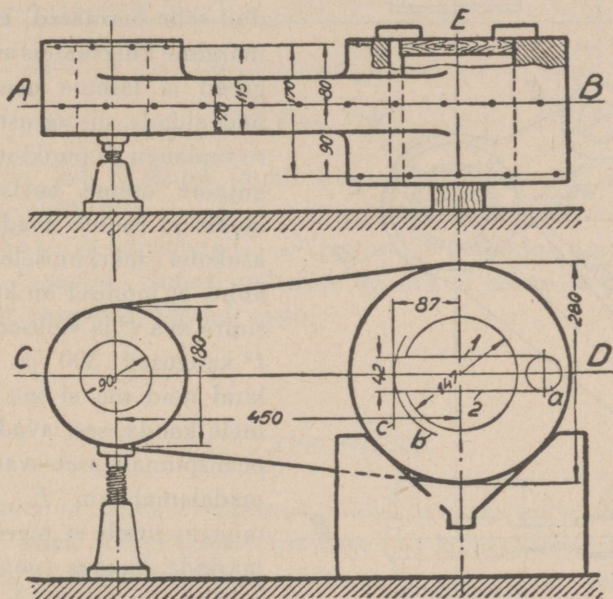
Jaotamisel sirkliotsaga märgitud sentrid kärnime algul õige nõrgalt, kontrollime uuesti sirkliga, kas vahed on õiged, ja alles siis kärnime lõplikult. Saadud õigeist sentreist lähtudes tõmbame ringjooned, millede läbimõõt võrdub aukude või mulkude läbimõõduga, ja kärnime saadud ringid neljas, viies, kuues kohas.

3. Märkimisnäiteid.

Jälgime näitena mõne töötüki märkimist. Joonisel 69 kahes vaates kujutatud ja märkimislauale asetatud töötükk, mis evib kahte suurt avaust, asetatakse algul lauale, nagu ülemisel jooniseosal näidatud. Pärast töötüki varemkirjeldatud viisil horisontaalseks asetamist märgitakse esimesena peatelg $A-B$. Selleks töötüki kitsam koht (paksus 70 mm) jaotatakse pooleks ja sel kõrgusel veetakse märgitsaga joon ümber eseme. Märgitsanõela 90 mm madalamale asetades märgitakse parempoolse jämedama osa alumine pind. Samuti tehakse 80 mm peateljest kõrgemal vasempoolse jämedama osaga. Sarnaselt eelmistega märgitakse kõik muud käesolevas joonises tähistamata horisontaalmõõted. Samas asendis märgitakse ka veel pealmise pinna peatelg $C-D$ ja otsitakse

avauste sentrid (avad on varustatud puuklotsidega), millede vahe peab olema 450 mm. Saadud sentreist tõmmatakse vastavalt 147- ja 90-mm läbimõõduga ringid.

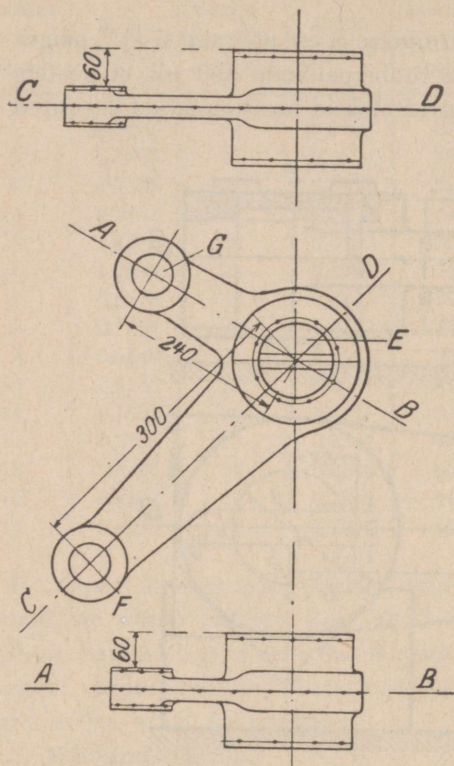
Tõmmatud jooned ja sentrid kärnitakse ja ese pööratakse 90° , paigutades teda krupipakkude ja suurte rööbikpakkude abil nii, et peatelg $C-D$ ja sellel asetsevad avade sentrid oleksid horisontaalsed ja suured



Joon. 69. Märkimisnäide.

lamedad pinnad vertikaalsed. Märkitsa abil peatelg $C-D$ pikendatakse ümber terve töötüki. Nurgiku abil tõmmatakse märkimisnõelaga ka sentreid läbivad vertikaaljooned. Pärast viimati nimetatud joonte kärnimist töötükk läheb esimesele töötlusele, kus treitakse avad ja hõõveldatakse-freesitakse märgitud tasapinnad. Siis paigutatakse ta telje $C-D$ järgi horisontaalseks ja sellel teljel kuskil vabal kohal tõmmatakse 42-mm läbimõõduga ringjoon a , et saaks märkida suures avas asetsevat 42 mm laiust nuuti. Lähtudes joonestatud ringist, tõmmatakse märgitsaga kaks 42 mm kaugusel asetsevat rööbikjoont 1 ja 2. Suure ava sentrist tõmma-

takse sirkliga 87-mm raadiusega kaareosa b ning nurgiku ja märkimisnõelaga sellele puutuja c . Nii märkisime nuudi asukoha ja mõõted.



Joon. 70. Märkimisnäide.

mis tähistavad tegelikke sentrite kaugusi, on pikemad. Kui suured nad on? Matemaatika väidab, et täisnurkses kolmnurgas kahe täisnurga juures asetseva külje (kaatete) ruutude summa võrdub täisnurga vastaskülje (hüpoteenuusi) ruuduga, seega

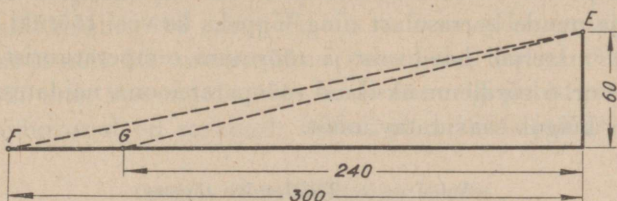
$$\sqrt{60^2 + 240^2} = \text{vahemaa } EG = 247 \text{ mm}$$

$$\sqrt{60^2 + 300^2} = \text{vahemaa } EF = 306 \text{ mm}$$

Ei taha me arvestamisega tegelda, joonistame tasasele metallplaadile märkimisnõelaga nurgiku abil täisnurga, paigutame nurgast lähtudes

Teiseks vaataksime juhtumit, kus tuleb märkida kaugusi, mis ei asetse ühes tasapinnas. Joonis 70 kujutab mingit nurkvinnakut, kus all ja peal on toodud selle otsvaated. Esimesena märgime külgvaateis antud kõrgused ja laseme need mõõtu hõõveldada, siis varustame suure tapiaugu E puuklotsiga, paigutame eseme horisontaalselt lauale ja asume avade G ja F asukoha märkimisele. Näeme kohe, et joonisel on küll antud suure ava E ja väiksemate G ja F kaugused 300 ja 240 mm, kuid neid me ei saa otse esemele kanda, sest avade G ja F pealispinnad asetsevad 60 mm madalamal kui E . Loomulik mõistus ütleb, et tegelik sentrimärkide kaugus (poolkallakult mõõtes) on suurem kui joonestusel antud mõõt ja seda näeme ka joonisel 71: punktiirjooned,

ühele küljele 60 mm, teisele 300 ja võtame saadud punktide vahemaa sirkliharude vahele. Otsekohe on meil vajalik mõõt – 306 mm – käes. Samuti toimime teiste mõõdetega.



Joon. 71.

On meil ava E senter õrnalt kärnitud, asetame 306 mm sirkliile, paigutame sirkli ühe otsa E sentrisse ja tõmbame teise otsaga mööda F kaare. Kaare ja teljejoone $C-D$ (joonise 70 keskmine osa) lõikepunkt ongi ava F senter. Samuti märgime ka ava G sentri ja jätkame siis märkimist varemkirjeldatud viisil.

C. TAPSUSTEST.

Oletame, et peame sepistama mingi eseme, mille üks külg on näiteks 17 mm. Valmistamise ajal kogu aeg kontrollime nihkkaliibriga (supleriga), et saada tarvilikku mõõtu ja lõppeks oleme rahuldatud – mõõt on nihkkaliibriga mõõtes 17 mm. Kontrollides aga sama mõõtu mikromeetriga, veendume, et mõõt erineb nii mõnegi kümnendiku mm võrra seitsmeteistkümnest. Samalaadiline olukord esineb ka kõikide teiste töötlusoperatsioonide puhul, – mõni veel täpsem mõõduriist avastab jällegi vea, mis võib küll lõppeks küündida kümnetuhandikesse millimeetrisse – aga täpse (absoluutsè) mõõduni, näiteks 17 mm-ni, me kunagi ei jõua. Ja pole vajagi. Aitab, kui töötlemine antud juhul vajaliku täpsusega. Ega me mõõda näiteks vahemaad Tallinnast Narva millimeetriselise täpsusega ega raudväravat sepistades tema kõrgust sajandikmillimeetriga – küll aga on sajandikuline täpsus vajalik näiteks uuriratta telje läbimõõdu juures. Vajalik täpsus oleneb eseme otstarbest, suurusel, vastutusrikkusest ja asukohast.

1. Töötlemise täpsus.

Vajaliku täpsuse saavutamine oleneb töötleja vilumusest, tööriistade ja töömasinate headusest ja korrasolust, sobivaist mõõduriistadest ja nende korrasolust ning lõppeks ka veel töötüki suurusel, töödeldava materjali headusest ja tööruumi temperatuurist.

Tabelis nr. 6 võrdleme üksikuid tööoperatsioone, näidates, kui suurtes piirides kõigub saavutatav mõõt.

Tabel nr. 6. Töötlemise täpsus.

Tööoperatsioonid	Täpsus mm
Tavaline valu	2 — 10,0
Täpne sepistamine	0,5 — 5,0
Lõikamine käsisaie ja -kääridega	1,0 — 3,0
Lõikamine masinsae ja -kääridega	0,5 — 1,5
Meisliga raiumine	0,5 — 1,0
Stantsimine	0,1 — 1,5
Pressvalu	0,1 — 1,0
Lihvimine smirgelriidega ja lihvimispinkidel	0,05 — 0,5
Vülimine, olenevalt viili tüübist	0,01 — 0,3
Kaabitsemine	0,005— 0,05
Täpne lihvimine	0,001— 0,005
Puurimine käsipuurmasinaga	0,1 — 1,0
Puurimine masinail	0,05 — 0,2
Treimine	0,01 — 0,2
Freesimine	0,02 — 0,2
Hõõveldamine	0,03 — 0,2
Hõõritsemine masinail	0,01 — 0,1
„ käsitsi	0,005— 0,05

2. Mõõduriistade täpsus.

Tabelis nr. 7 märgime, kui suure täpsusega näitavad mõõduriistad.

Tabelis nr. 7 toodud andmed on kehtivad muidugi sel puhul, kui mõõduriist on korras ja kulumata. Tarvitatavamaid mõõduriistu nagu nihkkaliibrit ja mikromeetrit kontrollime korrasolu suhtes lihtsamalt seega, kui asetame nad nullseisakusse. Korrasoleval mikromeetril nullseisu puhul ei tohi mõõtpindade vahelt kuskilt valgust läbi paista. Lihtsamal nihkkaliibril võivad üksikud läbihelendavad kohad esineda,

paremail nihkkaliibreil, millega määrame kaheajandikulisi täpsusi, ei tohi olla ka neid.

Mööduriista täpsust mõjutab ka temperatuur. Täpsemail mõõtmis-
masinail on seepärast püütud temperatuuri mõju mitmel viisil vältida.
On meil nihkkaliiber 100 mm pikk, siis on tema pikenemine 1° kohta
0,0012 mm ja näit. 20° temperatuuri vahe puhul (talvel väljas ja toas)
tervelt 0,025 mm. See on juba viga, mida mitmelgi puhul peame arves-
tama. Mööduriistad on tavaliselt normitud +20°C juures.

Tabel nr. 7. Mööduriistade täpsus.

Riista liik	Täpsus mm
Taster	± 0,5
Nihkkaliiber, tavaline	± 0,1
„ väga täpne	± 0,02
Mikromeeter kuni 100 mm	± 0,01
Mikromeeter üle 100 mm	± 0,02
Indikaatorid ja mõõtmismasinad	± 0,002
Mööduplaadid (plastiinad)	± 0,0005
Optilised indikaatorid	± 0,0005

3. Sallitavus (tolerants).

Valmistades eset, kus mingis avas peab mingi telg andma end vabalt pöörata, mõistame, et telg ei tohi olla jämedam kui ava, samuti ei tohi ava olla väiksem kui telg. Küll aga võib telg, kui näit. tema mõõduks on antud 10 mm, veidi peenem olla, samuti võib vastav ava olla suurem kui 10 mm – telg ju ikka mahub avasse. Kui palju kumbki mõõt nimimõõdust suurem või väiksem võib olla, selle määrab juba eseme otstarve ja kasutamine ja selle lubatava kõrvalekaldu-
mise määrab tavaliselt konstruktor, märkides joonestusele vastava mõõtaruva taha, kui palju tohib tegelik mõõt nimimõõdust erineda, ilma et see häirivaks muutuks. Lubatav erinevus, mis märgitakse lisa-
arvuga, millele ette asetatakse märgis kas – või + või ka mõlemad (±), nimetatakse sallitavuseks. Esineb näiteks arv 5,2 – 0,05, siis tähenda-
b see seda, et antud nimimõõdust 5,2 võib ese kuni 0,05 mm võrra lühem olla. 120 + 1 lubab 120-mm eseme pikema teha kuni 1 mm võrra. Esineb näiteks arv 65 ± 0,5, siis võime tegelikkuses antud nimi-

mõõdust erineda viimast kas suurendades või vähendades 0,5 mm (vt. ka osa „Piirkaliibrid“).

4. Sobitamine.

Mõningate masinate, relvade jne. valmistamisel kehtib osade vahetatavuse nõue, mis seisneb selles, et kui näit. 10 ühte tüüpi masinat lahutatakse üksikosadeks ja monteeritakse siis uuesti kokku juhuslikult segunenud üksikosadest, siis iga sääraselt monteeritud masin peab korralikult töötama. Selge on, et säärast head sobivust saavutatakse ainult seega, et osade mõõtude sallitavused olid hoitud õigeis piires ning ka töötlemine ja töödeldud esemete mõõdete kontroll oli olnud tõhus.

Ka kulunud või purunenud üksikosade asendamine või juurdetellimine on lihtne, kui osad on vahetatavad.

Kahe või enama töödeldud üksikosa üksteisele mõõtudelt kohandamist nii, et nad neile asetatud ülesannet õigesti täidaksid, nimetatakse sobitamiseks (juurdepassimiseks).

Kokkukuuluvad masinaosad vajavad mitmesuguseid sobitusi – mõningad osad võivad isegi veidi n.-ü. logiseda, tehnilises keeles öeldult – evivad mänguruumi, teised peavad istuma vastakuti kindlalt jne.

Neid mitmesuguseid masinaosade sobimisi nimetatakse istumiseks ja eritingimusist olenevalt eraldatakse masinalukksepatöös peamiselt nelja istu:

1. Laagri-ist – sobivus laagri ja võlli vahel, kusjuures võllil peab olema võimalik ladus tiirlemine. Laagri-ist vajab mänguruumi õli jaoks.
2. Nihutus-ist – sellistel osadel, mis peavad end üksteise peal või üksteise sees käsitsi nihutada võimaldama.
3. Tugev-ist – osadel, mis lihtsa surumise või kergete haamrilööki-dega on üksteisele asetatud.
4. Kinnis-ist – osadel, mis evivad kindlat ühendust ja on kohale paigutatavad ainult tugeva survega (tihti isegi pealeasetatavate osade kuumutamisel).

Sobitamine on lihtne, kui konstruktor juba sallitavusega on mõõdete kõikumisele õige piiri ette seadnud; sel puhul kujuneb sobitamine lihtsalt montaažiks. Konstruktorit aitavad sallitavusi määrata katsete

põhjal koostatud tabelid. Tihtigi aga, kui joonestusel puuduvad sallitavuse tähistused, peab töötleja neid ise oma praktiliste kogemuste põhjal määrama. Kui ka see osutub võimatuks, jääb ainukesena üle nn. kohalsobitamise, mis seisneb selles, et töötükk töödeldakse sobitavais mõõteis välja mitte lõplikult, vaid õiged mõõted antakse talle alles koos teise sobitatava osaga või montaaži ajal. Sellest lähemalt hiljem.

III. Töötlemine.

A. TÕORIISTADEST ULDISELT.

Metallide töötlemine toimub peamiselt kolmel viisil:

- a) töötlemisel kasutatakse metallide sitkust ja jäädavat deformatsiooni – sepiistamine, valtsimine, tõmbamine, trukkimine jne.;
- b) metalli töödeldakse täieliku või osalise sulatamisega – valutööd, jootmine, keevitamine jne.;
- c) metalli küljest teostub osade eraldamine – viilimine, raiumine, puurimine, treimine, freesimine, lihvimine jne.

Töötlemiseks vajame riistu ja riistmasinaid, mis jagatakse:

- a) mõõduriistad ja ettevalmistamise abinõud (eespool juba kirjeldatud);
- b) töödeldavate tükide pidamisvahendid – kruustangid, tangid jne.;
- c) tööriistad – haamrid, viilid, käärid, saed, puurid jne.;
- d) riistmasinad – treipingid, freespingid, hõõvelpingid, puurmasinad jne.

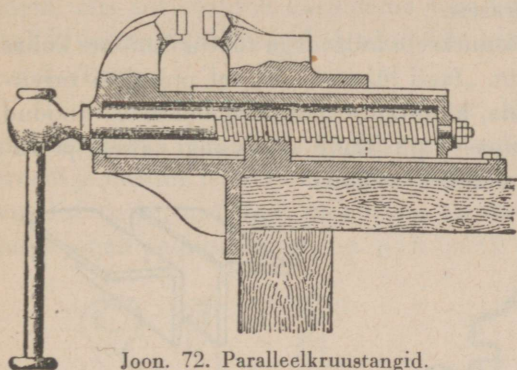
Varem, mõõduriistade ja märkimise osas, mainisime juba, kui oluline on hea töö saavutamiseks hea mõõdu- või märkimisriist, ja juhtisime tähelepanu alatisele riistade korrasolu kontrollile. Ka nende riistade juures, mille kirjeldamisele asume, on sama nõue kehtiv, kuigi vahest mitte nii karmilt. Olulisim on – tööriista kasutada alati ainult selleks, milleks ta on määratud, kunagi mitte muuks otstarbeks. Nii-sugused väärvõtted, nagu seadvõtme kasutamine haamrina või mutri lahtikeeramine meisli ja haamri abil, või koguni nihkkaliibri kasutamine mutrite – kuigi väikeste – lahtikeeramiseks⁽¹⁾, rikuvad riistu või töötükke ja seepärast olgu alati kindlaks reegliks: ainult õige tööriist õigel kohal.

B. TÕORIISTADEST JA TÖÖTLEMISEST.

1. Kruustangid.

Kruustangidega hoiame kinni töödeldavat eset. Pingile kinnitata-vaid kruustange, nn. paralleelkruustange, kujutab joonis 72. Nimetus on tulnud sellest, et kruustangi lõuad, mille vahele töötükk

pitsitatakse, jäävad igas asendis teineteisele paralleelseks, mida ei saa ütelda aga vanematüübilise, nn. sepakruustangi kohta, mida



Joon. 72. Paralleelkruustangid.

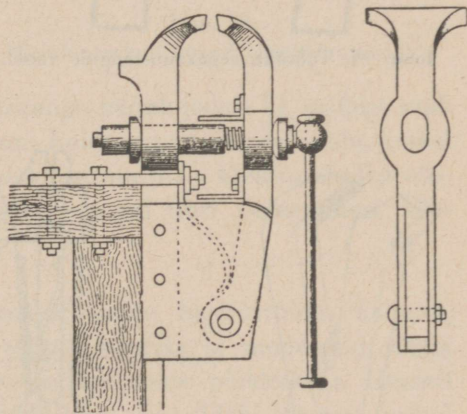
aga halvaks küljeks asjaolu, et paki serv surutakse sügavale töötüki sisse (pakid on tavaliselt, nagu joonisel 72 näha, eraldi lõugade külge kinnitatud ja valmistatud krobeliseks rihveldatud karastatud terasest),

vigastades viimast, või jälle töötüki kinnitumine jääb nõrgaks.

Mainitud veast on vaba paralleelkruustang, sest tema rõõbikuks jäävad lõuad suruvad tervele töötükile, jättes sinna vähemärgatavaid jälgi. Jämeda, ruppvüliga viilimisel ei häiri need rihveldatud pakkide jäljed üldse, kuid töötükki peene lihvimisvüliga täpselt viimistelles rikuksid nad viimast ja selle vältimiseks asetame pakkidele peale mingist pehmest metallist (plüst, alumiiniumist) katted, nn. pehmed pakid (joon. 75).

Õige puhta töö puhul või kui soovime keermetisega varustatud eset kinnitada, teeme need isegi puust. Karra painutamiseks paigutame kruustangi lõugade vahele kas kaks tükki nurkterast või joonisel 76 toodud karrapainuti, mille koos karraga

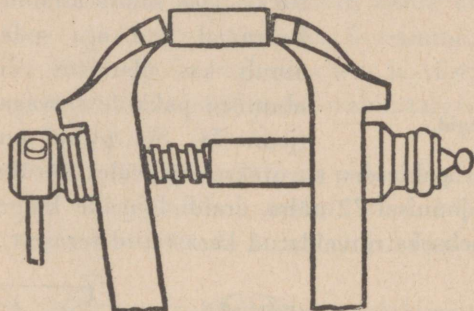
kujutab joonis 73. Viimase juures nimelt ainult ühes asendis kruustangi lõuad asetsevad paralleelselt ja suruvad siis ka kogu oma kinnihoidva pinnaga (nn. pakkidega) vastu töötükki, igas muus asendis haaravad nad aga seda ainult kas ülemiste või alumiste pakkide servaga (joon. 74).



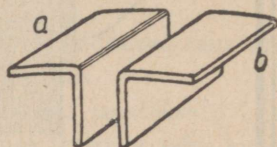
Joon. 73. Sepakruustangid.

pitsitame kruustangi lõugade vahele nii, et painutamise koht ühtuks painuti pealmise pinnaga. Karrapainuti valmistame ise joonisel näidatud kujul ca 10-mm latt-terasest.

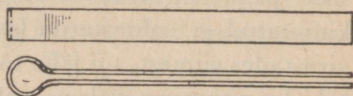
Mõnikord tuleb mõnel täisnurksete külgedega töötükil mõnes kohas kaldset pinda viilida (näit. nn. „faasi lükata“). Et sel puhul ei tarvitseks viili kogu aja viltu hoida, kinnitame töötüki joonisel 77 toodud faasipakkide vahele, viimased pitsitame kruustangi vahele ja viilime siis, hoides viili horisontaalses asendis.



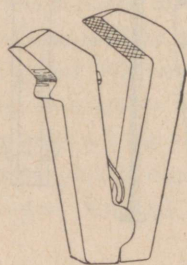
Joon. 74. Töötükk sepakruustangide vahel.



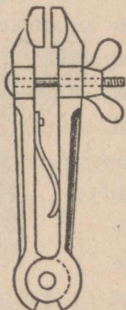
Joon. 75. Pehmed pakid.



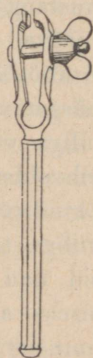
Joon. 76. Karrapainuti.



Joon. 77. Faasipakid.



Joon. 78. Käsikruustangid.



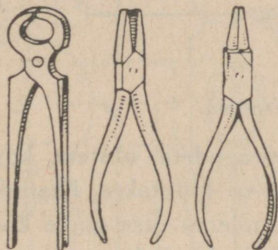
Joon. 79. Pisikruustangid.

Väiksemate töötükkide hoidmiseks, traadi tõmbamiseks, karrapainuti kruustangi lõugade vahelt väljaulatuvate otste pitsitamiseks jne. kasutame käsikruustange (joon. 78) ja õige pisikeste esemete hoidmi-

seks nn. kellasepa-kruustange, mis tavaliselt evivad õõnsat käepidet, et tangi pakkide vahele saaks pitsitada ka pikki vardasarnaseid esemeid, mis süis osaliselt käepideme sisse ulatuvad. Joonisel 79 on sellised kruustangid, mille pakid surutakse kokku tiivikmutri keeramisega.

2. Tangid.

Töösemetete haaramiseks, jootmise ajal kinnihoidmiseks, traadi painutamiseks, traadist aasade tegemiseks, naelte väljatõmbamiseks, traadi ja neetide läbihammustamiseks jms. töödeks kasutatakse mitmekujulisi tange, milledest mõned on toodud joonisel 80. Eriti sepistamine vajab paljusid tange, nn. pihtisid (vt. peatükk „Sepistamine“).



Joon. 80. Tangisid.



Joon. 81.

Kombineeritud tangid (montööritangid).

Kombineeritud tange, nn. montööritange, näitab joonis 81, millega saab mitmeid töövõtteid sooritada (kinni hoida, traati hammustada, keskel asetseva hambulise avaga peent toru haarata jne.). Elektrotehnika-töödeks varustatakse eespool nimetatud tangid tihti isoleerainest käepidemetega.

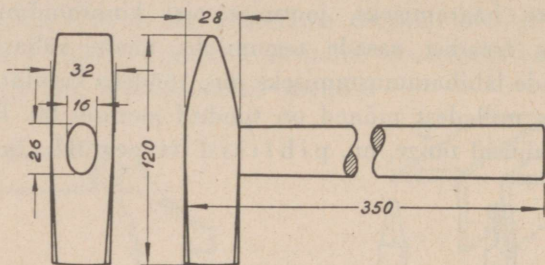
3. Haamrid.

Lukksepatöös kasutame peamiselt kahte haamritüüpi. Esimest, joonisel 82 toodud, nimetatakse saksa haamriks ja moodustab lihtsa auguga varustatud kiilu kuju, olles ise nelinurkse põiklõikega. Haamri raskuse asetseb varreavast allpool, mis võimaldab löömise puhul täpsemat tabamust. Joonis 83 kujutab nn. inglise haamrit, mis oma ümmarguse talla tõttu väärilõökide puhul ei jäta inetuid jälgi.

Haamrid valmistatakse 0,4–0,6% süsinikku sisaldavast terasest, nende löögiotsad karastatakse ja poleeritakse. Lukksepaahaamreid valmistatakse 60–1000 g raskuses; joonisel 82 toodud mõõted vastavad 600-g haamrile. Vilumus õpetab, milline töö nõuab mingi raskusega haamrit.

Meisliga raiumise puhuks võiks võtta iga meislitera laiuse millimeetri kohta 40–60 g haamri kaalu (näiteks 10 mm laiuse teraga meisel vajab ca 500-g haamrit).

Peale siintoodud-kujuliste vasarate esineb neid veel õige mitmesuguseid, milledest mõningaid vaatleme seoses sepistamisega.



Joon. 82. Lukksepa-haamreid.

Vars vasarale valmistatakse mõnest pragudeta, oksteta, kõvemast puusordist (näit. pihlakast või kasest) ja ta kiilutakse haamriavasse 2–3 mm paksuse kiiluga. Varre ava on mõlema otsa poole koonuselisel laienev, et vars istuks avas tihedalt ja kindlalt.

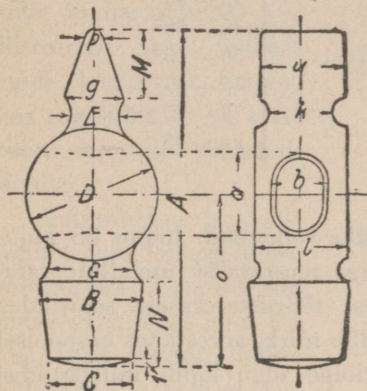
Paremaks käeshoidmiseks tehakse haamri vars ovaalse lõikega, kusjuures pikem telg on umbes poolteist korda lühemast suurem.

4. Tera kuju.

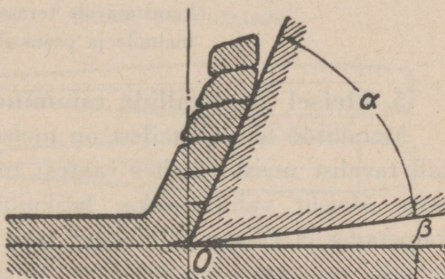
Mõjumist esemele teise kõvemast materjalist esemega sellise tungiga ja sellise suunaga, et teine ese eraldab esimesest ühe osa, nimetame lõikamiseks. Metallitöös kasutame seda töövõtet igasuguste lõikeriistadega esemeid ümber töötades. Terale anname lõikamisliikumise kas löökidega või pideva survega. Tõhusaks lõikamiseks on vaja sobivat lõikeriista. Lõikamist teostavat osa nimetatakse teraks ja viimane evib alati kiilu kuju. Mõistame loomulikult, et tera lõikab seda paremini, mida teravama nurgaga ta on (mida õhem ta on), kuid teiselt poolt liiga õhuke tera murduks hõlpsasti ja pealegi lõigatava materjali hõõrdumine vastu tera külgi suureneb tugevasti teranurga vähenemisega. Kõigil neil kaalutlusil kujuneb teral, vastavalt materjalile, mida lõigatakse, ja lõikamisviisile, teatav kindel kuju.

Tera ja lõigatava materjali vahelist hõõrdumise olenevust tera nurgast saab selgitada järgmise arutlusega: Kiilukujuline tera, tungides

materjali, surub oma külgedega materjali osakesi üksteisest eemale (lõhestab). Tera tungib materjalsse seda paremini, mida õhem ta on, teiste sõnadega – surub lõigatavat materjali oma külgedega laiali seda tugevamini, mida teravam on kiil. Mida tugevamini aga tera küljed materjali osakesi eemale suruvad, seda tugevamini viimased suruvad vastu tera külgi – tekib tugev materjali ja tera külgede vaheline hõõrdumine, mis kaotab tera õhuksusega saavutatud paremuse.



Joon. 83. Inglise tüüpi lukksepa-haamer.



Joon. 84. Teranurk ja taganurk.

Et vähendada materjali ja tera vahelist hõõrdumist, antakse metalli lõikamisel terale joonisel 84 kujutatud asend – hõõrdumine teostub ainult vastu ühte tera pinda. Tera ja materjali vahel asetsevat nurka β nimetatakse seade- ehk taganurgaks (siin on eeldatud, et tera liigub horisontaalselt), α – lõikav kiilunurk – kannab teritusnurga ehk teranurga nimetust. Teranurga ja seadenurga summat nimetatakse lõikenurgaks ($\alpha + \beta = \text{lõikenurk}$).

Tabelis nr. 8 esinevad mitmesugustele materjalidele sobivad teranurgad (M. A. Sokolovi andmed).

Taganurka (β) hoitakse võimalikult väikesena, muidu võib tera kergesti murduda. Taganurk valitakse tavaliselt $4-10^\circ$.

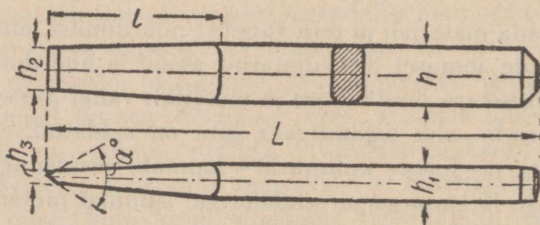
Teranurk oleneb ka tera materjali tugevusest ja sitkusest. Mida sitkemast ja tugevamast materjalist tera on valmistatud, seda väiksem võib olla teranurk ja ümberpöördukt.

Tabel nr. 8. Teranurkade suurused.

Lõikeriist või lõigatav materjal	Teranurk
Kirurgilised ja prepareerimisnoad	8 — 12°
Habemenoad	12 — 16°
Noad puu, paberi, kummi lõikamiseks	15 — 20°
Naha ja korginoad	20 — 25°
Puutööriistad (peitlid, hõõvliterad)	20 — 35°
Lõiketerad alumiiniumile	35 — 40°
„ vasele	40 — 50°
„ messingile	50 — 55°
„ pehmetrasele (raud)	55 — 65°
„ karastatavale terasele	70 — 75°
„ malmile ja pronksile	kuni 85°

5. Meisel ja metallide raiumine.

Metallitöö lõikeriistadest on meisel üks vanemaid. Joonis 85 kujutab tavalist meislit (kahes vaates), millega teostatakse metallide raiumisi. Meislit valmistatakse latikujulisest tööriistaterasest sepistades, karastades ja käiates talle sobiv tera, mille nurk, arvestades eespoolset tabelit, on tavaliselt 40–75°. Meisli löige olgu lapik, millekujulist eset on hõlpsam käes pidada – ta ei tüki veerema. Meisli pikkus on tavaliselt 150 mm piires.



Joon. 85. Meisel.

Meisli pea ümmardatagu, siis löögid meislile suunduvad kergemini piki ta telge. Ka ei hakka ümmargune pea nii kergesti narmendama. Meisli peal tekkivad lõhenemised ja narmendused („habe“) kõrvaldatagu sageli ja käiatagu meisli pea uuesti ümmaraks, sest muidu need narmad löökide mõjul ära karates võivad töötajale ohtlikuks muutuda. Muide, meisli pead ei karastata nii kõvaks kui tera.

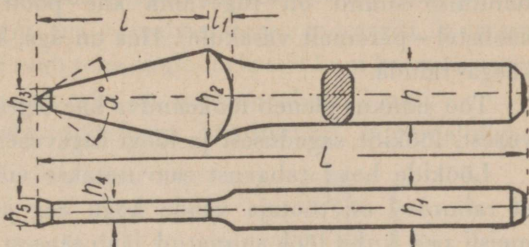
Teine käibivam meislitüüp on ristmeisel (joon. 86). Nimetus on tulnud sellest, et meisli tera on risti meislivarre lõike pikema teljega. Tera on tal kitsam kui tavalisel meislil ja et tera tugevus ei nõrgeneks, suurendatakse lõiget teises suunas.

Ristmeisel leiab kasutamist kitsaste urete raiumisel (kiilunuudid), neetide maharaiumisel jne. Ristmeisli tera tehakse veidi laiem (vt. joonis) kui tagakeha, et ta kitsa renni raiumisel vabamalt liiguks.

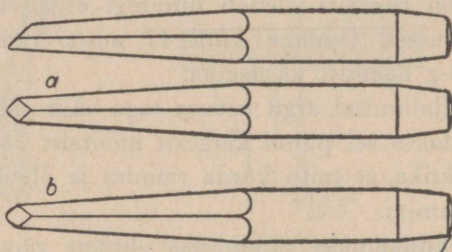
Kolmnurkse ja poolümmarguse lõikega renni raiumiseks kasutatavaid meisleid kujutab joon. 87, kus ülal asetseb ühine külgvaade, *a* ja *b*-ga aga on tähistatud meislite kujud pealtvaates. Mainitud meisleid kasutatakse peamiselt laagriliudade õlinuutide raiumiseks.

Meislit teritatakse smirgelseibil kui ka liivakäial. Teritamisel hoitagu nurk tabelis nr. 8 antud piires. Smirgelseibil teritamisel ei tohi tera nii palju kuumeneda, et ta karastusest pehmeneks. Teritatu lühikeste perioodidega ja lastagu meislil vahepeal jahtuda.

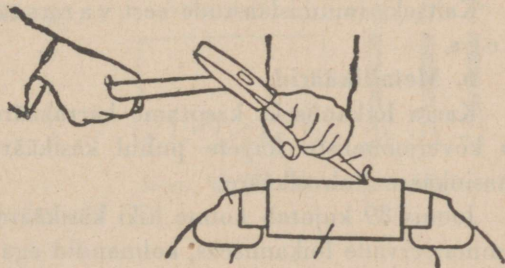
Metallide raiumiseks kinnitatakse töötükk kruustangide vahele ja joonisel 88 näidatud viisil sunnitakse meislit haamrilöökide abil raiutavast metallist laastu võtma.



Joon. 86. Ristmeisel.



Joon. 87. Erilõikega meisleid.



Joon. 88. Meisliga raiumine.

Töötükk kinnitatagu nii tugevasti, et ta ka kõige kõvemate meislile antavate vasaralöökide puhul ei nihkuks. Raiutakse tavaliselt nõrgema käega meislit hoides ja juhtides ning tugevamaga haamrit käsitsedes. Raiumise suund on tugevama käe poolt nõrgema poole (paremakäelistel – paremalt vasakule). Hea on aga, kui töömees oskab mõlema käega raiuda.

Töö edukus oleneb löökeandva käe õigest liikumisest, löökide tabavusest, löökide sagedusest ja löögi tugevusest.

Löökide head tabavust saavutatakse vilumusega, sest arvestatagu, et raiumisel on töötaja vaade kogu aeg juhitud meisli terale, kuna meisli pea, kuhu löök suunatud, jääb täpsest vaateväljast välja. Löökide sagedus kõigub, olenedes vasara raskusest, piirides 40 – 100 lööki minutis. Löögi tugevus oleneb muidugi esijärjekorras lööjast, samuti haamri raskusest. Õpilane kuni 17 aasta vanuseni ei peaks raskemat kui 500-g haamrit käsitsema.

Raiumisel ärgu aetagu taga väga paksu laastu võtmist, sest esiteks võidakse sel puhul kergesti mõõteist välja raiuda ning teiseks näitab praktika, et mitu korda raiudes ja õhemat laastu võttes edeneb töö kiiremini.

Edukamaks raiumiseks õlitame raiumise kohta, eriti karastatavat terast raiudes – rasvaga või masinaõliga. Malmi raiume kuivalt.

Kaitseks raiumislaastude eest varustame end kaitseprillidega.

6. Metallikäädid.

Karra lõikamiseks kasutame karrakääre (plekikääre), õhema karra ja kõverjooneliste lõigete puhul käsikääre, muil juhtudel pukk- ja masinkääre (tahvelkääre).

Joonis 89 kujutab kolme liiki käsikääre, milledest teisi kasutatakse ümmarservade lõikamiseks, kolmandid aga kardtorudest avauste välja lõikamiseks. Paksema karra lõikamist võimaldavad otsapidi kruustangi vahele või paku sisse löödavad pukk-käärid (joon. 90).

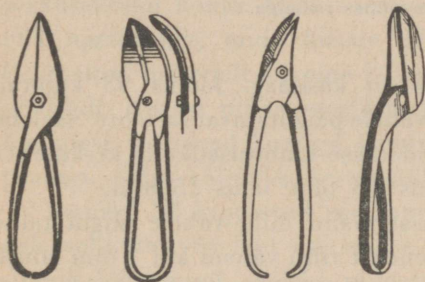
Sirgjoonelist lõiget võimaldavad tahvelkäärid, millega saab teha tihti kuni 2000 mm pikki lõikeid. Neid käivitatakse kas inim- või masinajõul.

Metallikäädidega hea, puhta lõike saavutamise eelduseks on terade teravus ja asjaolu, et terad teineteisest mööduksid tihedalt (ei eviks

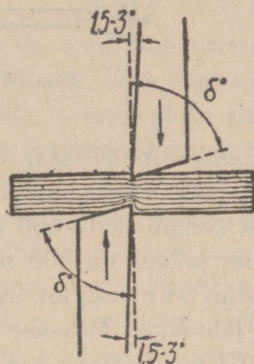
mänguruumi). Joonis 91 kujutab metallikäärde lõiketerade asendit ja nurka. Nurk δ asetseb $75 - 85^\circ$ piires.

Uuemaid tööriistu karra lõikamiseks on firmade AEG, Boschi ja teiste poolt turustatavad väikesed käsikäärid, mida käivitatakse kas käepidemes asetseva elektrimootoriga või siis eemalasetsevast mootorist kulgeva painduva veovõlliga. Lõikeid saab teha sirgjoonelistest kuni keerukamate kujudeni. Lõigatava karra paksuseks on maksimaalselt 2 mm.

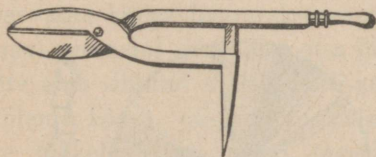
Lõikamise hõlbustamiseks määritagu kääriterasid mineraalõliga.



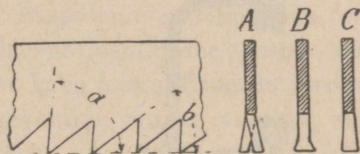
Joon. 89. Karrakääre.



Joon. 91. Metalli lõikamine kääridega.



Joon. 90. Pukk-käärid.



Joon. 92. Metallisae hammastik.

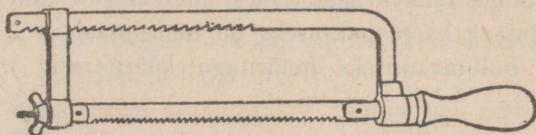
7. Saag ja saagimine.

Metalli lõikamiseks kasutatava sae hambaid kujutab joonis 92. Metallisae hambaid võime vaadata kui väikesi, aga tihedalt üksteisele järgnevaid meislikesi.

Et saag saetavasse lõhesse kinni ei jääks, murtakse saehambaid kas nii, nagu samal joonisel A-ga tähendatud – üks ühele, teine teisele poole, või siis valmistatakse hambad alt laienevad, nagu tähistatud B ja C-ga.

Väga tiheda hammastiku puhul ei murta hambaid mitte üksikult vaheliti, vaid murdmine teostatakse nii, et hammastik moodustab lainetuse kahele poole.

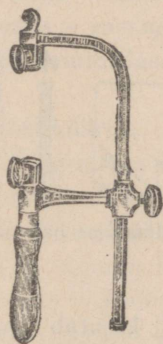
Nurk α (joon. 92) läheneb tihti kuni 90° -ni, kuna taganurk β kõigub $30 - 35^\circ$ vahel.



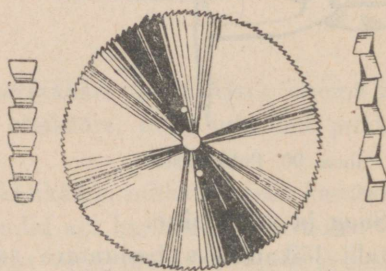
Joon. 93. Metallisaag ühes raamiga:

Enamkasutatav saag lukksepale on käsisaag. Joonis 93 kujutab teatava pikkusega saeraami ja sinna vahele paigutatavat saelehte. Saelehe pikkus kõigub $200 - 600$ mm (mõõdetakse kinnitusaukude keskmest), tavaline pikkus on 300 mm, paksus $0,8$ mm, laius 15 mm.

Joonis 94 näitab nn. mehaanikusae raami, mille vahele paigutatakse peeni jõhvsaaige. Jõhvsaaig kujutab endast tihti vähem kui 1 mm laiust, $0,3 - 0,5$ mm paksust saagi, millega saetakse mööda keerukaid jooni.



Joon. 94. Jõhvsae raam.



Joon. 95. Ketassaag.

Kuna käsisaega saetakse inimjõul, siis tõhusamaks töötamiseks kasutatakse masinsaaige, millel umbes samalaadne raam nagu käsisael pannakse mehaaniliselt edasi-tagasi liikuma.

Veel suuremat lõikamiskiirust võimaldab mehaaniliselt käitavat ketassaag (kreissaag). Joonisel 95 on vasakul toodud laienevate, paremal murtud hammastega ketassae külgvaade.

Ka jõhvsaaage käitatakse mehaaniliselt; tavalisem tüüp neist on nn. vibraatorsaag, mida saab kasutada ainult elektrivahelduvvoolu võrkudes, kuna saeke pannakse liikuma vahelduvvoolu elektromagneti poolt. Nende puuduseks on see, et sae edasi-tagasi liikumise tee on ainult ca 10 mm pikkune; küll on aga võimalik ühe saeosa kulumisel kasutada sae kulumatut osa.

Sae otstarvet ja sobivust määratakse ta hammaste arvu järgi pikkuseühiku kohta. Mida suuremat pinda saeme, seda harvem võib olla hammastik, mida kitsam pind (näiteks torud), seda tihedam. Pehmemat materjali lõikame jällegi harvema hammastikuga ja ümberpöörduvalt. Kitsast pinda saagides tuleb jälgida, et vähemalt kaks saehammast toetuksid korraga saetavale pinnale, muidu pole saagimine peaaegu üldse võimalik, sest hambad murduksid üksteise järel.

Joonisel 93 kujutatud saeraam on mitmesuguste pikkustega saagidele sobitav. Saeleht asetatakse raami nii, et hammaste lõikamine sünnib lükkamisel, saelehe pingutame raami eesotsas asetseva mutri abil nii pingule, et sae vibamine saagimise ajal oleks välditud.

Käsisaega töötades kinnitatakse saetav tükk kruustangide vahele, tugevama käega haaratakse saeraami käepidemest, nõrgemaga (vasakuga) saeraami eespoolse otsa lähedalt. Sae liigutamine teostub ainult käte abil, vilunud saagijal ei liigu üldse keha kaasa. Raamile surutakse mõlema käega, eespoolsele palju tugevamini. Survet antakse ainult sae lükkeliigutuse puhul, tagasi tuuakse saag ilma surveta (ainult käetõmbel). Käsisaega saagimise tempo on võrdlemisi aeglane, mille vastu just algajad patustavad. Sobiv tempo on 40–60 lüket minutis. Käeliigutused hoitagu võimalikult samas vertikaalses tasapinnas, muidu murdub saag või saame kiivas lõikejoone.

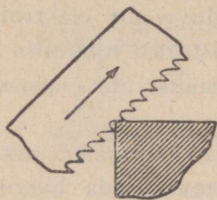
Kunagi ärgu saetagu selliselt, nagu joonisel 96 tähistatud – tagajärjeks on murdunud saehambad. Saelehe õige hoid vastu saetavat pinda on toodud joonisel 97.

Uut teravat saagi kasutatagu algul pehmete metallide lõikamiseks, ja kui saehambad on juba veidi ümmarguseks kulunud, siis sobib ta terase saagimiseks.

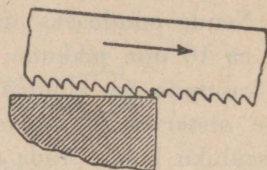
Käsitsi saagimisel mõni tilk mineraalõli saetavasse prakku, eriti kui see on juba sügav, kergendab töötamist tunduvalt.

8. Viilid ja viilimine.

Viilimisel lõigatakse metalli ühtlaselt üle kogu viili pinna asetsevate lõiketerakestega – viiliraiutisega.

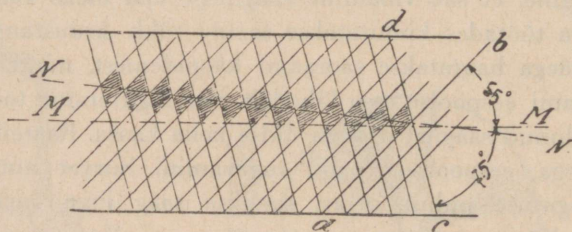


Joon. 96. Nii saagides murrate sae hambaid.



Joon. 97. Nii hoitakse saagi.

Raiutise moodustamiseks varem al ajal sepistatud, nüüd masinal valmistatud viilikeha kaetakse erilise masina abil (viiliraiukiga) tihe- dalt poolviltu ja paralleelselt üle kogu viilipinna jooksvate soonekestega, mille lõikepilt piki viili telge kujutab saagi. Pehmele metallidele, nagu alumiiniumi ja tsingi viilimiseks kasutataksegi sellist ühekordselt raiu- tud viili, kõvemate metallide jaoks aga kaetakse viil veel teiskordse, esimesega nurgi asetseva raiutisega.



Joon. 98. Viiliraiutis.

Joonis 98 näitab kahekordset raiutist, kusjuures joonisel näida- tud raiutise nurgad 55 ja 75° on normitud universaalnurgad – sobivad enamasti kõigi metallide viilimiseks. Joonisel näeme veel, et olenevalt raiutise nurkadest kulgevad hammastikuread viili teljega võrreldes väikese nurga all (hammaste telg N–N, hambad viiruta- tud), mistõttu viilimisel kogu viili hammastikule langeb võrdne lõike- koormatus ja viilitavat pinda lõigatakse ühtlaselt. Asetseksid hambad viili teljega rööbiti, viiliksime me viilitava pinna kriipsuliseks.

Viile liigitatakse raiutise tiheduse, viili pikkuse ja viili kuju järgi. Raiutise tiheduse järgi liigitatakse viilid järgmistesse rühmadesse:

a. Rupp- ehk jämeviilid (ka bastardi viilid, lüh. B) kõige jämedama raiutisega: raiutise tihedus 16–30 hammast tolli kohta. Kasutatakse meisliga raiutud pinna esimeseks tasandamiseks ja muil puhkudel, kus kõrvaldatav pind ületab 1,0 mm paksust.

b. Eel- ehk poolpeenviilid (lühend. $\frac{1}{2}S$), raiutise tihedus 30–40 lõiget tolli kohta. Kasutatakse tavalisteks viilimistöödeks. Sobivad kasutada siis, kui soovitakse 0,2–0,5 mm paksust pinda kõrvaldada.

c. Lihv- ehk peenviilid, mis omakorda jagunevad jämedama (lüh. S, raiutise tihedus 40–60 hammast tolli kohta) ja peenema raiutisega (lüh. SS, raiutise tihedus 60–100 hammast tollile) lihvviilideks. Peenim lihvviil jätab viilitavale pinnale nii peeni jooni, et palja silmaga on neid vähe märgata. Saavutatav töötäpsus küünib 0,01 mm.

Antud rühmas, näiteks B või $\frac{1}{2}S$ või S või SS, raiutis ei ole kõigil viilidel ühesugune, vaid suurematel viilidel on harvem raiutis.

Raiutise tiheduse ja nimetuse võrdluseks esitame alljärgneva tabeli, milles numbrid tähendavad raiutise hambaid cm^2 kohta.

	Viili pikkus		
	20 tolli	8 tolli	4 tolli
Ruppviil (B)	64	275	448
Eelviil ($\frac{1}{2}S$)	165	448	825
Lihvviil S	448	740	1790
Lihvviil SS	—	—	6520

Tabelist nähtub, et viil, mida 20-tollise pikkuse juures nimetatakse lihvviiliks, osutub 8-tollilise pikkuse puhul jämeviiliks.

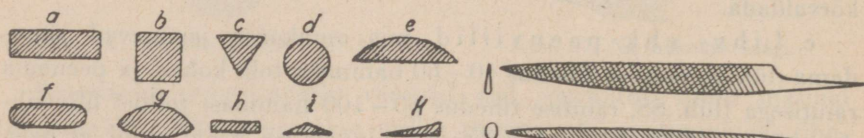
Mõningad viilitehased liigitavad viile vastavate numbritega, kusjuures nr. nr. 00 ja 0 kuuluvad jämeviilide hulka, 1 ja 2 on poolpeenviilid, 3 ja 4 – jämedamad, 5 ja 6 – keskmised ja 7 ja 8 peenemad lihvviilid.

Viili pikkust määratakse viili raiutud osa järgi (mõõted antakse varemast ajast säilinud normide järgi tollides), kusjuures otstarbest

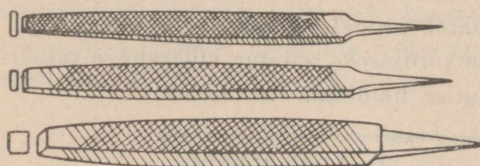
olenevalt esineb viile kolmest tollist kuni kahekümne tollini. Suurema pinna viilimisel hea pinna saamiseks peab viil pinnast vähemalt 150 mm üle ulatuma.

Viili põiklõike kuju (profiili) järgi tunneme (joon. 99) lapikviile (*a, f, h*), kolm- ja nelikantviile (*b, c, i*), ümmar-, poolümmar- ja ovaalviile (*d, e, g*), nugaviile (*k*) jne.

Eriiligi moodustavad nõelviilid, mis on mitmesuguste profiilidega peenikesed 80 – 100 mm pikad viilid, kasutatavad väikeste avade ja keerukate kõverpindade töötlemisel. Nõelviile kasutatakse ilma käepidemeta.



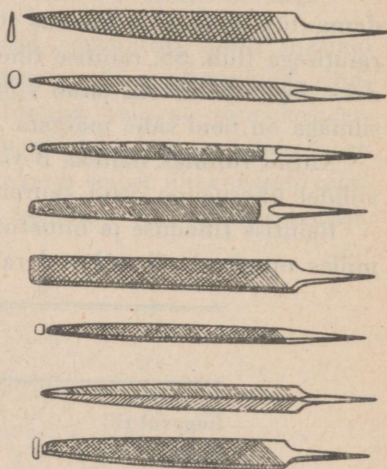
Joon. 99. Viilide profile.



Joon. 100. Jämeviile.



Joon. 102. Raspel.



Joon. 101. Lukksepa viile.

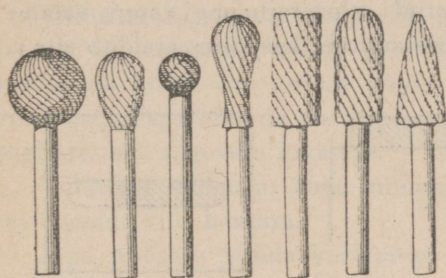
Lapikviilide kaks laia külge on kaetud tavaliselt ristrautisega, üks kitsas serv on varustatud ühekordse raiutisega ja teine kitsas serv on raiutisest vaba.

Joonis 100 kujutab jämeviile, joon. 101 enamtarvitatavaid lukksepa poolpeenviile.

Puu, kunstvaikude, kõvapaberi (pertinaksi) ja naha viilimiseks kasutatakse raspleid (joonis 102), millel lõikepinna moodustavad raspli pinnast väljalöödud naelaotsasarnased hambad.

Mehhaniseerimise ajastu tõi turule ka masinviili, kui teda nii võib nimetada, mis on vana alles mõni aasta. Nad kujutavad endast käitavast masinast kulgeva painduva võlli otsa asetatud väikesi freesikesi, milledele kasutusest olenevalt antakse õige mitmesuguseid kujusid. Joonis 103 toob neist mõningaid.

Viilipead viili käespidamiseks valmistatakse puust, harvem paberimassist, ja varustatakse avaga, millesse lüüakse viilipära teravik.



Joon. 103. Masinviile.

Hea, hästi karastatud, pragudeta viil on valkjashall, kõliseb vastu metalletset lõõmisel ja tema hammas vähekesse murdub, kui seda teise proovitud viiliga viilida. Halvasti karastatud viili teise viiliga viilides muutub viilitav koht läikivaks (hambad nürinevad).

Joonis 104 näitab terasharja, millega puhastatagu viile nende hammaste vahele kinnijäänud viilmeist. Kui hari üksinda ei aita, asetatagu viil tunniks petrooleumi ja harjatagu uuesti.

Uut viili kasutame algul pehmemate metallide (messingi) viilimiseks ja alles siis, kui hambad juba veidi läikima hakkavad, siirdume viiliga terase ja malmi töötlemisele. Viil, mis on nūri messingi viilimiseks, on veel päris terav terasele.

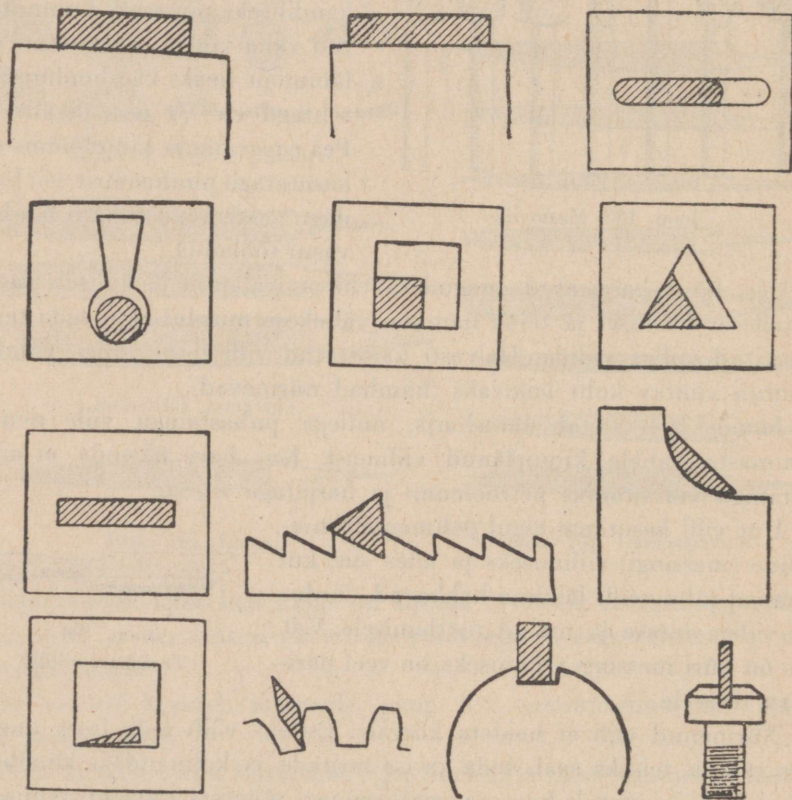
Nürinenud viili ei heideta kõrvale. Esiteks võib teda lasta uuesti üles rajuda, teiseks saab teda ka ise teritada ja kolmandaks annab ta pehmeks lõõmututult hea materjali mõnegi tööriista isevalmistamiseks (kaabitsaks jne.).



Joon. 104.
Terashari viilile.

Metallrõngas völdib pea lõhene- mist. Uude viilipeasse puuritav ava vastaku viilisaba keskmisele läbimõõdule ja ta tehakse nelja- kandiliseks punaseks kuumuta- tud vana viiliga põletades. Pea läbimõõt heaks käeshoidmiseks tehtagu ca $\frac{1}{3}$ pea pikkusest. Pea tugevamaks kinnilõõmiseks kasutatagu puuhaamrit, või lõõ- dagu pead, temast kinni hoides, vastu töölauda.

Teritamist teostame kas liivapritsi joaga (olgu hästi peenike liiv!), lastes seda kaugelt v a s t u hammastikku, või siis happesse asetamisega. Viimaseks menetluseks puhastame kõigepealt viili piinlikult petrooleumi ja harjaga, keedame teda seebikivilahuses ja peseme siis jooksvas vees põhjalikult. Seejärel paigutame viili vette, kuhu on lisatud ca $\frac{1}{10}$ lämmastikhapet. Pärast veerandtunnilist leotamist loputame teda jällegi puhta veega ja harjame tugevasti piki raiumissooni. Korranud sama toimingut veel kord, alustame alles õiget „teritamist“, mis seisneb selles, et veega pooleks lahjendatud salpeeterhappe vanni valame väävelhapet, liitri kohta umbes teeklaasitäis, kusjuures eraldub aur ja



Joon. 105. Viilide kasutamise näiteid.

segu kuumeneb (aur on väga mürgine!). Selles vannis hoiame viili ca 5 minutit ja loputame siis põhjalikult soodalahuses. Pärast puhta veega loputamist kuivatame viili hästi ja õlitame sisse. Kirjeldatud menetlus on vähe tuntud, kuid annab üllatavaid tagajärgi. Ka ei lähe ta kalliks, kui „teritada“ korraga rohkem tagavaraks kogutud vanu viile.

Viilimiseks kruustangi vahele kinnitatud töötükist ulatugu pakkide vahelt välja ainult veidi rohkem kui mahaviilitav osa, muidu töötükk tekitab kriiskavat häält.

Viilitakse tugevama käega viili peast hoides ja nõrgem käsi kas toetub viili esimesele otsale (jämedama viili puhul on vajalik tugev surve) või hoiab viili esiotsa pöidla ja esisõrme vahel (peene viiliga viilimine). Tagasitõmme teostub surveta. Tõhusaim viilimine teostub aeglaste, aga tugevate lüketega.

Viilimisel sõidetagu kogu viilipinnaga üle töötüki ja ärgu eelista-tagu ainult viili keskosa.

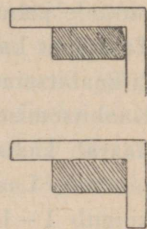
Ärgu püütagu viilida karastatud terast; samuti raiutagu valatud malmesemeilt meisliga või käiatagu smirgelseibil kõva koorik maha, enne kui talle viiliga lähenetakse.

Tihti esinevat viilmete kinnijäämist raiutise vahedesse, mis rikuvad näotute kriipsudega viilitavat pinda, väldime, kui hõõrume raiutist kriidiga.

Elkirjeldatud mitmesuguste profiilidega viilide kasutamist näitab põgusalt joonis 105.

Algajal viilijal ei püsi viil kogu aeg horisontaalpinnas, vaid kaldub edasi-tagasi liikumisel ka üles-alla, mille tulemuseks on sirge kandi asemel ümmargune. Tööd kontrollida aitab nurgik (joonis 106), näidates, kas viilitav pind on tasane ja kas ta on risti teiste pindadega.

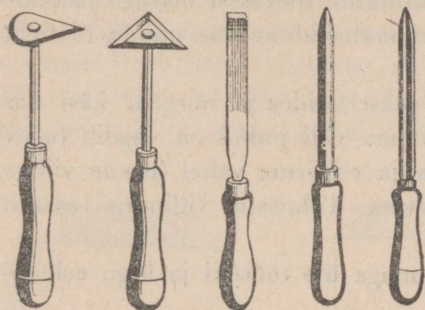
Suurema pinna tasaseks viilimiseks kasutame tasa-plaadi (rihtplaadi) abi. Tasaplaadi katame nuustikuks seotud riidetüki abil värviga õhukeselt ja ühetasasel ja hõõrume mööda värvitud kohta viilitavat pinda. Kõrgematele kohtadele hakkab värv külge, madalamad (sügavamad) jäävad puhtaks. Korrates toimingut, kõrgemaid kohti vahetevahel maha viilides, saavutame tasase pinna.



Joon. 106.
Viilimise kontroll
nurgikuga.

9. Kaabits ja kaabitsemine.

Eriti täpset tasast või ümmargust pinda, nagu aurumasina siibri töötav pind, töömasinate sängipinnad, täpsusjoonlauad, laagriliuad jne., saavutame kaabitsemisega (šaaberdamisega), mis seisneb selles, et töödeldavalt pinnalt eraldame väga õhukesi laastukesi.



Joon. 107. Kaabitsaid.

Kaabitsade, milledega sobitatakse laagriliudu ja pukse. Vasakul asetsevad kaabitsaid kasutame nuutide, nurkade ja jootekohtade kaabitsemiseks.

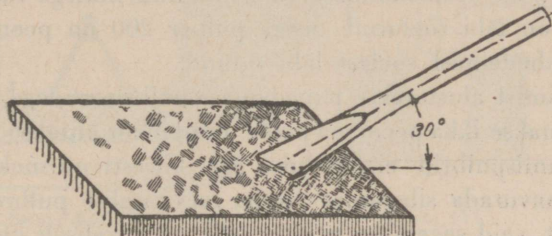
Pehmete metallide kaabitsemiseks kasutame veel nelinurkset kõvast terasest plaadikest (samasugust, nagu kasutavad mööbelsepad puutöös).

Kaabits valmistatakse kõige kõvemast riistaterasest ja karastatakse. Kaabitsa eelteritus sünnib smirgel-, või parem liivakivikäial, lõpp-teritus aga õlikivil. Õlikivi peab olema tasane. Jälgida, et teritusel kaabitsa lõiketera ei ümmarduks!

Kaabitsetavad tasapinnad tavaliselt hõõveldatakse ja pinnale jäänud suuremad ebatasasused kõrvaldatakse peene lihvviiiliga. Tasaplaat kaetakse õhukeselt värviga (nagu viilimise puhul kõnelesime) ja kaabitsetavat pinda nihutatakse sellel. Värvunud kohti kaabitsetakse. Kaabitsemisel hoitakse tugevama käega kaabitsa pidemest, nõrgem käsi haarab kaabitsa tera lähedalt, toetudes sageli päkaga kaabitsetavale pinnale. Laastu võetakse kaabitsat surudes ja lükates. Tõuke pikkus kõigub 1–15 mm piires; mida täpsem töö, seda lühem on kaabitsa käik. Ei kaabitseta ainult ühes suunas, vaid kogu kaabitsetav pind võetakse maha igast sihist suunatud lüketega. Joonis 108 selgitab eespool öeldut.

On kogu pind üle kaabitsetud, kordame värvimist ja kaabitsemist, tehes tasaplaadile pealetõmmatava värvipinna iga kord õhema, kuni viimaseid proove teeme üldse ilma värvita: kõrgemad kohad pärast hõõrumist vastu valgust vaadates läigivad tugevamini.

Tasaplaate endid valmistades või nende pealmist pinda tasandades võetakse kaabitsemisele mitu plaati korraga, sobitades neid kahekaupa. Ainult kahte plaati teineteisega sobitades võib juhtuda, et ühe pind on kumer ja teisel lohus, kokku nad aga hakkavad hästi.



Joon. 108. Kaabitsemine.

Tasaplaadi ühtlaseks kulutamiseks toimetatagu värvimist kordkorralt üle kogu tasaplaadi pinna. Töö lõpetanud, puhastame laua pealejäänud värvist (tärpentiniga) ja õlitame sisse.

Kõverpindade kaabitsemist esineb laagriliudade ja pukside võllile sobitamisel.

Valgemetalliga vooderdatud laagriliud näit. algul treitakse seest veidi väiksemaks kui võllikaela läbimõõt ja sobitatakse siis võllikaelale kaabitsemisega. Võllikael kaetakse õhukese värvikorruga ja vastu seda surutakse liuapoolik, seda edasi-tagasi keerates. Kõrgemad kohad värvuvad ja neid kaabitsetakse. Laagriliudu kaabitsetakse piki ringjoont.

Kaabitsemise täpsust määratakse värvitud täpikeste arvu järgi mingil pikkuseühikul. Täpsete masinaosade kaabitsemisel näiteks nõutakse 10, 14, 20 ja 24 täppi 100 mm pikkusele, kusjuures 10 vastab jämekaabitsemisele, 14 – keskmisele ja viimased arvud – täpsemale kaabitsemisele.

10. Peensobitamine.

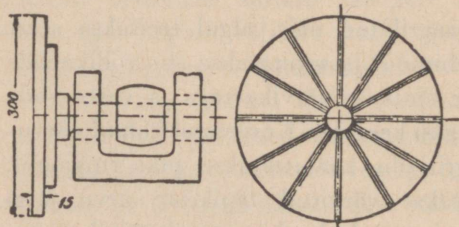
Peensobitamise (juurdelihvimise) töödeldakse töötükke mõõteisse täpsusega kuni $\frac{1}{1000}$ mm. Peensobitamist vajavad peamiselt

mõõduriistad, nagu kaliibrid, piirkaliibrid, veel mõningad optilised riistad ja peenmehaanilised tööd. Ka kuulub siia klappide (autod) ja kraanide lihvimine. Laastuvõtjana (kui sel puhul üldse veel laastust saab kõnelda) esinevad mitmesugused loomulikud ja sünteetilised kõvamineraalid peenikese pulbrina. Kasutatavamaid sobituspulbreid on karborund (silütsiumkarbiid, mis valmistatakse elekterahjudes, kuumutades väga kõrges temperatuuris liiva ja koksi segu) ja smirgel. Pulbrite peenust märgitakse numbritega (nagu 150, 200 jne.), kusjuures number tähendab sõelaukude arvu tolli kohta, millega vastavanumbri-line pulber on läbi sõelutud. Seega pulber 200 on peenem kui 150, sest ta on tihedamast sõelast läbi tulnud.

Peenlihvimist alustatakse jämedamate pulbrisortidega nagu 80, 120 ja edasi minnakse ikka peenema poole. Lõppmõõt antakse 200 – 220-ga.

Et sobitamispulbrid ei lenduks ega kiiresti nürineks, samuti ka selleks, et saavutada siledamat pinda, tarvitatakse pulbreid harilikult mitte kuivalt, vaid segatakse neid vedelikega, tavaliselt õlidega. Ka on müügil pastasid, kus pulber on juba valmis segatud tarvituskõlblikuks võideks. Segamisainetena kasutame masinaõli, piiritust, petrooleumi, õli ja vaseliini.

Pulbri või pasta tasapinnaline kandja peab olema pehmem kui sobitav ese, et pulbriterakesed kinnituksid kandja pealispinna sisse. On asi überpöörduvalt (töötükk pehmem), võib töötükk ise muutuda



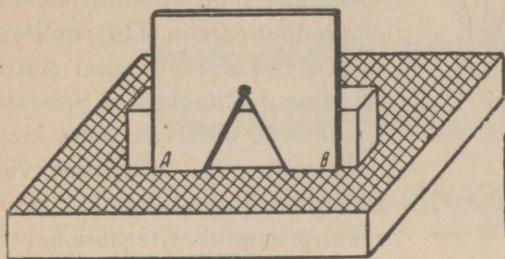
Joon. 109. Peensobituse ketas.

terakeste kandjaks. Karastatud terase peensobitamisel kasutame kandjana väga peenestruktuurilist malmi, teistele metallidele vaske, messingit, pliidi jne.

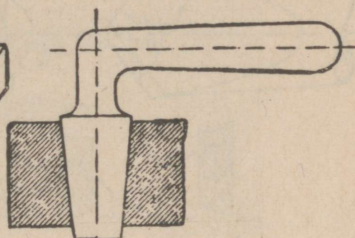
Lihtsamal peensobitusel terakandjad on tiirlevad, kujutades vertikaalsel või horisontaalsel teljel asetsevat ketast, läbimõõ-

dus 200 – 500 mm, tiirlemiskiirusega 1000 – 2000 tiiru minutis. Joonis 109 kujutab üht sellist ketast, mille sisse on lõigatud umbes 1 mm sügavuse ja laiusega radiaalnuudid. Viimaste ülesandeks on koguda üleliigset võiet. Peensobitav ese surutakse nõrgalt vastu tiirlevat ketast ja nihutatakse servalt sentri poole. Jälgida, et töötükk ei kuuneneks!

Täpsem peensobitamine saavutatakse tasaplaadiga sarnleval pinnal, millele kantakse sobituspulber ja aeglaste, tugevate, igakülgset suunatud kaarjate liigutustega antakse töötükile täpsed mõõted. Joonis 110 kujutab mingi šablooni sobitamist seisval pinnal. Et otpind sobituks risti külgpindadele, liigub õhemate töötükkidega kaasa klotsike, mille nurgad on täpselt õiged ja mille vastu toetub töötükk.



Joon. 110. Peensobitamine.



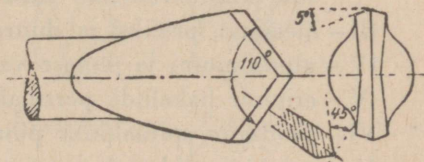
Joon. 111.

Ummarpindade peensobitamise lihtsamaks näiteks võtame kraani juurdelihvimise (joonis 111). Pulbrina kasutame: terase puhul karborundi, pronksile smirglit ja messingile klaasipulbrit. Kraani kork õlitatakse, kaetakse õhukeselt pulbriga ja asetanud korgi ta pesasse, pööratakse teda lühikeste tõugetena edasi-tagasi, suunamuutmisel kraani üles tõstes. Peensobimuse kontrolliks pühime korgi ja pesa hästi puhtaks ja tõmbame korgile piki telge õhukese kriidijooni. On pärast korgi pesasse asetamist ja korra ringipöörämist kriit kandunud ühetasaselt kogu korgi pinnale, on kraani pidavus hea. Samalaadilisi võtteid kasutame ka klappide lihvimisel.

11. Puurid, puurmasinad ja puurimine.

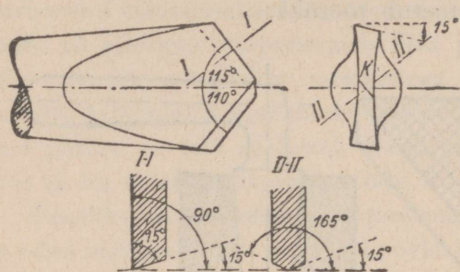
Kui soovime teha töödeldavasse tükki täpselt ümmargust mulku, siis puurime selle, kasutades tööriistana puuri.

Vanemaid puure on lapikpuur, mis leiab kasutamist veel ainult väikesis läbimõõtetudes kullasepatööl. Ürgsem lapikpuuri kuju on toodud joonisel 112. Selline puur, pöörati teda puurimisel kumbapidi tahes, ainult natuke kaapis



Joon. 112. Lapikpuur.

metalli. Õigest laastuvõtmisest ei saanud kõneldagi, seepärast raiskas ta tohutult energiat, millest enamik muutus soojuseks. Paremaid tulemusi saavutatakse joonisel 113 näidatud puuriga, sest siin saab juba kõnelda lõiketeradest. Seda puuri, mis lõikab ainult ühes pöörämises, kasutatakse puurkäristiga ja trillidega puurimisel.

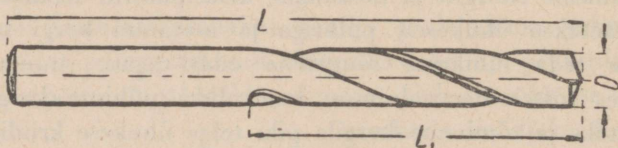


Joon. 113. Lapikpuur.

Alles 1863. aastal leiutati praegune puuride ainuvalitseja spiraalpuur (joon. 114), millega saavutatakse töötlemisel suurt jõudlust kui ka täpsust. Spiraalpuur evib, olenevalt tema kinnitusviisist, kas silindrilist või koonilist (mõnikord ka nelikant-püramiidset) tagaosaga, kahte suure tõusuga spiraalnuuti ja

eesotsas kahte, enamasti tõmpnurka sünnitavat lõiketera.

Viimasel ajal valmistatakse mitmesuguste materjalide jaoks erineva ehitusega spiraalpuure, mis evivad antud materjali jaoks soodsaimat

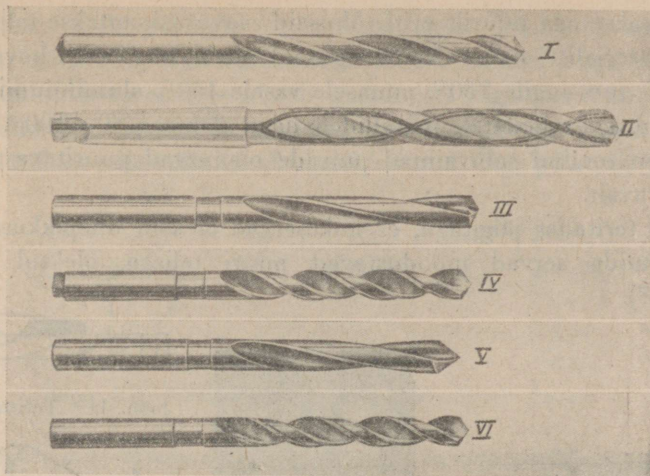


Joon. 114. Spiraalpuur.

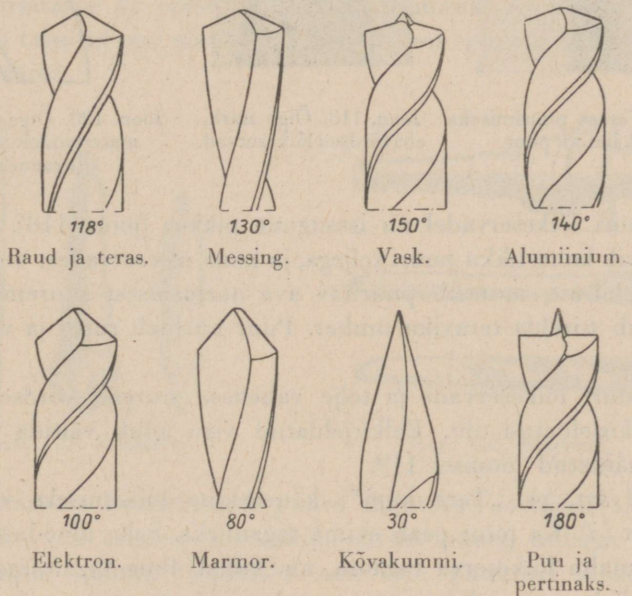
spiraalitõusu. Joonisel 115 kujutatud spiraalpuurid jagunevad oma ots-tarbelt, järjekorras ülalt alla, järgmiselt:

- I – harilik puur terase ja raua puurimiseks;
- II – terasesse eriti sügavate aukude puurimiseks, milleks teda läbi-vad jahutusvedeliku kanalid;
- III – messingi, pronksi ja duuralumiiniumi puurimiseks;
- IV – alumiiniumi ja punase vase jaoks;
- V – eripuur bakeliidi, pertinaksi, tselluloidi jms. puurimiseks;
- VI – soodsaim spiraalpuur puu jaoks.

Joonisel 114 näidatud puuriotsa nurk on 116° (nn. universaalne nurk), sobides peamiselt terase jaoks, aga puurides ka muid materjale.



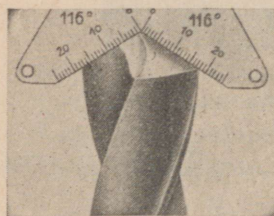
Joon. 115. Mitmesuguseid spiraalpuure.



Joon. 116. Sobivaimad puuride otsnurgad.

Soovitakse aga puurilt eriti tõhusaid saavutusi, antakse talle puuritavast materjalist olenevalt teissuguseid nurki, nagu eriti kõvale terasele 130° , messingile 130° , punasele vasele 150° , alumiiniumile 140° , pehmetele, aga rabedatele metallidele nagu elektron $80 - 100^\circ$. Joonisel nr. 116 on toodud sobivaimad puuride otsnurgad puuritavast materjalist sõltuvalt.

Puuri teritades jälgitagu, et lõikeservad oleksid ühepikkused ja et nurgad, mida servad moodustavad puuri teljega, oleksid võrdsed (joon. 117).



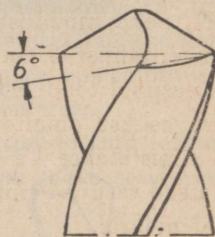
Joon. 117. Tera puurimiseks õigesti käiatud puur.



Joon. 118. Õige nurk, ebavõrdsed lõikeservad.



Joon. 119. Teritussabloon.



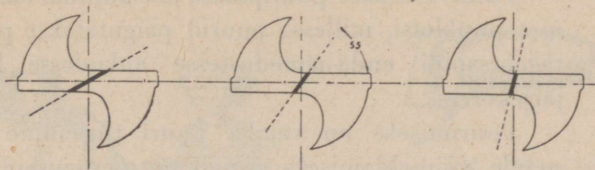
Joon. 120. Õige kõvadele materjalidele kohane taganurk.

Kui puuri lõikeservadel on isesugune pikkus (joon. 118), ei asetse puuri teravik kohastikku puuri teljega, ja kuna üks servadest on suurem normaalpikkusest, muutub puuritav ava normaalsest suuremaks, sest puur püüab tiirelda teraviku ümber. Puur nürineb ruttu ja võib isegi murduda.

Pole puuri lõikeservade ja telje vahelised nurgad võrdsed, tekib samuti eelkirjeldatud oht. Eelkirjeldatud viigu aitab vältida šabloon, nagu on näidatud joonisel 119.

Eespool (vt. pt. „Tera kuju“) kõnelesime lõikamiseks vajalikust taganurgast (β). Ka puur peab evima taganurka. Selle moodustamiseks käiatakse maha lõikeserva tagaosa, nn. kukal. Ilma taganurgata puur üldse ei lõikaks materjali, sest tera toetuks siis kogu pinnaga materjalile. Puuri taganurk (joon. 120) kõigub 6° (kõvemail materjalidel) kuni 10°

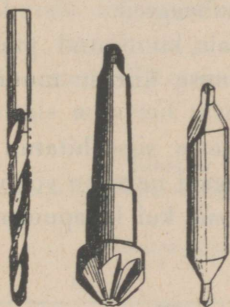
(pehmemail). Lõikemokkade õigest taganurgast oleneb ka nn. põiktera (vt. joon. 121) õige nurk lõikemokkade suhtes. Liiga pikk põiktera – joon. 118 vasemal – nõuab puurimisel liiga suurt survet, liiga lühike lõiketera (joon. 121 paremal) moodustub aga siis, kui lõikemokkade kukalt pole küllaldaselt maha käiatud. Õige põiktera (joon. 121



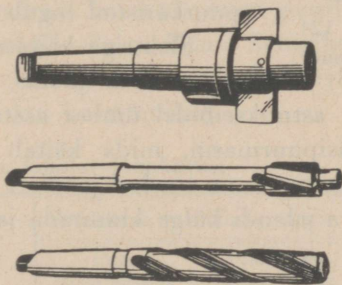
Joon. 121. Põiktera nurk. Keskel õige, äärtel ebaõige.

keskel) peab moodustama lõikeserva projektsiooniga 55° nurga. Õiget puuri teritamist ei saa õppida raamatust; vahest ainult kõige tähtsamat, nagu eespool toodut, on võimalik paberile tähendada. Õige puuri teritamise oskuse omandamine alles vilumusega.

Valmistatakse ka erilisi puuride teritamiseks määratud masinaid, kuid need tasuvad end ainult suurkätites, kus spiraalpuure kasutatakse suurel määral.



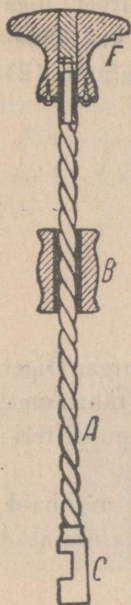
Joon. 122. Eripuure.



Joon. 123. Eripuure.

Eriotstarbeks kasutatavaid puure kujutavad joonised 122 ja 123. Joonisel nr. 122 esimesena vasakult näeme puuri, millega kõvadesse puusortidesse (tamm) lõigatakse auk ette puukruvi jaoks; teisega tehakse auk pealt kooniliseks, et ta mahutaks suputatava peaga kruvisid, kuna kolmandat kasutatakse treitavatele esemetele sentriaukude

tegemisel. Joonisel 123 esimesena ülalt on nn. tapp-puur, millega saab teha selle puuri silindrilise juhtotsa jämeduselt varem ette puuritud augule lameda põhjaga süvendust. Sama tööd teeb ka järgmine puur. Alumisena toodud puuritüüpi kasutatakse varem puuritud aukude ülepuurimiseks.



Joon. 124.
Drillpuur.

Puure hoitakse puuripakus, mis kujutab endast paksemat puuklotsi, millesse puurid paigutatakse püstasendis tagaotsapidi enda-jämedustesse aukudesse läbimõõdu järjekorras.

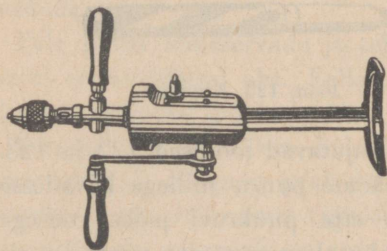
Puurimiseks on vajalik puuri tiirlemine ja surve; nende võimaldamiseks esineb mitmesuguseid masinaid.

Joonisel 124 kujutatud trillpuurile antakse tiirlemine mutterkäepideme *B* üles-alla liigutamiseega. Joonisel 125 näeme moodsakujulist käsipuurmasinat. Selle puuri tiirude arv ühe vändapöörde kohta on valitav ülekande muutmiseega, mida toimetatakse vända ühelt tapilt teisele asetamisega.

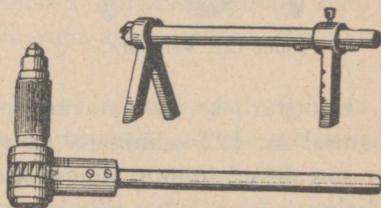
Puurkärstit koos toetusrauaga kujutab joonis 126. Kasutamisel suurte mulkude puurimiseks kitsastes kohtades, kuhu puurmasinaga ligi ei pääse. Viimaseaegseil puurkärsteil liigub spindel kuullaagreil.

Elektriga käitatavat töölauale kinnitatud puurmasinat näitab joonis 127. Tiirlemise kiirust muudetakse rihma astmikseibidel ümber asetades.

Käsipuurmasin, mida käitab puurmasinasse sisseehitatud pisike elektrimootor, on toodud joonisel 128. Mõningaid neist on võimalik ka vastava jalandi külge kinnitada ja kasutada siis kui lauapuurmasinat.

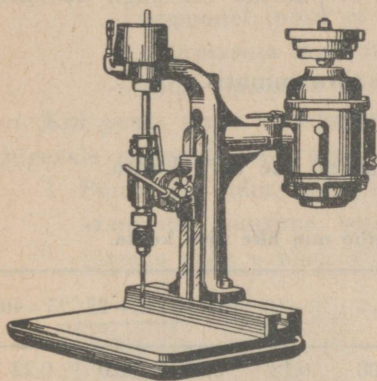


Joon. 125. Käsipuurmasin.

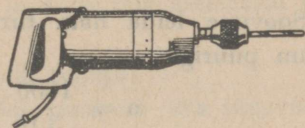


Joon. 126. Puurkärsti.

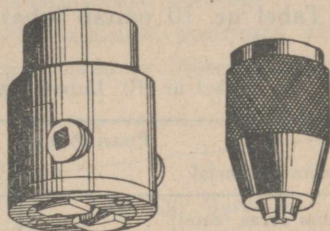
Puuride kinnitamine puurmasinasse teostub kas koonilise puuri-otsa paigutamiseega puurmasina spindli koonuspesasse (jämedamail puuridel) või jälle asetamisega puurpadrunisse, kus puuri (silindrilise otsaga) kinni hoiavad vastavad kõvast terasest pakid. Joonisel 129 näeme vasakul kahepakilist, paremal kolmepakilist padrunit.



Joon. 127. Laua-puurmasin.



Joon. 128. Elektri-käsi-puurmasin.



Joon. 129. Puurmasina padruneid.

Tõhusaks töötamiseks peame teadma, kui võrd võime puuri koor-mata, et saavutada maksimaalset tööjõudlust. Firma Schuchardt ja Schütte annab alljärgnevad tabelid (nr. 9 ja 10), mille abil arvestame nii puurile antavaid türliskiirusi kui ka ettenihet.

Tabel nr. 9. Puuriserva lubatav joonkiirus.

Puuritav materjal	Puuriserva joonkiirus m/min.	
	Puur riistaterasest	Puur kiir-lõiketerasest
Pehme teras (raud)	16	25
Keskmise kõvadusega teras	14	20
Kõva teras	10	15
Pehme malm	14	20
Kõva malm	8	12
Vask	22	50
Messing	18	40
Alumiinium	30	40

Tabeli nr. 9 abil arvestame puurile antavat tiirude arvu. Puuri-
serva joonkiiruse leiame valemiga $v = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000}$ m/min., kus $\pi = 3,14$;
D on puuri läbimõõt mm ja n tiirude arv minutis. Sellest valemist
tiirude arv $n = \frac{1000 \cdot v}{\pi \cdot D}$

Soovime leida näit. tiirude arvu, et puurida messingit tavalise
5-mm puuriga:

$$n = \frac{1000 \cdot 18}{3,14 \cdot 5} = 1115 \text{ tiiru minutis.}$$

Valime umbes 1000 – 1100 tiiru.

Tabel nr. 10 näitab lubatavat ettenihet ühe tiiru kohta.

Tabel nr. 10. Lubatav puuri ettenihe mm ühe tiiru kohta.

Puuritav materjal	Puuri \varnothing mm					
	1 – 3	3 – 5	5 – 10	10 – 15	15 – 25	25 – 40
Pehme teras (raud)	0,04	0,08	0,13	0,17	0,20	0,22
Karastatav teras	0,03	0,06	0,10	0,14	0,18	0,20
Pehme malm	0,06	0,12	0,16	0,20	0,27	0,30
Kõva malm	0,05	0,09	0,13	0,16	0,21	0,24
Vask	0,03	0,06	0,10	0,14	0,18	0,22
Messing	0,04	0,08	0,14	0,18	0,22	0,25
Alumiinium	0,05	0,12	0,17	0,24	0,30	0,40

Kiirlõiketerasest puuridele lubame poolteist korda suuremaid ette-
nihkeid, kui on toodud tabelis nr. 10.

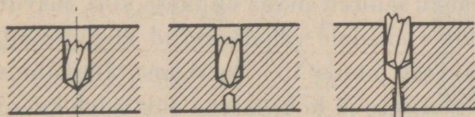
Endise näite puhul (messing ja 5-mm puur) valime tabeli põhjal
ettenihkeks 0,08 mm tiiru kohta. Et puur teeb minutis ca 1000 tiiru,
võime puurida 5-millimeetrilist auku minutis $1000 \cdot 0,08 = 80$ mm (!).
Muidugi on tabelites toodud ringlemiskiirused kui ka ettenihked maks-
vad ainult täiesti korras riistade puhul. Puurmasinaga, mille spindel
„viskab“, või puuriga, mille tera valesti teritatud, murraksime oma
puuri jalamaid. Ei tohi ka unustada jahutusvedelikke, sest muidu võib
puuri temperatuur tõusta üle $300 - 400^\circ$, mispuhul riistaterasest puur
pehmeneb. Jahutamiseks kasutame seebivett või uuemal ajal seda
asendavat puurõli (vt. „Määrdeainetest“).

Me ei murraks puure ja saaksime väga puhtaid puurauke, kui jälgiksime, et:

- ettenihked, kiirused ja jahutis oleks õieti valitud;
- puur õigesti teritatud;
- puur kindlalt padrunisse kinnitatud;
- töötükk püsib liikumatult (kinnitada!);
- pingi spindli telg, puuri telg ja augu telg asetseksid ühel sirgjoonel (puur ei viska);
- puurmasina laud on risti spindli teljega;
- puuri spiraalse osa pikkus oleks suurem ava sügavusest.

Kui peaks puuri murdumist esinema ja veel nii, et puuriots jääb sügavale materjali sisse, abistame end alljärgnevate võtetega:

1. Puurisime auku, mis materjalist läbi ulatuks: puuriotsa kättesaamiseks puurime peenema augu vastu ja lööme puuriotsa torniga välja – joon. 130.

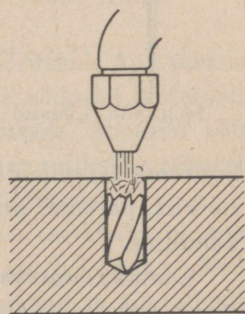


Joon. 130. Murdunud puuriotsa kõrvaldamine.

2. Puurisime auku, mis materjalist läbi ei tohi ulatuda: gaasipõleti või jootmislambi leegiga lõõmutame karastatud puuriotsa pehmeks ja puurime ta siis teise puuriga välja (joon 131).

Ka paremini teritatud puur puurib ava natuke suurema, kui on tema nimiläbimõõt. Ule 10-mm läbimõõduga puur näiteks võib valetada kuni 0,1 mm. Täpsemamõõdulise augu saame, kui puurime ühte ava kaks korda, esiteks 1 – 3 mm väiksema kui vaja ja siis õigemõõdulise.

Hädaohtrikuks muutub puurimine siis, kui puur parajasti hakkab töötükist läbi ulatuma. Puuri tipp kaotab toetuspunkti, puur lõikab järsku sügavamale ja võib lüüa töötüki, kui seda käega kinni hoiame, tiirlema. Kui vähegi võimalik, püütagu töötükki kinnitada või hoitagu teda käsikruustangidega.



Joon. 131.
Puuriotsa pehmeks lõõmutamine.

Õige augu asukoha märgime märklilöögiga (kärnilöögiga). Puur leiab ainult siis õigesti märkliava, kui puuri südamik on peenem märkliava pealmisest läbimõõdust.

Suurte puuride puhul lõikame märkliava enne puurimist süvendipuuriga suuremaks.

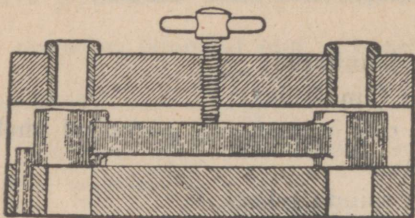
Masstootmisel kasutatakse joonisel 132 näidatud puurimiskonduktorit. Ettemärkimist pole siis vaja, vaid puuri juhime läbi konduktori kõvast terasest pussi.

Joonisel on konduktori vahele paigutatud mingi kahte ava vajav ese, mis puurimise ajaks kruviga kinnitatud.

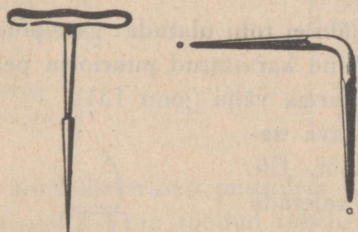
12. Hõõritsad ja hõõritsemine.

Hõõritsemisega (reibimisega), kasutades tööriistana hõõritsat (reibalit), võtame valmispuuritud augu seintelt maha õhukese kihi, saavutades seega täpse augu läbimõõdu ja siledalt väljatöötatud auguseinad.

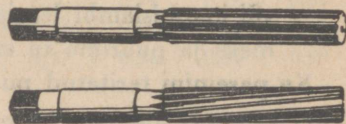
Lihtsamaid hõõritsaid kujutab joonis 133. Neid kasutame õhemasse metalli puuritud ava suurendamiseks ja hõõritsetud auk tuleb kooniline.



Joon. 132. Puurimise konduktor.



Joon. 133. Lihtsaid käsihõõritsaid.



Joon. 134. Sirgete (ülal) ja spiraalhammastega hõõritsaid.

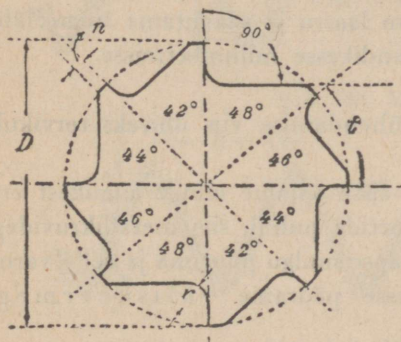
Suurema läbimõõduga kui 5 mm neid ei tehta. Vasakul on naaskel-hõõrits, paremal nurgikhõõrits, millel üks haru on nelja-, teine kuuekandiline.

Enamkasutatavad hõõritsad käsitsi töötamiseks on joonisel 134, ülal sirgete nuutidega, all spiraalnuutidega. Spiraalnuudid on lõigatud vasakkeermeliseks – „vasempoolse käiguliseks“. Nimelt hõõritsemisel pööratakse hõõritsat, nii spiraalset kui sirgete nuutidega, päripäeva. Vasakkeermeline hõõrits püüab seetõttu tagasi tungida, kuid et peale-

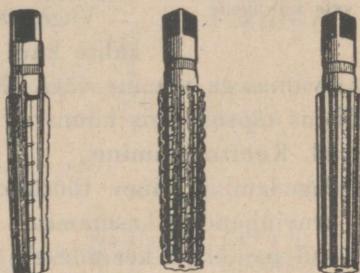
surumine seda ei luba, lõikab ta ilusa tasase pinna. Kuigi spiraalnuutidega hõõritsad teevad puhtama töö kui sirgete nuutidega hõõritsad, pole esimesed ometi suuremalt levinud valmistamise ja teritamise raskuste pärast.

Hõõritsaile antakse esiosas $\frac{1}{5} - \frac{1}{4}$ hõõritsa pikkuses väike koonilisus, et hõõritsemist oleks parem alustada.

Hõõritsa lõiketerad tehakse enamasti paarisarvulised, nii on hõõritsa läbimõõtu hea mõõta. Hammaste sammud, nagu joonisel 135 näeme, pole võrdsed. Seega: kui pöörame hõõritsat keskmise sammu võrra, ei satu hambad eelmise hamba endisele kohale – tagajärjeks on hulga ühtlasem lõikamine.



Joon. 135. Hõõritsa lõige.



Joon. 136. Komplekt koonushõõritsaid.

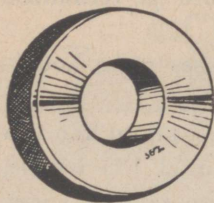


Joon. 137. Seatav hõõrits.

Kooniliste mulkude jaoks kasutatakse koonushõõritsaid. Auk puuritakse enne silindriline, natuke väiksem kui koonuse väiksem läbimõõt, ja hõõritsetakse siis järgemööda kahe-kolme hõõritsaga. Joonisel 136 esineb kolm ühte komplekti kuuluvat koonushõõritsat, milledest esimest nimetatakse jäme-, teist eel- ja kolmandat lõpphõõritsaks.

Et me mitmemõõteliste avade hõõritsemiseks ei tarvitseks omada suurt hulka hõõritsaid, selles abistab meid seatav hõõrits. Neil on terad radiaalsihis sisse- või väljapoole nihutatavad ja siis jäigalt soovitatavasse asendisse kinnitatavad. Uht sellist kujutab joonis 137. Hõõritsa konstruktsioonist ja suuruselt olenevalt saab hõõritsa läbimõõtu 0,2 kuni 4 mm piirides muuta. Ka on mõningate juures

võimalus neid koonushõõritsaks muuta. Täpse välismõõdu anname neile joonisel 138 näidatud rõngaskaliibriga.



Joon. 138.
Rõngaskaliiber seata-
vale hõõritsiale.

Hõõritsemiseks kinnitame eseme nii, et mulgu telg oleks võimalikult vertikaalne. Hõõritsa tagaosa pistame hõõritsapideme või keermepuuri pideme neljakandilisse avasse ja juhime hõõritsa puurauku. Alguses jälgime, et hõõrits istuks täiesti ühes suunas augu teljega, muidu rikuksime mulgusuu; hiljem juba juhib hõõrits end ise õigesti. Kõva ja pehmet terast hõõritseme mineraalõliga õlitades, malmi, pronksi ja messingit kuivalt.

Väga täpsemõõtelisel hõõritsemisel kasutame kahte kuni kolme suureneva läbimõõduga hõõritsat; viimasega võtame väga õhukese laastu ja saavutame augu läbimõõdus täpsusi, mis küünivad tuhandikesse millimeetrisse.

13. Keermestamine.

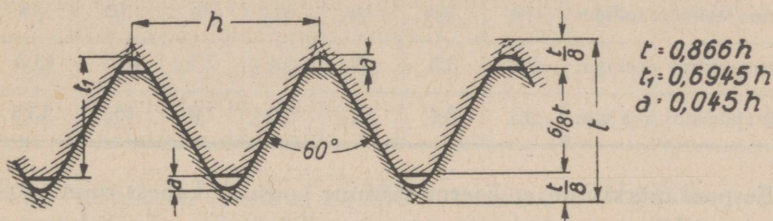
Sagedamini esinev töötükkide ühendamise viis ühiseks tervikuks on kruviühendite kasutamine.

Kui me kruvi keeramiseks puu sisse vajame ainult augukest ette ja sedagi peamiselt kõvemate puusortide puhul, siis metallikruvidega pole asi nii lihtne. Peame esiteks täpse mulgu puurima ja selle varustama nn. sisekeermega, millesse pöörame väliskeermega varustatud kruvi.

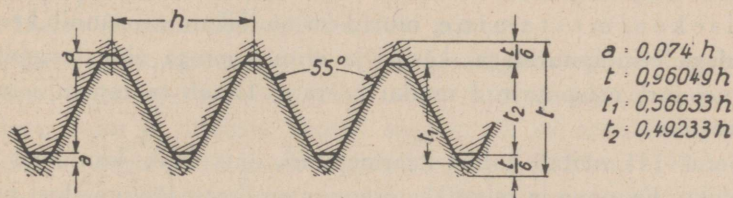
Masinatehnikas kasutatavaid keermeid eritleme kõigepealt kerme kuju (profiili) järgi, näit. enamasti esinev teravnurk-keere, ümmarkeere, trapetskeere, lamekeere jne.

Tavaliselt on kruvikeere nii lõigatud, et kruvi tungib materjali (keermestatud mulgu) sisse paremale poole (päripäeva) pööramisel; erijuhtudel aga kasutatakse ka ümberpööratud viisi – kruvi kulgeb sissepoole vasakule pööramisel. Kõneleme siis pärikermetisest ja vastukeermetisest. Kõneleme siin kogu aeg ühekordsest keermest, kuid esineb ka juhtumeid, kus keermetis koosneb kahest või mitmest paralleelselt jooksvast keermeniidist; seega on olemas ühe- ja mitmekäigulised keermed. Lisaks eritleme keermeid mõõdete järgi, kus arvestame keermetise läbimõõtu ja keermetise sammu ehk tõusu.

Kasutatavamad keermesed on meetriline ja Whitworth'i kruvikeere, neist esimene lähtub meeter- ja teine tollmõõdukust. Mõlemad keermesed on teravnurgalised, meetrilisel keermel on nurk 60° (joon. 139), Whitworth'i keermel 55° (joon. 140). Nii meetrilisel kui ka Whitworth'i keermel on erigrupp suurema tihedusega keermetis (keermetise samm on väiksem) – nn. peenkeermetis. Whitworth'i peenkeeret lõigatakse tavaliselt torudele ja ta kannab nn. gaasitorukeerme (ka gaasikeerme) nimetust.



Joon. 139. Meetriline keere.



Joon. 140. Whitworthi keere.

Joonistelt näeme, et keermes teravnurkne osa pole lõpuni välja lõigatud, vaid teravad tipud on ümmardatud (Whitworth'i keere) või maha lõigatud (meetriline keere), nii et mutri ja kruvi vahele jääb vindi harjade juures õhkvähe. Sellega on saavutatud vindi kergem pöördumine.

Allpool on kaks tabelit (nr. 11 ja 12), kus esinevad kummagi keermeliigi nimimõõted ja puuraugu läbimõõt, mis on vaja keermestamiseks ette lõigata. Näeme, et seal on märgitud kahed puuraugu mõõted I ja II. Esimesega märgitud läbimõõdulise augu puurimise ette siis, kui keermestame malmi, pronksi, messingit, teisena märgitu siis, kui keermestame terast ja muid sitkeid metalle. Ka kasutame teisena märgitud puurauke siis, kui keermestatav osa on väga sügav või ei ulatu töötüki teisest küljest välja.

Keerme läbimõõt mm	1	1,2	1,4	1,7	2	2,3	2,6	3	3,5
I. Ettepuuritav ava mm	—	—	—	—	1,5	1,8	2,1	2,4	2,8
II. Ettepuuritav ava mm	0,75	0,95	1,1	1,3	1,6	1,9	2,2	2,5	2,9

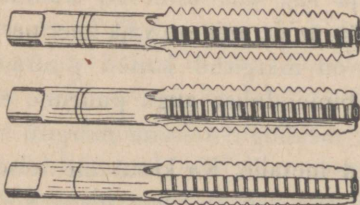
Keerme läbimõõt tollides	$1/8$	$3/16$	$1/4$	$5/16$	$3/8$	$1/2$	$5/8$
I. Ettepuuritav ava mm	2,4	3,5	5	6,4	7,7	10,3	13,3
II. Ettepuuritav ava mm	2,5	3,6	5,1	6,5	7,9	10,6	13,6

Eespool märkisime, et keermestamine koosneb kahest toimingust – sise- ja väliskeermestamisest; vastavalt sellele vajame ka kahesuguseid keermestamise riistu.

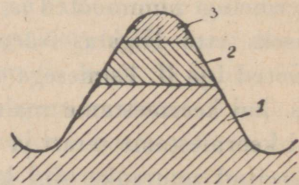
Sisekeermestamine, mutrikerme lõikamine, sünnib keermepuuridega (vindipuuridega) käsitsi ja erimasinatega ning treipinkidel. Keermepuuri ettepuuritud mulku keerates lõikab ta mulgu seintesse keermestiku.

Joonis 141 näitab kolme keermepuuri, mis kõik kuuluvad ühte komplekti. Esimene ja teine keermepuur on õigest läbimõõdust peenedamad, neid nimetatakse eellõikajateks. Kolmas, lõpplõikaja, on valmistatud õiges mõõdus. Tavaliselt märgitakse I, II ja III ühte komplekti kuuluvat keermepuuri vastavalt 1–3 ringjoonega puuri sabal (vt. joon.) – samas järjekorras tulevad nad ka keermestamisel kasutamisele.

Joonis 142 näitab kolme ühe komplekti keermepuuri hammaste



Joon. 141. Komplekt keermepuure.



Joon. 142. Keermelõike sügavused.

Meetriline keere.

4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
3,2	4,1	4,8	6,5	8,2	9,9	11,5	13,5	15	17	19	20,5
3,3	4,2	5	6,7	8,4	10,1	11,8	13,8	15,3	17,3	19,3	20,8

Whithworth'i keere.

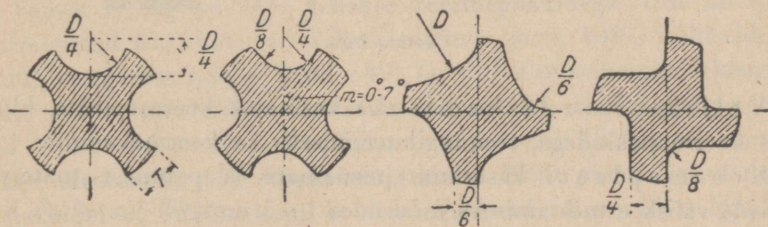
$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	2
16,3	19	21,8	24,5	27,5	30	33	35	38,5	44
16,6	19,3	22	24,8	27,8	30,5	33,5	35,5	39	44,5

lõikeid. Näeme, et suurima osa lõiketööst sooritab I eellõikaja, järgmised ainult süvendavad esimese poolt lõigatud soonestikku.

Keermepuuridele antakse otsal väike koonilisus, et puur hakkaks kohe keermestamise alustamisel „hästi võtma“.

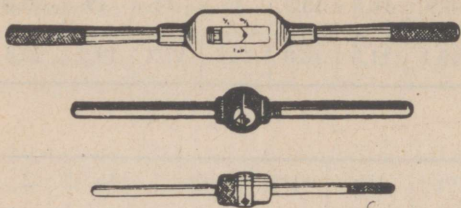
Lõiketera moodustamiseks ja väljalõigatud puurmete mahutamiseks jooksevad piki keermepuuri külge sooned, arvuliselt (olenedes läbimõödust) kolm ja rohkem. Soonte sügavus on nii arvestatud, et nad mahutaksid kogu puuri poolt lõigatud puurmed. Joonis 143 kujutab mitmesuguste lõigetega keermepuure (allotsast vaadatuna). Sitkema materjali jaoks on lõikenurk 75° piires, malm ja pronks vajavad ligikaudu 90° lõikenurka.

Käsitsi keermestamisel kasutatavaid keermepuuride pidemeid, millega keermepuuri tema neljakandilisest sabast keerame, näitab joon. 144. Samaseid käepidemeid kasutame ka hõõritsate keeramiseks.



Joon. 143. Keermepuuride profile.

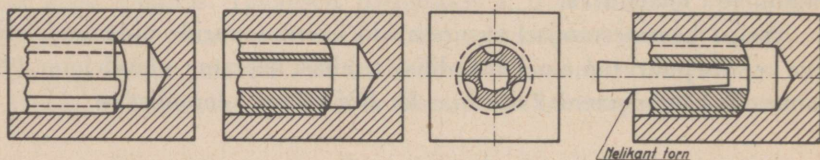
Sisekerme lõikamiseks kinnitame valmispuuritud mulguga töötüki kruustangide vahele, laseme keermepuuri otsale paar tilka õli (masinaõli, seebivett või puurõli, kergemetallidele petrooleumi) ja juhime keermepuuri täpselt vertikaalselt puuriavasse. Keermepuurile surudes pöörame ta aeglaselt paremale (pärikerme puhul). Kui puur juba „võtab“, pole survet enam vaja. Keermepuuri pöörame nii, et paremale terve ring, siis pool ringi tagasi, jälle paremale terve ring jne.



Joon. 144.

Pidemeid keermepuuridele ja hõõritsaile.

Kui juhtub, et keermepuur murdub ja murdunud ots jääb nii sügavale töötükki, et sellest midagi välja ei ulatu (100 juhtumist 99 murdub ta ikka nii), aitame end, kui keermepuur oli jämedam, joonisel 145 näidatud viisil. Lõõmutame keermepuuri gaasipõleti või jootelambi leegiga pehmeks, puurime temasse väheldase ava ja lõõme sellesse neljakandilise torni. Keermepuuri põiksoontesse kallame petrooleumi ja püüame nüüd keermepuuri välja keerata. Mõnikord õnnestub see. Sama moodust kasutame ka murdunud kruvi puhul. On aga keermepuur peenem, viskame kas töötüki minema või puurime pehmekslõõmutatud keermepuuri välja. Augu võime, kui see pole eriti vastutaval kohal, kinni lüüa ja uue keermelõikamise ette võtta.

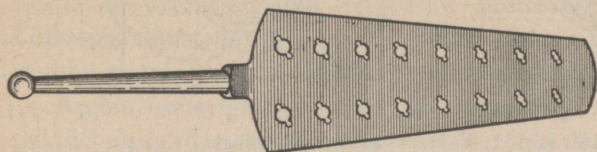


Joon. 145.

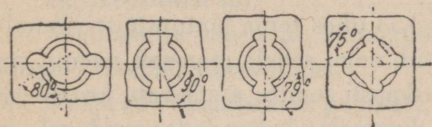
Väliskeerme lõikamiseks kasutame keermeplaate, kluppe koos keermepakkidega, treipingil treimiseks ka keermekamme.

Keermeplaati kasutame peenemate ja pehmest materjalist kruvide väliskeermestamiseks, mõõtudes 1 – 5 mm või $\frac{1}{16}$ – $\frac{1}{4}$ ". Keermeplaadil on rida avausi, mis on varustatud keermega. Lõiketera

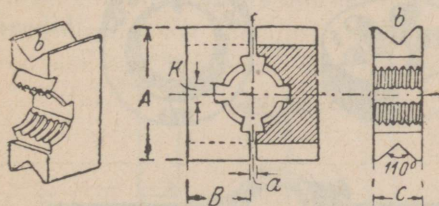
moodustatakse keermeavasse osaliselt sisseulatuvate augukestega. Joonis 146 kujutab niisugust keermeplaati, joonis 147 keermeplaatides asetsevate lõikeaukude kujusid ja lõiketera nurki. Keermelõikamist teostame kahe lõikamisega; kaks järjestikku või kõrvuti seisvat auku kuuluvad tavaliselt ühemõõtelisele keermele (eellõikaja ja lõplõikaja).



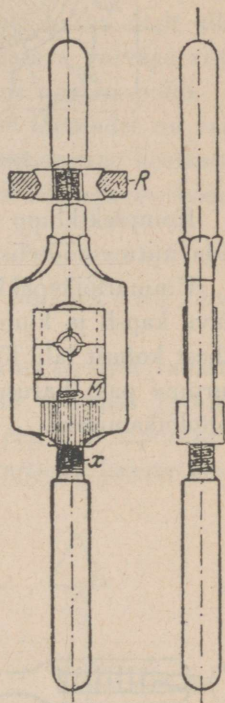
Joon. 146. Keermeplaat.



Joon. 147. Väliskeermestaja lõikeavasid.

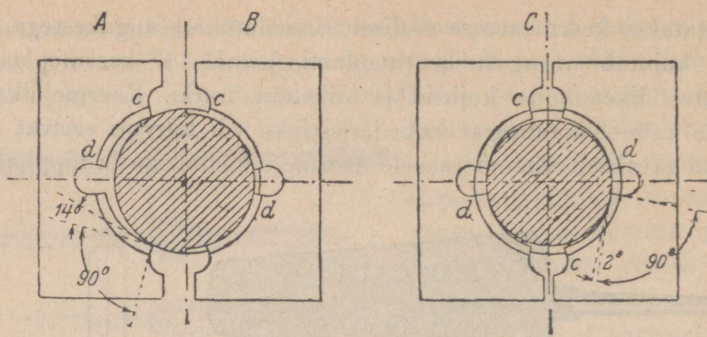


Joon. 148. Keermepakid.



Joon. 149. Klupp.

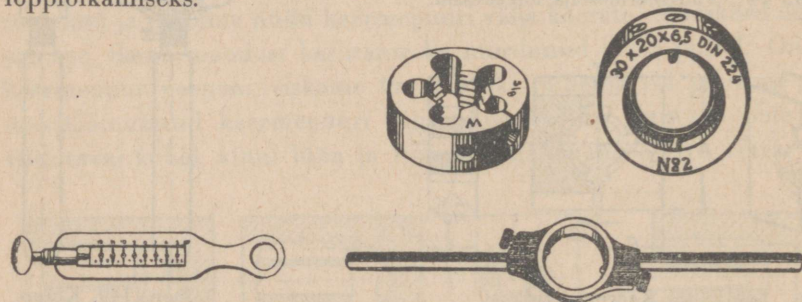
Täpset ja tugevat tööd tehakse keermepakkidega. Ühe komplekti keermepakid moodustuvad kahest poolest (joon. 148), milliseid, asetatuna vastavasse kluppi (joon. 149), on võimalik teineteisest kaugemal hoida ja lähemale nihutada, saavutades seega mitme sügavusega lõikeid (eellõikamisest kuni lõplõikamiseni). Joonis 150 näitab keermestamise alustamist, 151 lõppkeermestamist. Neilt joonistelt näeme ka, et pakkidel on selline kuju, et algul lõikavad välisterad *c*, lõplõiget teevad siseterad *d*.



Joon. 150 ja 151. Keermestamine pakkidega.

Komplektklupp on toodud joonisel 152 – ühte kluppi on asetatud rida mitmemõõtelisi pakke.

Ummarlõikepakki näitab joonis 153 ühes tema kinnitamist võimaldava kapsli ja klupiga. Ummarpakid, nagu sellelt jooniselt näeme, on ühest kohast läbi lõigatud; kinnituskapsli seintes asetsevate kruvidega surume paki harusid laiemale või koomale, kohandades neid eel- ja lõpplõikamiseks.



Joon. 152. Komplektklupp. Joon. 153. Rõngasklupp ühes kapsli ja ummarlõikepakiga.

Käsitsi väliskeermestamine on aegaviitev töö. Mitmegi kokkupanu- töö juures kasutatavaid kruvisid ostame seepärast valmilt, mis tuleb palju odavam. Valmiskruvisid on saada nii millimeeter- kui ka Whitworth'i keermega, küsime neid moontaažkruvide nimetuse all.

Pakkidega keermestades valime keermestatava kruvivarva veidi peenema kui soovitatav välismõõt, sest keermestamisel pakid mitte üksnes ei lõika vintsoonestikku, vaid pressivad osa materjalist ka kõrgemaks.

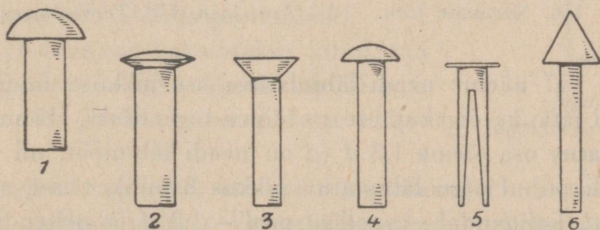
Väliskeermestamist toimetame nagu sisekeermestamistki – pöörame kluppi terve ringi edasi, poole tagasi, terve edasi, jälle poole tagasi, – niimoodi eriti esimesel löikamisel. Lõpplöikamist teeme juba nii, nagu keeraksime mutrit poldile. Pikka kruvi keermestades löikame ta 4–5 korda üle, iga löikekorra järel pakke ainult veidi kokku pitsitades – muidu võime kruvi murda. Löikamisel kasutame mineraal- või puurõli, kõige parem on, kui tõmbame õlinirekese piki varba ülalt alla. Löikamist alustades jälgime, et pakid oleksid lõigatava varvaga risti, muidu ei saa me korralikku keermetist, või rikume koguni poldi.

Ärgem unustagem, et löikamise vaheajal ja tööd lõpetades on vaja pakid puhastada; eriti piinlikult teeme seda, kui kasutasime keermestamisel puurõli. Pakkide vahele kinnijäänud lõikmed kõrvaldame kõvatest harjastest harjakesega.

14. Neetimisest.

Neetimisega teostame kahe töötüki jäigalt ja tihti ka veel õhu- (gaasi-) tihedalt ühendamist.

Needid valmistatakse pehmet, peaaegu süsinikuta terasest (rauast), ka alumiiniumist, vasest, jne. Joonisel 154 näeme esikohal tavalist pool-ümmarpea-, nn. katlaneeti, edasi on karraneet, 3 – suputatava peaga neet, 4 – läätspaneet, 5 ja 6 on eriotstarbeks kasutatavad needid.



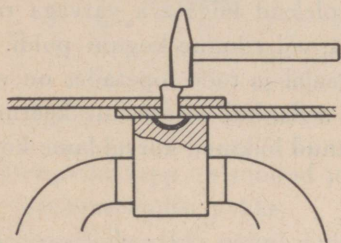
Joon. 154. Mitmekujulisi neete.

Enamasti kasutatakse poolümmarate peadega neeti; ainult juhtumil, kui soovime neetimisel pindade ühetasasust, kasutame suputatavaid needipäid.

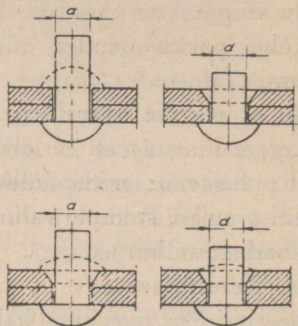
Joonisel 155 näeme neetimist lukksepalet tavaliselt tarvismineval viisil: kruustangi vahele on kinnitatud terasalus, milles on needipea suurune süvend; läbiulatava neediotsa taome joon. 80 toodud haam-

riga enam-vähem poolümmaraks ja neetrauaga (joon. 156) moodustame ilusa puhta needipea.

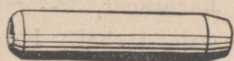
Neetmiseks töötükki puuritud avad olgu 0,2–0,3 mm jämedamad kui needi läbimõõt, väga palju suuremas avas lähevad aga needid kõveraks.



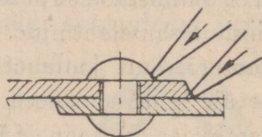
Joon. 155. Neetimine.



Joon. 157.



Joon. 156. Neetmise torn.



Joon. 158. Temmimine.

Joonisel 157 näeme needi läbiulatava osa pikkust, mida on vaja, et materjali jätkuks õigekujulise needipea tegemiseks. Esimesel juhul peab läbiulatav osa olema $1,5 d$ (d on needi läbimõõt, nii et näiteks 4-mm needi puhul olgu läbiulatav pikkus 6 mm), teisel, suputuspea puhul, $0,5 d$, kolmandal – poolläätspeal – $1,2 d$ ja neljandal – läätspeal – $0,7 d$.

Õhutihedad neetühendid temmitakse, milline toiming seisab selles, et nii karraservad kui ka needipead taotakse temmrauaga, erilise tõmbiotsalise meisliga, tihedalt teineteise vastu (joon. 158).

Õhemaid kui 5-mm kardasid ei temmita, vaid enne neetimist kaetakse needitavad karraservad paksult menning-värnitsa seguga. Ka asetatakse needitavate pindade vahele menningvärviga immutatud linase riide ribad.

15. Jootmine.

Jootmiseks nimetatakse toimingut, kus metalle ühendatakse teineteisega sel moel, et nende vahele sulatatakse ja lastakse seal tarduda mõnda metalli või metallisulamit, mis liidetavaid metalle tardunult jäigalt seob. Metall, mis seob, kannab nimetust jootdis. Tugeva jootekoha saamiseks on tarvilik, et jootmise juures tekiks joodise ja töötki vahel kokkusulamist, mida saavutatakse sobiva joodise koostise valikuga.

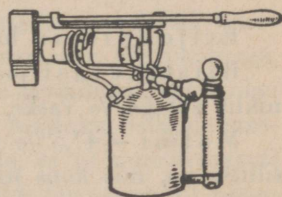
Hea jootekoha saamiseks on peanõudeiks, 1) et jootekoht oleks piinlikult puhas, 2) et jootekohad hästi üksteisega sobiksid (jootekoht on seda tugevam, mida lähemal on teineteisele joodetavad pinnad), 3) joodise sulamistemperatuur olgu selline, et ta sulab varem kui liidetavad metallid.

Tunneme kahesugust jootmist – kõvajootmine ja pehmejootmine; vastavalt sellele on ka joodised – kõvajoodis, sulamistemperatuuriga 500–1000°, ja pehmejoodis, sulamistäpiga alla 300°. Kõvajootmist teostatakse ääsil puusõetules või jootelambiga. Pehmejootmiseks kasutatakse tavaliselt jootetõlvikut (jootekolbi), mida kuumutatakse üle joodise sulamistemperatuuri kas jootelambi leegis (joon. 159), gaasileegis või ka elektriliselt (elekter-jootetõlvik).

Kõvajootmist kasutatakse juhul, kui on vajalik joodetava koha võimalikult niisama suur tugevus kui joodetaval esemel igas kohas mujal.

Nagu eespool mainitud, on hea joote saamisel suurimaks nõudeks joodetavate pindade puhtus. Vasest, messingist, uushõbedast ja tombakist esemete puhastamist teostatakse kõige paremini peitsimisega. Ka terasesemeile sobib peitsimine – eriti nõrgas soolhappes. Peitsimiseks võtta soolhapet lahjendatult 1 : 1 või 2 : 1 ja peitsida pool kuni 1 tund. Peitsitavad esemed puhastatagu enne rasvullustest. Väiksemate ja sirgete pindade puhastamiseks jätkub ka lihtsalt viilimisest või kaabitsemisest (šaaberdamisest).

Kuna eriti kõvajootekohta kehtib nõue, et jootekohad peavad hästi sobima ja ka jootmise juures hästi koos püsima, siis püütagu



Joon. 159.
Jootetõlvik jootelambil.

joodetavate pindade vahet võimalikult vähendada ja joodetavate esemete eelkinnitust teostada kas traadiga kokkusidumisega, neetimisega või kasutades nn. kalasaba-ühendust.

Tabel nr. 13. Kõvajoodiste koostis ja kasutatavus DIN normide järgi.

Koostis 0/0			Sulamistem-p.	Kasutatavus
vask	tsink	hõbe		
50	46	4	855°	Kasutatakse terakestena segatud booraksiga
43	48	9	820°	
36	52	12	785°	
50	42	8	830°	Kasutatakse ribadena
40	35	25	765°	
30	25	45	720°	
42	58	—	820°	Enam kui 60% vaske sisaldava messingi jootmiseks
45	55	—	835°	Enam kui 65% vaske sisaldava messingi jootmiseks
51	49	—	850°	Muude vasesulamite jootmiseks
54	46	—	875°	Vaskesemete jootmiseks

Erijoodiseid harvemini esinevaile materjalidele:

Riistaterast joodame joodisega, milles on 70% vaske ja 30% niklit või 64% vaske, 25% niklit ja 11% tsinki.

Malmi — 47,5% vaske, 10% niklit, 42% tsinki ja kuni 0,5% siliitsiumi, mis koos nikliga joodisesse viiakse¹.

Tempervalu — 65% vaske, 18% niklit, 16,5% tsinki ja kuni 0,5% siliitsiumi¹.

Teame, et metallid kuumadena (hõõguvaina) kergesti ühinevad õhuhapnikuga (oksüdeeruvad), mille saadusena tekib oksüüd. Et metallid kõvajootmise ajal on eriti kuumad, siis tekib oksüdeerumine ja oksüüdikiht, jäädes jootekohtade vahele, ei võimalda metallide kindlat ühinemist — teiste sõnadega: tekkiv oksüüdikiht muudab kasutuks selle vaeva, mida nägime pindade puhastamisega. Oksüüdi tekkimist välditakse tavaliselt: 1) püüdes vältida joodetava eseme õhuga kokkupuutumist, 2) püüdes tekkivat oksüüdi keemiliselt siduda. Viimainimist on rohkem tuntud booraksiga sidumine. Booraks niisutatakse vee või petrooleumiga ja asetatakse jootekohale. Joodis järgneb

¹ Stoffhütte andmed.

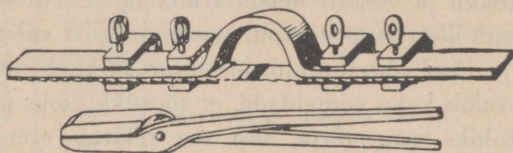
hiljem, kuid tihti segatakse joodis koos booraksiga pudruks (vahekorras 1 kaaluosa booraksit + 3 kaaluosa joodist) ja lastakse seda sobival hulgal jootekohal kuivada, kuni booraks jällegi valgeks muutub. Töötükid ümbritsetakse siis puusütega ja kuumutatakse jootelambi leegiga ettevaatlikult, et kuumust palju mujale kui ainult jootekohale ei valguks. On joodetavad esemed väga suured, võib neid ääsil kuni 300° ette soojendada. Vähesese kuumutuse järel ajab booraks end käsnaoliselt kohevile – siis on soovitatav maksimaalset kuumust anda. Varsti langeb booraks jälle kokku ja valgub helendavana laiali. Nüüd just booraks omab erilist oksüüdihävitavat toimet, sest booraksist vabanev boorhape lõhub oksüüdi, ja nüüd võib toimuda jootmine. Järgneb joodise sulamine, mille järel leek tuleb kohe eemaldada, et töötükk võiks jahtuda. Veega jahutamist ei tohiks ette võtta, sest see tekitab esemes pingeid ja töötükk võib kergesti murduda.

Soovitatav on jootmist teostada töötoa pimedamas nurgas, sest seal on hästi nähtav töötüki hõõgumise värvus ja nii pole karta töötüki ülepõletamist.

Õhu jootekohast eemalehoidjana võib kasutada savi (meil vähetuntud menetlus). Töötüki joodetav koht raputatakse üle joodisega, mässitakse paberisse ja ümbritsetakse mittepaksu savikihiga. Savile olgu juurde segatud veidi tagi, et savi paremini koos hoiduks. Selliselt ettevalmistatud töötükki kuumutatakse pikkamööda, et ta purunematult kuivaks, ja kuivanult antakse talle kõva ääsituld. On savikuul hõõgvalge ja kui sellest väljuvad sinakad leegikesed, siis on see märgiks, et joodis on sulanud. Kuul võetakse tulest välja ja liigutatakse teda põrandal edasi-tagasi, et joodis igale poole pragudesse valguks. Pärast vähest jahtumist purustatakse savikiht ja töötükk väljub sealt puhtamalt ja paremini joodetult kui ühegi muu menetluse puhul – kui ainult õiget vilumust omatakse.

Lõppeks veel näide otstarbekast puusepa-lintsae jootmisest. Tavaliselt kipub lintsae jootekoht pärast jootmist õige pikalt jootekoha ümbruses paindumatuks jääma, jootekoht on paksem kui saag mujalt jne. Soovitaksin jootmist teostada nii: lintsae joodetavad otsad lõõmutatakse pehmeks ca 20 mm pikkuselt ja sobitatakse üksteise peale esiteks nii, et hambad ühtuvad, ja teiseks viilitakse nad libamisi otsa poole õhemaks. Nõnda libamisi sobitatud teineteist katvad otsad peavad

koos üldise saelehe paksuse välja andma. Lintsaag asetatakse joonisel 160 toodud latt-terasest valmistatud lihtsa kinnitusabinõu vahele ja joote kohta, kahe saelehekese vahele, paigutatakse umbes 0,2 mm paksune messingleheke või ka joodist. Joote kohale riputatakse peale booraksit ja teostatakse jootmine. Soovitav on leeki juhtida mitte hammaste poolelt. Kui joodis ilusasti „jookseb“, pigistatakse joote koht tublisti ettesoojendatud tangidega (joon. 160, all) jahtumiseni kokku.



Joon. 160. Abinõu lintsaee jootmiseks.

Pärast jahtumist joote kohta viili ja smirgelriidega puhastades saadakse saele õige paksus.

Kellel on soov saada erilist hästipainduvat joodist lintsaagidele, valmistagu järgmine sulam – vaske 56 0/0, tsinki 23 0/0, niklit 21 0/0 (M. A. Sokolovi andmed).

Joodist valmistatakse seda kas grafiidist või tulekindlast savist tiigleis sulatades. Esimesena sulatatakse kõrgema sulamistemperatuuriga metall; see sulanud, lisatakse juurde vähehaaval teised – nende sulamistemperatuuride alanemise järjekorras. Vedelat sulamit tuleb hästi segada, et saada ühtlast koostist. Oksüdeerumisest hoidumiseks riputada sulatise peale puusöepulbrit. Sulatis valatakse nurkterase õnarustesse tarduma; terakujulise joodise saamiseks valatakse sulam kõrgelt läbi luua või terasharja vette.

Pehmejode tuleb kasutamisele seal, kus tugevuse suhtes töötükkide liitekohale ei seata eriti suuri nõudeid. Joodiseks on peamiselt plii (seatina) ja tina (inglistina) sulam. Oksüüdist puhtaks hoidmise vahendina kasutatakse soolhappet ja tsiingist valmistatud jootmisvedelikku (vt. „Abiained“), kolofoniumi pulbris ja lahustatuna piirituses, müügilolevaid jootmispastasid ja tsiingi jootmiseks puhtast soolhapet.

Ka pehmejoote juures hea jooteühenduse õnnestumine oleneb joodetavate pindade puhtusest ja nende pindade täpsest sobimisest. Joodetavate pindade puhastamine toimub kas viilimise, kaabitsemise või peitsimise teel; valged ja tsinkplekid ei vaja puhastamist.

Pehmejootmisel eraldame jootmist tõlvikuga (kolviga) ja leegiga ning vastavalt sellele valime ka joodised. Alamal on pehmejoodiste tabel DIN-normilehe nr. 1707 andmeil.

Tabel nr. 14. Pehmejoodiste koostis ja kasutatavus.

Koostis		Sulamis- temp.	K a s u t a t a v u s
tina	plii		
25	75	270°	Nn. „lambitina“ — tõlvikuga pole kasutatav. Tinatorude, kaablimantlite jne. jootmiseks
30	70	260°	Jäme-kardsepatõõd
33	67	250°	Tsink- ja tsingitud karra tööd
40	60	235°	Nn. „juudi karra“ töödeks
50	50	210°	Hästi „jooksev“ joodis messingile ja vasele
60	40	185°	Madala temperatuuri juures sulav joodis
100	—	232°	Vasktoidunõude katmiseks

Jootetõlvik, et ta tinutamisel joodist kannaks, vajab ka ise tinutamist, milleks tuleb kuumutatud tõlvikut koos tilga tinaga salmiaagikivil edasi-tagasi hõõruda. Sagedal tarvitamisel või tugeval kuumutamisel tõlviku nina „põleb ära“ — pärast sellist juhtumit on vaja puhastada tõlviku nina jämeda viiliga.

Jootmise teostamiseks jootekoht niisutatakse kergelt jootevedelikuga või määratakse õrnalt pastaga üle, võetakse tõlviku ninale paras jagu joodist ja sõidetakse sellega mööda õmblust. Oluline on, et tõlvikust tulev kuumus soojendaks joodetavat kohta nii, et ka see oleks võimeline momendiks joodist sulatama, sest vastasel korral ei teki joodise ja töötüki vahel ühinemist, joodis ei „jookse hästi“, vaid tekib nn. „kittimine“. Mida suurem on töötükk (tähendab, mida rohkem temas on metalli, mis ju kergesti soojust ära juhib), seda suurema peame valima tõlviku.

Kui jootekoht on jahtunud leigeks, tõmbame selle korra veega üle ja pühime lapiga puhtaks, et eemaldada salmiaagi ja happe jääke.

Tõlviku kuumutamisel kas ääsi või jootelambi leegis peaks jälgitama, et leek otse vastu tõlviku nina ei käiks, sest tõlvik on just sealt kõige peenem ja võib kergesti ära põleda. Leek juhitaagu ikka tõlviku jämedamasse ossa.

Pehmejoodist valmistades peetagu silmas sama asjaolu, mida mainisime juba kõvajoodise puhul: kõrgema sulamistemperatuuriga metall sulatatagu enne; seega siis tinast ja pliiist joodise valmistamisel sulatatagu ikka enne plii ja siis alles tina.

Alumiiniumi jootmist takistab ta kiire oksüdeerumine. Õhu käes kattub ta kiiresti nahataolise sitke oksüüdikihiga, mis takistab metalli ühinemist joodisega. Tarvitades aga erijoodiseid ja erilisi aineid joodetavate pindade oksüüdikihist puhastamiseks ja jälgides niisuguste alumiiniumi jootmise materjalide kasutamise eeskirju, mida annavad nende materjalide valmistajad, on alumiiniumi ja ta sulamite jootmine täiesti võimalik.

16. Lihvimine ja poleerimine.

Soovides saada enam-vähem siledat või korrapäraselt joonelist pinda, töötükki ette valmistada peensobitus- ja poleerimistöödeks või karastatud terasest või muudest kõvematest metallidest esemeid töödelda – kõigil neil puhkudel kasutame lihvimist.

Lihvimiseks kasutame loomulikke (liivakivi, smirgel, korund) ja sünteetilisi (karborund, ränikarbiid) hõõraineid neid sisaldavate ketaste ja tahkude näol, otse pulbri kujul või kinnitatuna paberile või riidele (nagu hõõrpaber ja smirgelriie).

Lihvimismaterjalid erinevad nii hõõraine sõmera jämeduse kui ka kõvaduse poolest. Eellihvimiseks ja seal, kus on vaja suuremaid metallihulki maha võtta, valime jämedateralisi, lõpplihvimiseks peentateralisi lihvimismaterjale.

Lukksepatöökojas kasutame enamasti mehaaniliselt käitatavaid smirgelseibe – meislite ja puuride teritamiseks jne., harvem tavalist liivakivikäia ja veel harvem eriotstarbelisi lihvimiskettaid.

Lihvimisketaste hõõraine osakesed on liidetud mitmesuguste sideainetega. Enamtarvitatavad sideained on kas mineraalse päritoluga (magnesiit ja silikaat) või keraamilised (koosnevad kaoliinist, tulekindlast savist ja põllupaost) või siis orgaanilise päritoluga (nagu kummi, bakiit ja šellak). Lihviomaduselt lähenevad silikaat-sideainega lihvimis-

kettad liivakivikäiale. Suuremad lihvimiskettad (üle 700 mm läbimõõdus) valmistatakse peamiselt ainult nimetatud sideainega. Keraamilise sideainega lihvimiskettad on eriti tugevad ja neid valmistatakse igas kõvadusastmes. Enamasti kasutatakse keraamiliste sideainetega kettaid. Orgaanilisi sideaineid kasutatakse puhkudel, kus on vaja valmistada õhukesi, aga tugevaid kettaid, nagu näiteks kettad sügavate kitsaste nuutide lihvimiseks, kettad kõvametallide mahalõikamiseks jms.

Antud hõõraine puhul lihvimisketta kõvadus oleneb sideaine võimest hõõraine terakesi kinni hoida. Lihvimist uuel lihvimiskettal alustades on terakeste tipud teravad ja vajavad lõikamiseks väiksemat pealesurvet, nürinemisel aga tuleb survet suurendada, mis puhul lõppeks nürinenud terake peaks välja murduma, et ruumi anda uuele teravale terakesele. On aga sideaine lihvitava töötüki jaoks liiga kõva, ei murdu terake välja ja lihvitava aine võib sulada terakeste vahele, sest nürinenud terakesega hõõrumine tekitab kuumust isegi kuni 2000°.

Peame üldiselt meeles reegli, et lihvimisketastega lihvides kasutame kõvade materjalide puhul pehmemaid ja pehmete puhul kõvemaid kettasorte, millega väldime ketaste määrdimist (mahalihvitatud materjali osakesed ei jää ketta pinnale terakeste vahele kinni).

Kõvadusmärgid on igal lihvimisketaste vabrikul isesugused; Nortoni tehas näit. tähistab kõvadust tähtedega:

- EFG – väga pehmed
- HIJK – pehmed
- LMN – keskmised
- PQR – kõvad
- TUWZ – väga kõvad.

Õige lihvimisketta valik antud ülesandeks pole sugugi kerge ülesanne, sest seejuures on vaja arvestada hõõraine liiki ja terasust, sideaine liiki ja kõvadust, lihvitava esemete materjali ja kuju, etteandmist lihvimisel (kas see toimub käsitsi või automaatselt) jne.

Üldiselt võiks lähtuda järgmisist tegureist:

Jämedasõmeralise ketta valime, kui mahalihvitav osa on suur, samas aga arvestame, et vajame jämedamat sõmerat pehmete ja peenemat kõvemate materjalide lihvimiseks.

Mida väiksem on puutepind lihvitava materjali ja ketta vahel, seda kõvem olgu ketas.

Sobivat valikut soodustab pöördumine mõne soliidse lihvimisketaste müügikoha poole, milleks tuleks teatada vajatava ketta otstarve ja andmed töötingimustest.

Et vältida lihvimisketta purunemist tsentrifugaaltungi mõjul, mis on väga ohtlik, samuti et töötada tõhusamate tulemustega, on oluline teada õiget kettale antavat tiirude arvu. Paremad firmad märgivad selle ketaste etiketile. Et ketas tarvitamisel kulub, s. t. tema läbimõõt väheneb, tuleb hiljem ketta kuludes tema tiirude arvu suurendada, et ümbekiirus, s. t. ketta lihviva pinna kiirus, jääks samaks.

Alamal on sobivamaid ümbekiirusi meetrites sekundi kohta, olene- des tööprotsessist:

siselihvimine	15 – 35 m/sek.
pinnalihvimine	20 – 25 m/sek.
käsitsilihvimine (keraamiline side- aine)	25 – 30 m/sek.
käsitsilihvimine (bakeliit-sideaine)	45 m/sek.
terariistade lihvimine märjalt	25 – 30 m/sek.
bakeliit-sideainega lihvimiskettad* materjali mahalõikamiseks	45 – 80 m/sek.

Antud suuremad piirid on lubatavad ainult täiesti korras lihvimis- pingi puhul.

Raamatu lõpul tabelite osas on andmed tiirude arvu kohta, olene- des ketta läbimõödust ja ümbekiirusest.

Ise ümbekiirust arvutades kasutame valemit $v = \frac{\pi \cdot d \cdot n}{1000 \cdot 60}$, kus v on ümbekiirus meetrites sekundi kohta, d – ketta läbimõõt milli- meetrites, n – tiirude arv minutis.

Soovides teada tiirude arvu, kui ümbekiirus on antud, kasutame sama valemit selliselt: $n = \frac{v \cdot 60 \cdot 1000}{\pi \cdot d}$.

Joonis 161 näitab lihvimisketast, joon. 162 lihvimisketta kinnitust.

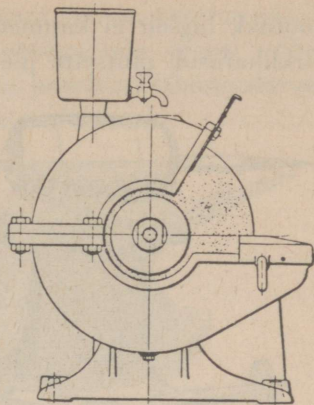
Puu- ja viltseibe kuuma liimiga kattes ja üle riputades smirgel- pulbriga saame lihvimiskettaid pehmemaile metallidele ja täpsemaks tööks. Liimimist ja smirgliga üleriputamist teeme mitu korda, lastes

liimil vahepeal 24 tundi kuivada ja tasan-
dades kihti (surudes vastu tiirlevat ketast
teravakandilist teraslatti).

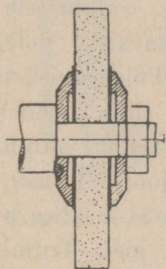
Peensobituse peatükis kõnelesime, et
pulbrilisi lihvimisvahendeid eritellakse
numbritega, kusjuures number näitas, kui
tihedast sõelast (sõela aukude arv 25 mm
kohta) pulber on läbi sõelutud. Tabelist
nr. 15 näeme, missuguseil hõõrpaberi
(smirgelriide) sortidel missuguse sõmeru-
sega hõõrainet tarvitatakse.

Valmistades hõõrriidest lõputu lindi ja
pannes selle eripingile üle rullide jooksma,
saame pingi tasapinnaliste töötükkide lih-
vimiseks (joon. 163).

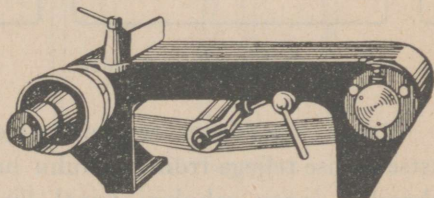
Tööriistu lihvides peame meeles, et puhta lõikepinna saame ja
soovitud kõvaduse säilitame ainult töötükki rikkalikult jahutades.
Selleks olgu lihvimisketta juures või sellele monteeritud nõu veega.
Vesijahutuse puudumisel peetagu lihvimisel korrapäraselt vahet, nii et



Joon. 161. Lihvimisketas.



Joon. 162. Lihvimisketta kinnitamine.

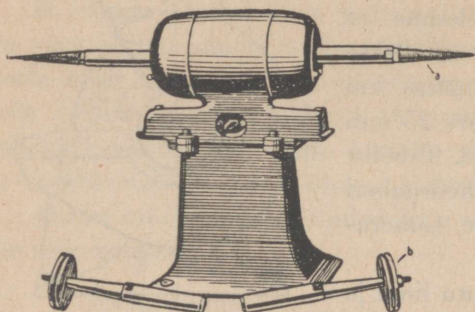


Joon. 163. Lihveseadis lõputu lindiga.

Tabel nr. 15. Hõõrpaberi hõõraine terasus.

Hõõrpaberi numbrid . . .	0000	000	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hõõraine sõme- rus (sõelaauke 25 mm kohta)	250	220	180	150	120	100	80	60	48	40	36	30	24	20

töötükk liigselt ei kuumeneks. Väikesi tööriistu, nagu märgitsanõelu, sirkliharusid, pintsette jne. lihvime smirgelketta asemel liivakivil.

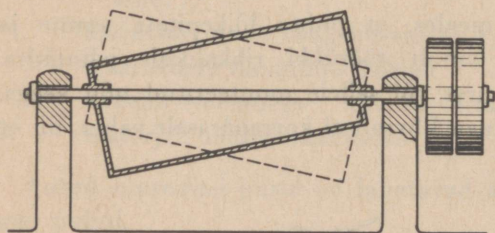


Joon. 164. Poleerimispink.

Poleerimisel anname esemeile täiesti sileda pinna ja kõrgläike. Poleerimisega kas lõpetame eseme valmistamise või valmistame teda ette nikeldamiseks, kroomimiseks jne.

Poleeritakse peamiselt mehaanilisel jõul käitatavate puu-, nahk-, vilt-, hari- ja kaltsseibidega. Poleerimisvahendina kasutatakse müügil leiduvaid eripastasid, samuti viini lupja, triplit vms.

Joonisel 164 näeme mootoriga kokkuehitatud poleerimispinki, mille koonusekujulistele võlliotstele asetame soovitavaid poleerimiskettaid. Poleerimisketastele antakse suur tiirude arv – ca 1500 – 4000 minutis.



Joon. 165. Poleerimistrummel.

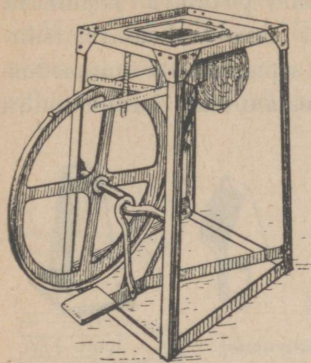
Väikesi stantsitud esemeid poleeritakse joonisel 165 näidatud ekstsentrilise teljega trumleis, kuhu nad paigutatakse ühes poleerimisvahendiga (nagu vahukivi, tripel, liiv, saepuru jne). Trumli aeglasel (30 – 40 tiiru minutis) pöörlemisel ja sealjuures kaldumisel hõõrduvad esemed üksteise vastu koos poleerimisvahendiga ning omandavad sileda pinna.

17. Sepistamine ja keevitamine.

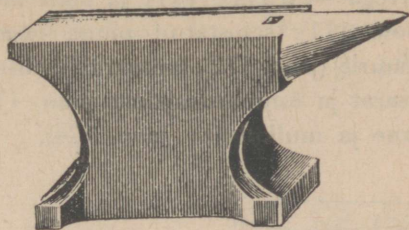
Töötüki töötlemist hõõgkuumas olekus ja haamrilöökide abil nime-tame sepistamiseks. Sepistame tavaliselt terast, kuid ka paljud muud metallid on sepistatavad.

Töötüki kuumutamine sünnib ääsil ja nimelt ääsileegis. Joon. 166 näeme kerget, ümberpaigutatavat väliääsi. Ääsil on malmist tulepesa

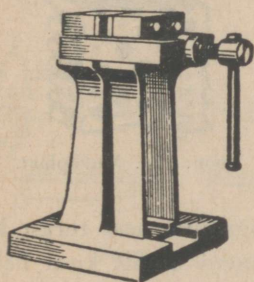
ja leegi intensiivsemaks õhutamiseks ventilaator (varem kasutati ventilaatorite asemel lõõtsasid). Ääsi lähedal asetsegu nõu veega, milles jahutatakse pihtisid. Vett kasutatakse veel nn. koorikust läbimurduvate leekide summutamiseks ja sel viisil kuumuse tõstmiseks.



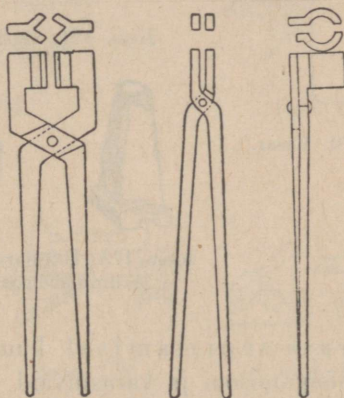
Joon. 166. Väliääs.



Joon. 167. Uhe sarvega alasi.



Joon. 168. Kuumaraua-kruustangid.



Joon. 169. Sepapihte.

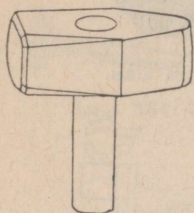
Ääsi lähedal, igast küljest juurdepäästavana, asetseb alasi. Alasi on valmistatud terasest, evib tasast, kõva pealispinda ja ühte (joon. 167) või kahte sarve. Alasi koos alasipakuga ei tohi asetseda vetruval põrandal – parem on, kui ta toetub kindlale vundamendile.

Hõõguvate esemete kinnitamiseks tarvitatakse suuri kruustange, nn. kuumaraua-kruustange (joon. 168).

Sepistatavaid esemeid, mis käega pidamiseks on liiga lühikesed, hoitakse pihtidega. Joon. 169 on kujutatud nelikant-, lame- ja ümmarpihid.

Vasar ehk sepahaamer on raskem kui tavalises lukksepatöös kasutatavad. Sepistamisel kasutatavad vasarad kaaluvad kuni 8 kg. Joon. 170 kujutab nn. pealelöögivasarat.

Kuumade metallilattide lõikamiseks (maharaiumiseks) kasutatakse varrega sepameislit ja alasi mulku (-silma) pistetavat jalgmeislit (joon. 171), sepistatud pinna tasandamiseks tasandushaamrit (siluhaamrit) (joon. 172), ümmaralõikeliste esemete sepistamiseks ümmardusvasarat ja ümmardusjalust (joon. 173), mulgustamiseks mitmekujulisi torne ja mulkplaate (joon. 174).



Joon. 170. Vasar.



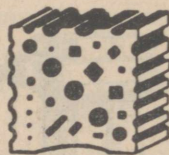
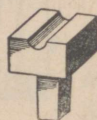
Joon. 171. Sepameisel ja jalgmeisel.



Joon. 172. Tasandusvasar.



Joon. 173. Ümmardusvasar ja ümmardusjalus.



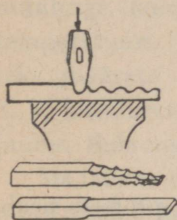
Joon. 174. Mulkplaat.

Terase sepistamisel kuumutame süsinikuvaest terast kuni valge hõõgumiseni ja karastuvaid süsinikteraseid ainult kuni heleda punavärvuseni, sest muidu ta kaotab liiga põledes oma häid omadusi. Hõõguvale terasele võime vasarate abil igasugust kuju anda: õhemaks taguda, jämendada (taukida), painutada jne. Tihedamini esinevaid sepistamistöid näitavad järgnevad joonised:

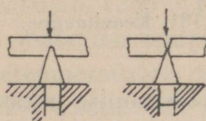
Joonis 175 – õhendamine ja venitamine. Ümmaralõikelise vasaraga taotakse sepis esmalt lainjaks ja tasandatakse siis. Joonisel 176 – raiumine. Alasisilma asetatud jalgmeislile paigutatakse sepistustükk ja lüüakse vasaraga peale. Sama korratakse teise küljega. Joonis 177 – mulgustamine. Varrega torn lüüakse pooleni sepistustükki, asetatakse sepistustükk siis alasisilma kohta ja korratakse tornimist teisest küljest. Joonis 178 – peenendamine. Pilt ise teeb end küllaltki selgeks.

Joonis 179 – ümmardamine ümmardusvasara ja -aluse vahel. Joonis 180 näitab erikujulise eseme sepistamise kolme üksteisele järgnevat võtet.

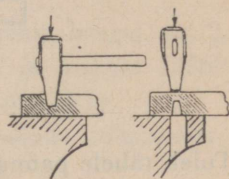
Sepistades terast kattub ta õhukese räbukihiga, mis kas terase sisse taotakse või töötüki pinnale kleepudes selle inetult mustaks, krobelineks teeb. Selle pahe vältimise, kui töötüki enne kuumutamist seebiga sisse hõõrume. Hästi tasase pinna saame, kui terast sepistades alasit ja vasaraid sageli veega niisutame. Ärgem unustagem ka pihte vahete-vahel vees jahutada.



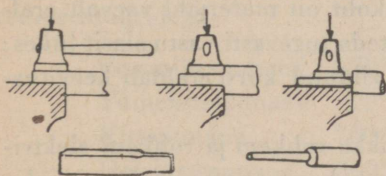
Joon. 175.



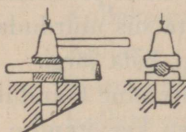
Joon. 176.



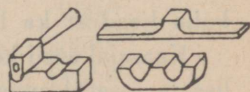
Joon. 177.



Joon. 178.



Joon. 179.



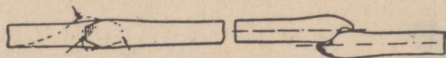
Joon. 180.

Sepistamisvõtteid.

Sepp keevitab (nn. kokkukeevitamine, tulega keevitamine, surukeevitamine) terast, kasutades materjali kuumutamiseks ääsileeki. Temperatuur terase keevitamiseks läheneb 1350°C ; ses temperatuuris on teras helevalge, ta heidab helendavaid sädemeid ja pinnale tekivad helendavad mullikesed.

Kahe terasetüki kokkukeevitamist näitab joonis 181. Töötüki otsad sepistatakse tavalisel viisil ja tavalise soojusega joonisel näidatud kujuliseks, et nad paremini teineteist haaraksid, kuna nõudeks on, et keevitatud koht ei tohiks nõrgem olla kui töötükk mujalt. Nii sepistatult

asetatakse töötükid otsapidi ääsileeki ja kas kohe või siis, kui nad punaseks on kuumenenud, kaetakse ainega, mille ülesandeks on vältida töötüki põlemist. Selleks kasutatakse kas tavalist liiva või liiva ja purukstambitud savi segu. On keevituseks sobiv temperatuur saavutatud, haaratakse töötükid kiiresti ääsilt, kõrvaldatakse räbu mõne põrutusega vastu alasit ja, töötüki otsad asetatud teineteisele, taotakse nad esmalt kergete, hiljem tugevate löökidega kokku. Haamrilööke anname keevituse keskelt lähtudes otste poole, et räbu välja kargaks.



Joon. 181. Keevitamine.

Tuleb tähele panna, et kogu keevitamise ja tasandamise protsess peab toimuma ühekordse lõõmutamisega. Kui aga juhtub, eriti suurte töötükkide puhul, et ese jahtub, katame ta uuesti liivaga ja kuumutame eelmisel viisil. Hästi „kokkukeedetud“ koht on materjalil vaevalt eraldatav. Keevituskoha headust proovime, teda tugevasti vastu alasit lüües; loomulikult ei tohiks ta siis murduda, vilunud kõrv eraldab keevituskoha headust ka löögi kõla järgi.

Kaasajal ääsil keevitamine taandub ikka rohkem ja rohkem elektrilise ja atsetüleengaasiga keevitamise eest, kuna viimased, kuigi palju kallimad, on siiski käepärasemad ega raiska (ei põleta) nii palju materjali kui eelkirjeldatud ääsil keevitamine.

18. Karastamine¹.

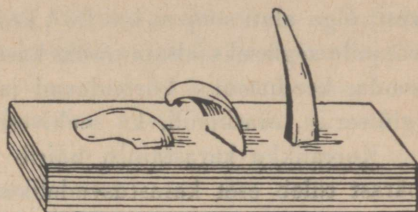
Teatavast süsinikusisaldusest alates¹ muutub teras kõvemaks, karastatuks, kui teda tugevasti kuumutada ja siis kiiresti jahutada. Sellise menetlusega saavutatud kõvadus oleneb nii kuumutamise temperatuurist kui ka jahutamise kiirusest.

Et õigest kuumutamise temperatuurist oleneb kogu karastuse õnnestumine ja et esinevad temperatuurid on õige kõrged, mida termomeetritega pole võimalik mõõta, siis määratakse sobivaid temperatuure suuris käitises eriliste püromeetritega, väikesis aga kas hõõg-

¹ Pikemalt vt. E. Olving, „Teras karastamine“.

värvuste järgi (kus vilunudki silm võib üle 50° eksida) või siis, kui kuumutamine toimub karastusahjudes, nn. Segeri keeglitega.

Segeri keeglid on 40–60 mm kõrged kolmetahulised püramiidid, valmistatud mitmesuguseist silikaatidest ja sooladest ning omavad sulamistemperatuuri 600 ja 2000° vahemikus. Vabrikud, kes neid toodavad, annavad keegli numbriga koos vastava sulamistemperatuuri. On meil vaja näiteks määrata temperatuuri 1250°, siis asetatakse ahju keegel nr. 7, 8, 9, kusjuures esimene sulab 1230°, teine 1250° ja kolmas 1280° juures. Sulamist jälgides määrame temperatuuri (joon. 182).



Joon. 182. Segeri keeglite sulamine.

Madalamaid karastustemperatuure määrame soolade sulamisega; nimelt sulab keedusool 800°, pesusooda 810° juures.

Et ääsileegiga karastamisel siiski ainukeseks temperatuuri määrajaks on hõõgvärvus, lisame siia juurde tabeli hõõgvärvustele vastavate temperatuuridega.

Pruunikaspunane	650°	Kollakaspunane	900°
Tumekirsspunane	700°	Kollane	950°
Kirsspunane	750°	Sidrunkollane	1000°
Helekirsspunane	800°	Kollakasvalge	1100°
Lõhekarva-punane	850°	Valge	1200°

Et kaotada terasest sisemisi pingeid, lõõmutame teda enne karastamisele asumist, mis seisab kuumutamises (pikkamööda) ligikaudu karastustemperatuurini ja pikkamööda jahtuda laskmises.

Lihtsaid tööriistu, nagu haamreid ja meisleid, hõõgutame ääsil koksi või puusöe leegis ja laseme neid kuumas tuhas jahtuda, paremaid aga, nagu vindipuure jne., koos puusöepuruga malmtorudesse pakituna, kusjuures toruotsad suleme saviga.

Karastamiseks sobiva temperatuurini kuumutatud teras läheb karastusvedelikku. Päris järsu jahutamisega saame klaaskõva terase; viimane aga ei kõlba tööriistadeks, sest ta murdub ja mureneb. Liiga kiire jahutamine võib tuua ka töötükki ebasoovitavaid pingeid või

isegi pragusid, sest järsul jahutamisel eseme välispind küll jahtub, südamik aga mitte. Jahutamiseks kasutatav vesi (soovitatav on vihma-vesi) olgu alati soojem kui 20°, keskmiselt 30 – 40° piirides. Kiiremaks või jälle aeglaseks jahutamiseks kasutatakse kas soolalahuseid (salmiaak, sooda, keedusool – kiirendavad jahutamist) või mitmesuguseid õlisid (glütseriin, masinaõli, ka seebivesi – aeglustavad jahutamist).

Korralikku karastamist häirib töötüki ümber tekkiv aursärk, seepärast tuleb eset karastusvedelikus liigutada.

Järelelaskmine seisneb selles, et karastusega saavutatud liiga kõva aga rabedat terast kuumutame teatava temperatuurini ja laseme uuesti jahtuda. Mida kõrgema temperatuurini kuumutame, seda pehmema terase saame.

Lukksepp määrab järelelaskmist terase pinnal eri temperatuuri juures tekkiva eri värvuse järgi. Nimelt tagist puhas teras evib vastavalt tema temperatuurile järgnevaid värvi:

Helekollane	220°	Violett	280°
Kuldkollane	230°	Tumesinine	290°
Tumekollane	240°	Rukkilillsinine	300°
Kollakaspruun	250°	Sinakashall	320°
Pruunikaspuunane	260°	Hall	350°

Järelelaskmiseks kasutame tavaliselt karastatava eseme enda soojust. Selleks ei jahutata töötükki karastusvedelikus lõplikult, vaid ainult seda osa, millele karastamist vaja (meislitera), võetakse siis ta kiiresti vedelikust välja ja puhastatakse tera smirgelriidega või kõvasiga. Ulejäänud osas peituv soojus soojendab jahtunut ja sellel hakkavad tekkima eespool toodud värvid. On terale sobiv värvus saanud, jahutame ta lõplikult.

Teine viis sobivaid järelelasketemperatuure saavutada on järelelasktavate esemete paigutus sulatistesse, mis hoiavad püsivalt oma temperatuuri, nagu sulanud pliivann jne.

Alamal mõningaid näiteid karastamisest.

1. Karastades meisli, märklit, torni jne. kuumutame riista (kui ta on riistaterasest valmistatud) pikkamööda 40 – 60 mm pikkuselt (terast või teravikust alates) kirsspuunaseks ja pistame siis ca 20 mm pikkuselt vette. Jahtunult võtame ta välja ja haljastame tera nii, nagu eespool

õeldud. On rukkilillsinine värvus teraotsale jõudnud, jahutame töö-
tüki lõplikult.

2. Märgitsanõela karastamiseks, et nõelaotsa mitte ära põletada, kuumutame suurema tüki latt-terast kollakaspunaseks ja hoiame selle nõelaotsa umbes 30 mm pikkuselt. On nõel kirsspunane, jahutame teda üleni vees hoides. Seejärel haljastame nõela teraviku ja soojendame teda samal terasetükil, kuni saabub violett värvus. Pärast uut jahutust vees on nõel õige kõvaduse saanud.

3. Väiksemaid vedrusid, nagu lukkudele jne., karastame järgnevalt: vedru kuumutame ettevaatlikult kuni helekirsspunaseni ja jahutame naeriõlisse pistmisega. Seejärel hoiame vedru ühes külgejäänud õliga hetke mõnes lahtises tuleleegis, kusjuures õli põleb ära ja vedru saab tarvilikku järelelaskesoojust, ja jahutame uuesti õlis.

Vastutusrikkamail karastamistöödel, eriti uute terasesortide kasutamisel, jälgitagu võimalikult täpsemalt terasevabriku poolt iga terasesordi jaoks antavaid eeskirju karastustemperatuuri, jahutusviisi, järelelasketemperatuuri jne. kohta, mis on ainus kindel viis heade tulemuste kindlustamiseks.

19. Tsementeerimine.

Mõningad esemed, nagu toruvõtmed, kruvitsad (kruvikeerajad), lihtsamad müüripuurid, vajavad ainult kõva pealispinda, kuna südamik võib olla pehme, mis on mõnel juhul isegi soovitatav. Sellised esemed valmistatakse pehmest, mittekarastuvast terasest ja viiakse siis erilise menetlusega, tsementeerimisega, välispinda nii palju süsinikku, et teras muutuks karastatavaks.

Lihtsaim tsementeerimine on järgnev: eset kuumutatakse, kuni ta muutub kollakaspunaseks, riputatakse siis kollase veresoolaga (*kal. ferrocyanat*) üle ja jahutatakse vees. Seda menetlust võib korrata, millega saavutatakse paksem tsementeerumine.

Sügavamale ulatuva tsementeerumise saame, kui pakime eseme koos allpool loendatud ainetega õhukindlasse teras- või malmkasti ja kuumutame seda tundide viisi. Süsiniku andjana kasutatakse naha-, puu-, kondi- või sarvaine sütt, jahu, potast, soodat või nende segu. Nimetatud ained, umbes 1-mm terakestena, peavad tsementeeritavat eset igalt poolt ümbritsema. Häid tagajärgi annab ka segu puusöest ja süsihapubaariumist vahekorras 2:1 kuni 3:1 (kaaluosad). Metall-

kast, milles tsementeerimist toimetatakse, peab andma end õhutihedalt sulgeda (saviga tihendada!).

Esineb töötüki kohta, mis peavad pehmeks jääma, siis kas jäetakse nad töötlemisel jämedamaks ja lihvitakse enne karastamist sealt tsementeerunud kiht maha või kaetakse (kui on tegemist ümmarate pindadega) kokkupandavate malmrõngastega. Pindade osalisest tsementeerumisest hoidmiseks määratakse vastavad kohad saviga ning ümbritsetakse asbestiga ja teraskarraga ning kogu vooderdus kinnitatakse terastraadiga. Kasti asetamisel peab savi olema kuivanud.

Tsementeerimise temperatuur kõigub $850 - 900^{\circ}$ piirides. Kihhi paksumus, mis terasele tsementeerub, oleneb segust ja kuumutuse kestusest. Näit. segu 60% puusütt ja 40% soodat annab kahetunnilise kuumutamise järel 1 mm paksumuse, 4 tunni järel 1,5 ja 8 tunni järel 3 mm paksumuse tsementeerunud kihi. Pärast tsementeerimisprotsessi esemeid kuumutatakse uuesti ja lastakse jahtuda, mistõttu teras muutub peeneteraliseks. Peale veelkordset kuumutamist $750 - 800^{\circ}$ karastatakse töötükki vees või õlis ja teostatakse järelelaskmine.

20. Roostekaitse.

Terase nõrgemaks küljeks on roostetamine. Niiske õhuga kokku puutudes kattub raua pealispind punase, kestendava korruga, mille tekkimise kiirust tõstab veel hapete kaasmõju. Teras roostetab ka vees, eriti soolases merevees. Roostekord ei sünnita tihedat, kindlat katet, vaid laseb õhku läbi, imeb endasse poorsuse tõttu niiskust, mistõttu roostekiht üha paksumeb. Tung roostetada väheneb terasel süsinikuhulga tõusuga, seega pehme teras roostetab rohkem kui kõva, malm aga neist kõige vähem. Ka mõned lisandid, nagu kroom, nikkel, vask ja räni, tõstavad terase roostekindlust.

Terasosad, mida muul teel pole võimalik roostekindlalt katta, näit. võllid jne., kaitstakse roostetamise vastu õlitamisega. Õli olgu hästi paks. Haljad terasosad, mis kauemat aega kas laos või transpordil kasutamata seisavad, kaetakse paksema täiesti happevaba määrdekorruga, mida ärapühkimisega on võimalik kergesti kõrvaldada. Selleks sobib parem tavott või omavalmistatud määre loomarasvast ja silindriõlist. Viimast võõbatagu kuumalt pintsliga abil kaetavale esemele.

Väiksemaile terasesemeile (kruvid jms.) kantakse roostekaitsekiht seega, et madalal pannil kuumutatakse esemeid koos mõne paksema

õliga, kuni õli süttib ja ära põleb. Põlemise, n.-ü. „praadimise“ ajal segatagu esemeid, kui neid on korruga palju kuumutamisel, hoolikalt ringi. Paremaile terasesemeile nagu laskeriistadele, püssiraudadele jms. tekitatakse pinnale õhuke, niiskust mittehaarav oksüüdikiht keemilisel teel.

Tõhusama roostekaitse saame kattes terast mõne teise metalliga, mis on oksüdeerumisele vastupidavam. Nii võib terast katta õhukese vasekorruga, teda enne peitsides ja hoolikalt ära loputades ning siis vasevitrioli (silmakivi) lahuses hoides.

Õige rohkesti kasutatakse metallitamiseks tina, tsinki, niklit ja kroomi. Puhtakspeitsitud terasosad kastetakse sulasse tsinki, tinasse või pliisse. Nikeldamine ja kroomimine teostub elektrolüütilisel – galvanilisel teel. Tinaga kaetud teraskarda nimetatakse valgekarraks (ka „juudiplekiks“); sellist karda kasutatakse majapidamisriistade ja kardriistade valmistamiseks. Kõik kohad, mis sellise karra töötlemise ajal tinast vabanevad, tuleb hoolikalt üle tinutada, sest valgekarra juures roostetab tinast vabanenud koht õige kiiresti. Tsingitud karra juures kattub pealekantud tsingikiht väga õhukese tsinkoksüüdiga, milline, olles mittehügrokoopiline, kaitseb allasetsevat tsingikihti ja ühtlasi ka terast edasi-oksüdeerumisest. Tsingitud karda kasutatakse kohtadel, kus roostetamise võimalused on eriti soodsad (katusekard).

Malmtorusid hoitakse lühikest aega kuumas tõrvas, mis annab neile kaunis roostekindla katte. Veetorud, mida maasse paigutatakse, mähitakse paelaga üle ja tõrvatakse. Suuri teraskonstruksioone kaitstakse õlivärviga. Terase katmiseks tarvitavad värvid segatakse värnitsast ja metallioksüüdidest, kasutades selleks peamiselt tsinkvalget ja meningit. On värvikiht mõnest kohast aja jooksul maha varisenud, tuleb värvikatet uuendada ning kui rooste on juba tekkimas, viimane enne värvimist hoolikalt kõrvaldada.

Mõnel puhul on heaks roostekaitseks tsement, mis liitub hästi raua pinnaga ja kaitseb teda roostetamise eest. Seejuures pole vaja raua pinda eriti hoolikalt roostest puhastada.

Väiksemaid odavamaid teras- ja malmesemeid kaetakse nn. raua lakiga (asfaltlakiga), paremaid email-lakiga, mis kuivamiseks vajavad erilistes lakeerimisahjudes kuni 200° kuumust. Ka mitmesugused tselluloidlakid (tsapoonlakid) on roostekaitseks sobivad.

Enne kaitsekatte pealepanemist kõrvaldatagu senine rooste hoolikalt kas petrooleumi, terasharja või liivapritsiiga. Ka on hea roostet eemaldada roostetanud eset soojalt vedelasse steariini kastes. Steariin hangunud, kõrvaldatakse ta terasharjaga, millega ühes eemaldub ka rooste.

Välismaail kasutatakse viimasel ajal palju terase katmist sula kattede metalli pealepritsimisega. Selle menetluse puhul põlev gaas surutakse tugeva surve all pihustist vastu automaatselt etteantavat kattedemetallist traati. Metall sulab ja kantakse gaasi surve mõjul peenikese tolmu kaetavale terasele, kus ta sünnitab õhukese, aga püsiva katte. Kirjelatud menetluse eeliseks on asjaolu, et teda saab rakendada ka siis, kui konstruktsioon, ükskõik kui suur (raudsillad, antennimastid jne.), on juba kokku monteeritud.

21. Lukust.

Möödunud on aeg, millal lukksepa tööala oma nimetuse sai, aeg, millal lukksepa tähtsamaks tööks oli lukkude valmistamine ja parandamine. Praegu ostame lukke, lihtsamast kastilukust alates ja raskema rahakapilukuga lõpetades, valmis kujul, sest käsitööna läheksid need meile võrratult kalliks.

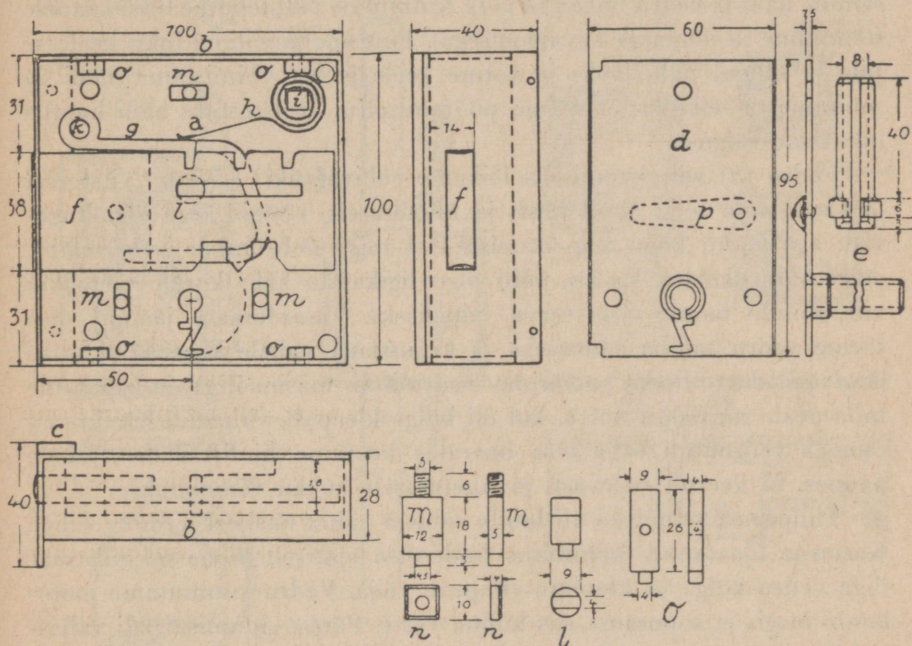
Et meie lukksepa tööala kutseeksami kavad näevad pikemaajalise katsetööna ette luku valmistamist, mille kõik osad peavad olema valmistatud iseseisvalt (s. t. mitte valmis kujul ostetult), siis püüame siin luku valmistamist kirjeldada. Et alljärgnevad read on mõeldud juba tööd mõistvale mehele, siis pole siin üksikute tööoperatsioonide teostamist üksikasjaliselt kirjeldatud. Samuti on joonestusel antud ainult tähtsamad mõõted, kuna vähemtähtsad, nagu aukude asukohad jne., jäävad valmistaja enda sobitada.

Joonisel 183 toodu kujutab endast nn. k a r p l u k k u kahelükkelise riiviga.

Joonestusel on tähistatud:

- a – lukukoja põhi – 2-mm karrast;
- b – lukukoja küljed – $2,5 \times 26$ -mm vitsterasest või niisama paksust karrast lõigatud;
- c – kindlustusliist 3×12 mm;
- d – luku kaas – 1,5-mm kard;
- e – võtmeputk;

- f* – luku keel 5 × 40-mm latt-terasest;
g – näbi – sepistatud ja viilitud 5 × 20-mm latt-terasest;
h – vedru;
i – vedru naga 6 × 6-mm terasest;
k – näbi naga 6-mm ümmarterasest;
l – lukukeele juhtija 9-mm ümmarterasest;
m – kaane kandetikud 5 × 12-mm latt-terasest;
o – lukukoja külgede hoidjad 4 × 10 mm;
p – luku keelt pidurdav vedru 0,5-mm karast. terasest.



Joon 183. Karplukk kahelükkelise viiliga.

Valmistame sepistades ja viilides võtme 8 mm jämeduse teljega ja ca (esialgu) 20 mm pikkuse keelega. Võti valminud, teeme 2-mm karrast hoideputke *e*. Saadud lõhestatud torukesele joodame (kõva-joodel!) külge putke kaeluse. Peale jootmist saame kaelusesse lõhe ja viilime kogu lõhe nii laiaks, et luku keel seda mööda vabalt liikuda saaks – samal ajal kui võtme telg putke sisse lükatakse.

Edasi lõikame välja lukukoja põhja, kaane, küljed ja liistu – antud-mõõtelisest karrast. Luku keele sepistame antud-mõõtelisest latt-terasest, painutades teda ühest otsast kahekordseks ja neetides painutatud otsa kahe 5-mm neediga pikema osa külge.

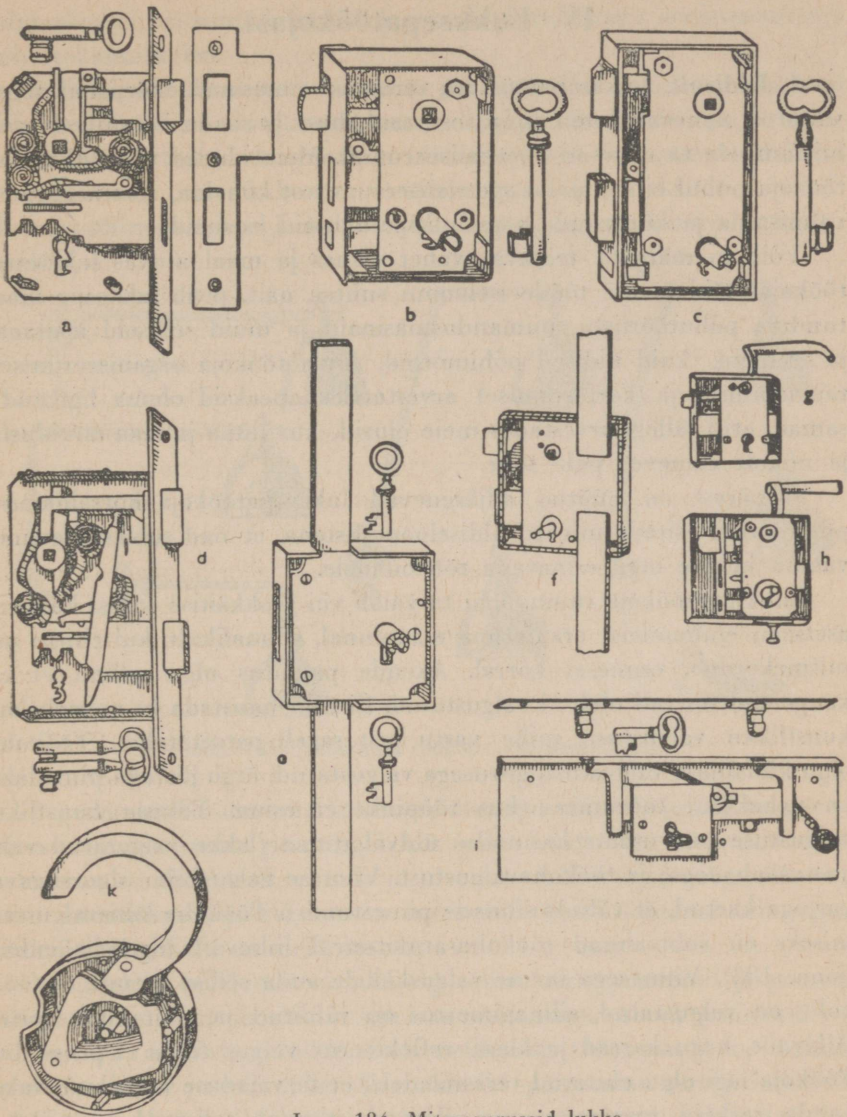
Märgime augu ja painutuskohad, puurime augud enne painutust ja painutame lukukoja küljed vastavaks. Valmistanud neli tükki lukukoja külgede hoidjaid (*o*), needime nad külgede külge. Painutanud, puurinud ja luku keele väljakäimise osa valmistanud, needime lukukoja küljed põhja külge, needime veel kohale kaane kandetikud (*m*), samuti näbi ja vedru nagad (*k* ja *i*). Kinnitame võtmeputke luku kaanele (temmime ja joodame kõvajoodisega). Puurime ja viilime luku keelesse pilu ja sälgud näbi jaoks ja võtme keele jaoks. Valmistame näbi ja sobitame ta selliseks, et võtme pööramisel ta keel tõstaks näbi hamba lukukeele sälgust.

Vedru (*h*) valmistamiseks lõikame sobiva tüki 1,5-mm vitsterast ja vasardame seda alasil hästi ja ühetasaselt. Löögid ärgu olgu tugevad, aga katku kogu aeg üksteist. Ots, mis tuleb ümber vedrusamba, jäägu vasardamata. Vasara põhi olgu ligikaudu kaks korda laiem kui vits, muidu taome vitsa serva laineliseks. Vasardamata jäänud otsa teeme vedru samba suuruseks ja kruustangi vahele kinnitatud torni järgi neljakandiliseks, määrime vedrulindi masinaõliga ja riputame talle peale nii paksu korra, kui õli külge kleepub, viilmeid. Käsikruustangiga vedrulindi vaba otsa haarates keerame lindist vedru, tähele pannes, et keerud tugevasti ja ühetasaselt kokku tõmmataks.

Viilipuru ülesandeks oli hoida sobivat vahet naaberkeerdude vahel. Kerimise lõpetanud, kinnitame lindi otsa ajutiselt mõne sidumistraadiga vedru külge ja klopime viilipuru välja. Vedru kuumutame jootelambi leegis ja suputame siis külma vette. Pärast sidumistraadi vabas-tamist on vedru valmis.

Järgneb lõplik luku kokkupanek ja lukukaane kinnitamine mutri-tega.

Joonis 184 näitab sagedamini esinevaid lukke: nendest *a* ja *d* on tavalised ukselukud sisseehitamiseks, *b* ja *c* – kastlukud külgeehitamiseks, *e* – nn. tresoorlukk, *f* – kastlukk terasustele, *g* ja *h* – väravalukud (neist viimane lisariiviga), *i* – lukk tõstetava kaane sulgemiseks ja *k* – ripplukk.



Joon. 184. Mitmesuguseid lukke.

IV. Lukksepatöökojast.

1. Üldiselt. Lukksepatööstuse varustus – masinad, tööriistad, tagavarad – olenevad tema suuruselt, asukohast ja saadusist, millede valmistamisele ta eriti on spetsialiseerunud. Meie oludes väikelukksepatöökoja puhul ei saa palju spetsialiseerumisest kõnelda, sest neis tuleb valmistada ja korrastada väga mitmesuguseid esemeid.

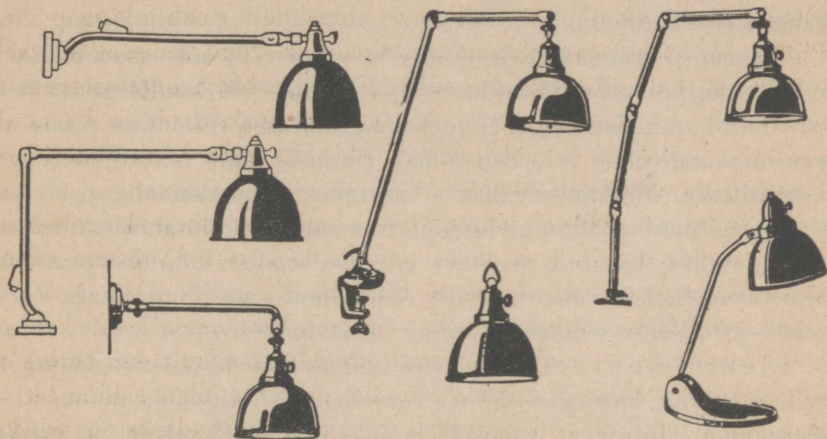
Võib ju märgata teatavat vahet linnas ja maal asuvas lukksepatöökojas täidetavate tööde iseloomu suhtes, näit. peab lukksepp maal tundma põllutööriistu, piimandusmasinaid ja muid selliseid aparate ja esemeid, kuid üldised põhimõtted, mida töökoja organiseerimisel, täiendamisel ja korrastamisel arvestatakse, peaksid olema ligikaudu samad, eriti jällegi arvestades meie olusid, kus linna ja maa tarviduste ja nõuete erinevus pole suur.

Seepärast on püütud alljärgnevad lukksepatöökoja korraldamise põhimõtted esitada niivõrd üldiseloomulistena, et nad sobiksid enam-vähem kõigile meil esinevatele töökodadele.

Lukksepatöökoja ruum, olgu ta väike või keskkäitise klassi kuuluv, asetsegu eluhooneist eraldatuna maapinnal, võimalikult, kui ehitus on mitmekordne, esimesel korral. Akende paigutus olgu selline, et ka kaugemad nurgad oleksid valgustatud. Ei tohi unustada ka otstarbekat kunstlikku valgustust, mille vastu just sageli patustatakse. Töökoht olgu küllaldase valgustustugevusega valgustatud, ärgu jäetagu pimedaks ka vahekohti tööruumis, kus tööpinke ei esine. Tõhusa kunstliku valgustuse saavutame kasutades üldvalgustust (lakke paigutatud valgustuskehadega) ja töökohavalgustust. Viimase valguskeha olgu sügava varjuga kaetud, et vältida silmade pimestumist. Töökoha lähisvalgustamiseks on sobivaimad töökoha-armatuurid liikuvail liigendjalandeil (joon. 185). Viimasega saame valguskehale anda sellise asendi, et töökoht on valgustatud, silmapimestus on välditud ja tööpinnalt (eriti läikivailt, nagu karrad ja klaas) reflekteeruv valgus silma ei peegeldu. Töökoja lagi olgu ehitatud terastaladele, et ta vajaduse korral suudaks kanda raskeid transmissioone. Põrandaist tuleb eelistada puupõrandaid, eriti näit. puuparketti, kuid raskemad masinad ja alapid toetugu betoonalustele. – Puhas, tolmuvaba õhk kahandab väsimustunde tekkimist ja säilitab tervist. Sepatulest tekkiv suits, lihvimise ja poleerimise

tolm, samuti peitsimisel tekkivad gaasid kõrvaldatagu ventilaatoritega kohe tekkimiskohal.

Täidetagu tööõnnetuste vältimise ja tööstusliku tervishoiu alal meil kehtivaid eeskirju, arvestatagu antavaid näpunäiteid töö- ja jõumasinate kaitseseadiste kohta, seatagu nähtavale kohale vastavad plakatid ja lendlehed, hoitagu korras elektriseadmed ja tulekaitse-abinõud! Hoitagu tööriistad õigel kohal, nii jääb ära mõnigi meelehärm ja asjatu ajakulu.



Joon. 185. Armatuure töökoha valgustamiseks.

Sagedamini kasutatavad tööriistad hoitagu töökoha juures laegastes või seinale kinnitatud puutahvilil, kus igale riistale olgu määratud oma koht, mis on tähistatud riista kuju meenutava lihtsa joonisega. Harvemini kasutatavaid ja tagavaraks hoitavaid riistu säilitame eri kohas riistaleil, väiksemaid esemeid laekais.

Materjalidel ja abimaterjalidel olgu oma koht; pikemaid ja peenemaid latikujulisi materjale hoitagu lamavas olekus, et nad ei kõverduks, sest muidu võiks hiljem töötlemisele asudes üks tööoperatsioon – nende õgvendamine – juurde tulla. Karratahvlid paigutame serviti lattidest kokkulöödud raamide vahele, iga liik ja suurus (paksus) eraldi. Valmisesemeil olgu oma panipaigad.

2. Jõumasinate on energia ümbervormijad, muutes mõne energia-liigi liikumisenergiaks ja kohaseks töömasinate käitajaks.

Lukksepatöökojale sobivamaks, s. o. käepärasemaks, tõhusamaks ja ohutumaks jõumasinaaks osutub elektrimootor, kuna teises järjekorras, näit. elektrivoolu puudumisel, tuleb kõne alla sisepõlemootor. Omades mingit muud mehaanilise energia allikat, nagu tuule- või veeturbiini, peetakse siiski kohasemaks saadud energia muuta elektrienergiaks ja viimasega siis juba, kasutades elektrimootoreid, käitada töömasinaid. Elektrienergia lubab seada igale töömasinale iseseisva käitaja, mis on mitmeti otstarbekohasem kui töömasinate käitamine üksikjõumasinalt transmissiooni kaudu.

Transmissiooniseadme peaosaks] on terasvõll, mis toetub laagripukkidesse (kroonsteinidesse) asetatud rõngas- või kuullaagreile ja on varustatud rihmaketastega. Jõumasinalt kantakse tiirlemine rihma abil transmissioonivõllile ja sellelt edasi rihmade abil vahevõllidele ning töömasinaile. Märkame vahet – kasutades transmissiooni, peab meil üheainsagi masina käitamiseks kogu transmissioon töötama, tuues kaasa palju puudusi; kasutult raisatava energia, seadise kulumise jms. näol. Nimetatud hädast vabaneme iga töömasinat oma jõumasinaga varustades – ja viimast võimaldab ainult elektrimootor.

Elektrimootorid. Kasutatakse alalis- ja vahelduvvoolu-mootoreid, olenevalt kasutada olevast vooluliigist. Alalisvoolu-mootorid on keerukama ehitusega, vajavad hoolikamat järelevalvet ja rohkem remonti, kuid võimaldavad tiirude arvu suurepiirilist muutmist. Vahelduvvoolu-mootorid töötavad enam-vähem kindlal tiirude arvil, on aga lihtsa konstruktsiooniga ja kui neid varustada vastavate kaitse-seadmetega, võivad nad pikki aegu järelevalveta töötada.

Ehitusviisist olenevalt kõneldakse lahtisist, kaitstud ja kapseldatud mootoreist. Viimased kaks liiki on, esimene neist vähem, teine rohkem, kaitstud võõrkehade (tolm, mustus, laastmed) sissetungi ja niiskuse eest, lahtised mootorid aga evivad paremat jahutust. Elektrimootoreid käivitatakse erilise käivitiga (väikesed mootorid alla 1,5 kW välja arvatud), et vältida elektriseadmele kahjulikuks osutuvat suurt voolu-tõuget käivitamisel.

3. Jõuülekanne. Kuigi viimasel ajal transmissiooniseadmeid püütakse vältida, esineb neid siiski ja ehitatakse uusigi, olenevalt kohalikest oludest.

Transmissioonivõll koosneb 4–7 meetri pikkusist ümmarterasvõllidest, mida jätkatakse vastavate ühendusmuhvidega, et saada võllile

soovitud kogupikkust (ulatub tavaliselt üle kogu töökoja). Iga võlliosa kahe naabermuhvi vahel peab toetuma vähemalt kahele laagrile. Laagrite kauguseks valitagu 40- kuni 60-kordne võlli läbimõõt. Rihmaketas, mille abil jõumasina tiirlemine kantakse võllile, valitagu nii suur, et võll tiirleks umbes 130 – 180 tiiru minutis. Samal võllil istuvad ka teised rihmakettad, millede kaudu teostub ülekanne nii töömasinaile kui ka mõnikord vajalikuks osutuvaile vahevõllidele. Kõik suuremat võimsust edasi andvad rihmakettad asetsegu laagrite lähedal, et vältida võlli paindumist. Rihmakettad kinnitatakse võllile kiulul. Soovitavaid tiirlemiskiirusi saame valides rihmülekandel erisuguseid rihmakettaid. Valem, mille abil arvutame rihmaketaste läbimõõte, on järgmine:

$$D_2 = \frac{D_1 \cdot n_1}{n_2},$$

kus D_1 on transmissioonivõlli rihmaketta läbimõõt, n_1 on transmissiooni tiirude arv minutis, n_2 soovitatav töömasina (või vahevõlli) tiirude arv minutis.

Näit. teeb transmissioon 150 tiiru minutis (n_1), temal asetseb ketas läbimõõduga 600 mm (D_1), töömasin vajab 400 tiiru minutis (n_2) – kui suur peab olema töömasina ketas?

$$D_2 = \frac{D_1 \cdot n_1}{n_2} = \frac{600 \cdot 150}{400} = 225 \text{ mm.}$$

4. Rihmade korrashoiust. Esineb ebasoovitavat harjumust või teadmatust masinarihmade korrashoius. Tavaliselt puistatakse rihma sisepinnale kolofooniumi või vaiku, kuid too on õige kõva mürk rihmale, muutes ta paindumatuks ja soodustades ta kulumist kuni kolmekordselt. Rasvained on head libisemise soodustajad, kuid rihma määrdes saavutame hoopis vastupidist. Määrdes rihma seesmist külge mõne orgaanilise rasvainega (loomarasv, kalarasv), libiseb rihm mõne minuti, kuid tursub varsti, lüheneb ja muutub karedaks ning veab libisematult. Rihmade raviks peseme neid mõlemalt poolt sooja veega pehmema terasharja abil, hiljem kuivatades ja rasvatades neid loomarasvaga.

Lukksepa käsiraamatu ülesanne ja ulatus ei luba käesolevas peatükis mainitud küsimusi lähemalt käsitleda. Nendest huvitatuile soovitame seepärast jälgida meie tehnilisi ajakirju ja, kui keeleoskus lubab, hankida vastavasisulist võõrkeelset tehnilist kirjandust.

V. Tabeleid.

Tabel nr. 16. Andmeid metallidest.

	Erikaal	Sulamis- temp. C°	Auramis- temp. C°	Tõmbetugevus kg/mm ² (hõõgutatult)
Alumiinium	2,70	658	1800	8
Elavhõbe	13,59	— 38,9	357	—
Hõbe	10,5	960,5	2000	18
Kadmium	8,64	321	778	6
Kroom	6,7	1765	2200	—
Kuld	19,3	1064	2610	10
Mangaan	7,3	1260	1900	—
Nikkel	8,8	1450	—	40
Plii (seatina)	11,34	327	1525	1,3
Raud (puhas)	7,28	232	2200	2
Tsink	7,1	419	918	15
Vanaadium	5,6	1715	—	—
Vask	8,9	1083	2310	22
Vismut	9,8	271	1420	—
Volfram	19,1	3500	—	110

Tabel nr. 17. Umberarvestus tollilt millimeetritele.

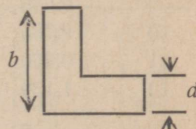
Tolli	1/16	1/8	3/16	1/4	5/16	3/8	7/16	1/2	9/16	5/8	11/16	3/4	13/16	7/8	15/16
mm	1,59	3,17	4,76	6,35	7,94	9,53	11,11	12,70	14,29	15,87	17,46	19,05	20,64	22,23	23,81

Tolli	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
mm	25,40	50,80	76,20	101,6	127,0	152,4	177,8	203,2	228,6	254,0	279,4	304,8	330,2	355,6	381,0
Tolli	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
mm	406,4	431,8	457,2	482,6	508,0	533,4	558,8	584,2	609,6	635,0	660,4	685,8	711,2	736,6	762,0

Tabel nr. 18. Latt-terase kaal kilogrammides jooksva meetri kohta.

Paksus mm	Laius millimeetrites													
	10	12	14	15	16	18	20	22	25	28	30	40	50	75
1	0,079	0,094	0,110	0,118	0,126	0,141	0,157	0,173	0,196	0,220	0,235	0,314	0,392	0,589
2	0,157	0,188	0,220	0,236	0,251	0,283	0,314	0,345	0,393	0,440	0,471	0,628	0,785	1,177
3	0,236	0,283	0,330	0,353	0,377	0,424	0,471	0,518	0,589	0,659	0,705	0,942	1,177	1,766
4	0,314	0,377	0,440	0,471	0,502	0,565	0,628	0,691	0,785	0,879	0,942	1,256	1,570	2,355
5	0,393	0,471	0,550	0,589	0,628	0,707	0,785	0,864	0,981	1,099	1,177	1,570	1,962	2,944
6	0,471	0,565	0,659	0,707	0,754	0,848	0,942	1,036	1,178	1,319	1,413	1,884	2,355	3,532
7	0,550	0,659	0,769	0,824	0,879	0,989	1,099	1,209	1,374	1,539	1,648	2,198	2,747	4,121
8	0,628	0,754	0,879	0,942	1,005	1,130	1,256	1,382	1,570	1,758	1,884	2,512	3,140	4,710
9	0,707	0,848	0,989	1,060	1,130	1,272	1,413	1,554	1,766	1,978	2,119	2,826	3,532	5,299
10	0,785	0,942	1,099	1,178	1,256	1,413	1,570	1,727	1,963	2,198	2,355	3,140	3,925	5,887
11	0,864	1,036	1,209	1,295	1,382	1,554	1,727	1,900	2,159	2,418	2,590	3,454	4,317	6,476
12	0,942	1,130	1,319	1,413	1,507	1,696	1,884	2,072	2,355	2,638	2,826	3,768	4,710	7,065
13	1,021	1,225	1,429	1,531	1,633	1,837	2,041	2,245	2,551	2,857	3,061	4,082	5,102	7,654
14	1,099	1,319	1,539	1,649	1,758	1,978	2,198	2,418	2,748	3,077	3,297	4,396	5,495	8,242
15	1,178	1,413	1,649	1,766	1,884	2,120	2,355	2,591	2,944	3,297	3,532	4,710	5,887	8,831
16	1,256	1,507	1,758	1,884	2,010	2,261	2,512	2,763	3,140	3,517	3,768	5,024	6,280	9,420
17	1,335	1,601	1,868	2,002	2,135	2,402	2,669	2,936	3,336	3,737	4,003	5,338	6,672	10,01
18	1,413	1,696	1,978	2,120	2,261	2,543	2,826	3,109	3,533	3,956	4,239	5,652	7,065	10,60
19	1,492	1,790	2,088	2,237	2,386	2,685	2,983	3,281	3,729	4,176	4,474	5,966	7,457	11,19
20	1,570	1,884	2,198	2,355	2,512	2,826	3,140	3,454	3,925	4,396	4,710	6,280	7,850	11,78
21	1,649	1,978	2,308	2,473	2,638	2,967	3,297	3,627	4,121	4,616	4,946	6,594	8,243	12,36
22	1,727	2,072	2,418	2,591	2,763	3,109	3,454	3,799	4,318	4,836	5,181	6,908	8,635	12,95
23	1,806	2,167	2,528	2,708	2,889	3,250	3,611	3,972	4,518	5,055	5,417	7,222	9,028	13,54
24	1,884	2,261	2,638	2,826	3,014	3,391	3,768	4,145	4,710	5,275	5,652	7,536	9,420	14,13
25	1,963	2,355	2,748	2,944	3,140	3,533	3,925	4,318	4,905	5,495	5,888	7,850	9,813	14,72

Tabel nr. 19.
Võrdkülgne nurkterase.



Nr.	Laius <i>b</i> mm	Paksus <i>d</i> mm	Kasut. needi läbi- mõõt mm	Jooksva meetri kaal kg/m	Nr.	Laius <i>b</i> mm	Paksus <i>d</i> mm	Kasut. needi läbi- mõõt mm	Jooksva meetri kaal kg/m
1 ^{1/2}	15	3	6	0,64	2 ^{1/2}	25	3	8	1,12
		4		0,82			4		1,45
2	20	3	6	0,82	3	30	4	8	1,78
		4		1,14			6		2,57

Tabel nr. 19 (järg).

Nr.	Laius <i>b</i> mm	Paksus <i>d</i> mm	Kasut. needi läbi- mõõt mm	Jooksva meetri kaal kg/m	Nr.	Laius <i>b</i> mm	Paksus <i>d</i> mm	Kasut. needi läbi- mõõt mm	Jooksva meetri kaal kg/m
3 ¹ / ₂	35	4 6	10	2,10 3,04	5 ¹ / ₂	55	6 8 10	16	4,95 6,46 7,90
4	40	4 6 8	10	2,42 3,52 4,55	6	60	6 8 10	16	5,42 7,09 8,69
4 ¹ / ₂	45	5 7 9	13	3,38 4,60 5,76	7	70	7 9 11	20	7,38 9,34 11,23
5	50	5 7 9	13	3,77 5,15 6,47	7 ¹ / ₂	75	8 10 12	20 20 23	9,03 11,07 13,11

Tabel nr. 20. Raskuste tabel nelikant-, kuuskant- ja ümmarterasele.
Jooksva meetri kaal.

Paksus mm	Nelikant kg/m	Kuuskant kg/m	Ummar kg/m	Paksus mm	Nelikant kg/m	Kuuskant kg/m	Ummar kg/m
5	0,196	0,170	0,154	13	1,327	1,149	1,042
6	0,283	0,245	0,222	14	1,539	1,332	1,208
7	0,385	0,333	0,302	15	1,766	1,530	1,387
8	0,502	0,435	0,395	16	2,010	1,740	1,578
9	0,636	0,551	0,499	17	2,269	1,965	1,782
10	0,785	0,680	0,617	18	2,543	2,203	1,998
11	0,950	0,823	0,746	19	2,834	2,454	2,226
12	1,130	0,979	0,888	20	3,140	2,719	2,466

Tabel nr. 21. Metallplaatide raskus kilogrammides ühe ruutmeetri kohta.

Paksus mm	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Malm kg/m ²	7,25	14,50	21,75	29,00	36,25	43,5	50,75	58,00	65,25	72,50
Teras kg/m ²	7,85	15,70	23,55	31,40	39,25	47,10	54,95	62,80	70,65	78,50
Vask kg/m ²	8,90	17,80	26,70	35,60	44,50	53,40	62,30	71,20	80,10	89,00
Messing kg/m ²	8,55	17,10	25,65	34,20	42,75	51,30	59,85	68,40	76,95	85,50
Tsink kg/m ²	7,20	14,40	21,60	28,80	36,00	43,20	50,40	57,60	64,80	72,00

Tabel nr. 22. Tsingitud teraskarra tähistus ja ühe ruutmeetri kaal.

Tähistuse nr.	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
Paksus mm	0,37	0,44	0,50	0,56	0,63	0,75	0,87	1,00	1,13	1,25	1,37	1,50	1,75	2,00
1 m ² kaal ca kg	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16

Tabel nr. 23. Valgekard.

Tähistus	Paksus mm	Formaat mm	Ühe tahvli kaal kg	Tähistus	Paksus mm	Formaat mm	Ühe tahvli kaal kg
N	0,15	265 × 380	0,128	DIX	0,37	530 × 760	1,178
IC4L	0,19	380 × 530	0,310	DIXX	0,41	„	1,356
IC3L	0,22	„	0,347	DI3X	0,46	„	1,447
ICLL	0,24	„	0,375	DI4X	0,52	„	1,660
ICL	0,27	„	0,445	DI5X	0,58	„	1,840
IC	0,32	„	0,510	DI6X	0,64	„	2,000
IX	0,36	„	0,590	DI7X	0,70	„	2,180
DICLL	0,24	530 × 760	0,750	DI8X	0,80	„	2,500
DICL	0,28	„	0,890	DI9X	0,90	„	2,779
DIC	0,31	„	1,018	DI10X	1,00	„	3,125

Tabel nr. 24. Vask- ja messingkarra tähistus ja ühe ruutmeetri kaal.

Tähistuse nr.	Paksus mm	Messing kg/m ²	Vask kg/m ²	Tähistuse nr.	Paksus mm	Messing kg/m ²	Vask kg/m ²
32	0,5	4,275	4,450	20	1,3	11,11	11,57
31	0,55	4,700	4,895	19	1,4	11,97	12,46
30	0,6	5,130	5,340	18	1,5	12,83	13,35
29	0,65	5,555	5,785	17	1,7	14,53	15,13
28	0,7	5,985	6,230	16	1,8	15,81	16,46
27	0,75	6,410	6,670	15	2,05	17,10	17,80
26	0,8	6,840	7,120	14	2,2	19,23	20,02
25	0,85	7,265	7,560	13	2,55	21,35	22,25
24	0,9	7,690	8,010	12	2,7	23,57	24,47
23	1,0	8,550	8,900	11	3,05	25,61	26,70
22	1,1	9,400	9,790	10	3,5	29,92	31,15
21	1,2	10,26	10,68	9	3,75	32,06	33,37

Tabel nr. 25.

Raskuste tabel nelikant-, kuuskant- ja ümmarmessingile.

Paksus mm	Ummar kg/m	Nelikant kg/m	Kuuskant kg/m	Paksus mm	Ummar kg/m	Nelikant kg/m	Kuuskant kg/m
1	0,007	0,009	0,008	6,5	0,285	0,363	0,314
1,5	0,015	0,019	0,016	7	0,331	0,421	0,364
2	0,027	0,034	0,030	7,5	0,380	0,484	0,418
2,5	0,042	0,054	0,046	8	0,432	0,550	0,475
3	0,061	0,077	0,067	9	0,547	0,697	0,602
3,5	0,083	0,105	0,091	10	0,675	0,860	0,743
4	0,108	0,138	0,119	12	0,972	1,238	1,069
4,5	0,137	0,174	0,150	15	1,519	1,935	1,671
5	0,169	0,215	0,168	20	2,700	3,440	2,970
5,5	0,204	0,260	0,225	25	4,219	5,375	4,640
6	0,243	0,310	1,267				

Tabel nr. 26. Traadi kaal kilogrammides 1000 meetri kohta.

∅	Pehme teras (raud)	Vask	Messing	∅	Pehme teras (raud)	Vask	Messing
0,5	1,502	1,767	1,706	1,4	11,78	13,86	13,37
0,6	2,163	2,545	2,456	2,0	24,03	28,28	27,29
0,7	2,944	3,464	3,343	2,5	37,55	41,18	42,65
0,8	3,845	4,524	4,367	3,1	57,74	67,93	65,55
0,9	4,867	5,726	5,526	3,8	86,76	102,1	98,52
1,0	6,008	7,069	6,823	5,0	150,2	176,7	170,6
1,1	7,270	8,553	8,256	6,0	216,3	254,5	245,6
1,2	8,652	10,18	9,825				

Tabel nr. 27. Traatide mõõteid mm.

Saksa DIN		Tähistus	Prantsuse IdP	Ameerika B&S	Inglise mõõted			Klaveriteras (spiraalvedrud)	
Tähis- tuse nr.	∅				BWG	HWG	SWG	Washburn & Moen	Webster & Horsefall
100	10,0	8/0	—	—	—	—	0,21	—	
94	9,4	7/0	—	—	—	12,70	0,22	—	
88	8,8	6/0	—	14,73	—	—	0,24	—	
82	8,2	5/0	—	13,12	12,70	—	0,25	—	

Saksa DIN		Tähistus	Prantsuse IdP	Ameerika B&S	Inglise mõõted			Klaveriteras (spiraalvedrud)	
Tähis- tuse nr.	Ø				BWG	HWC	SWG	Washburn & Moen	Webster & Horsefall
76	7,6	4/0	—	11,68	11,53	—	10,16	0,28	0,15
70	7,0	3/0	—	10,40	10,80	10,70	9,45	0,30	0,18
65	6,5	00	—	9,27	9,65	9,65	8,84	0,34	0,20
60	6,0	0	—	8,25	8,64	8,64	8,23	0,36	0,23
55	5,5	1	0,60	7,35	7,62	7,62	7,62	0,40	0,25
50	5,0	2	0,70	6,54	7,21	7,21	7,01	0,42	0,28
46	4,6	3	0,80	5,83	6,58	6,58	6,40	0,45	0,30
42	4,2	4	0,90	5,19	6,05	6,05	5,89	0,48	0,33
38	3,8	5	1,00	4,62	5,59	5,59	5,38	0,51	0,35
34	3,4	6	1,1	4,12	5,16	5,16	4,88	0,55	0,41
31	3,1	7	1,2	3,67	4,57	4,57	4,47	0,58	0,46
28	2,8	8	1,3	3,26	4,19	4,19	4,06	0,62	0,51
25	2,5	9	1,4	2,91	3,76	3,76	3,66	0,65	0,56
22	2,2	10	1,5	2,59	3,40	3,40	3,25	0,68	0,61
20	2,0	11	1,6	2,30	3,05	3,05	2,95	0,72	0,66
18	1,8	12	1,8	2,05	2,77	2,77	2,64	0,75	0,74
16	1,6	13	2,0	1,83	2,41	2,41	2,34	0,80	0,79
14	1,4	14	2,2	1,63	2,11	2,11	2,03	0,83	0,84
13	1,3	15	2,4	1,45	1,83	1,83	1,83	0,88	0,89
12	1,2	16	2,7	1,29	1,65	1,65	1,63	0,91	0,94
11	1,1	17	3,0	1,15	1,47	1,47	1,42	0,96	0,99
10	1,0	18	3,4	1,02	1,24	1,24	1,22	1,00	1,04
9	0,9	19	3,9	0,91	1,07	1,12	1,02	1,05	1,09
8	0,8	20	4,4	0,81	0,89	1,07	0,91	1,10	1,14
7	0,7	21	4,9	0,72	0,81	0,89	0,81	1,17	1,19
6	0,6								
5/5	0,55	22	5,4	0,64	0,71	0,81	0,71	1,23	1,32
5	0,50								
4/5	0,45	23	5,9	0,57	0,64	0,71	0,61	1,29	1,40
4	0,40	24	6,4	0,51	0,56	0,66	0,56	1,40	1,50
3/7	0,37	25	7,0	0,45	0,51	0,61	0,51	1,49	1,55
3/4	0,34	26	7,6	0,40	0,46	0,50	0,46	1,60	1,65
3/1	0,31	27	8,2	0,36	0,41	0,45	0,42	1,67	1,78
2/8	0,28	28	8,8	0,32	0,36	0,40	0,37	1,83	1,83
2/7	0,27	29	9,4	0,29	0,33	0,35	0,34	1,93	1,95
2/6	0,26	30	10,0	0,25	0,30	0,33	0,31	2,03	2,11

Saksa DIN		Tähistus	Prantsuse IdP	Ameerika B&S	Inglise mõõted			Klaveriteras (spiraalvedrud)	
Tähis- tuse nr.	Ø				BWG	HWC	SWG	Washburn & Moen	Webster & Horsefall
2/5	0,25	31	—	0,23	0,25	0,30	0,29	—	—
2/4	0,24	32	—	0,20	0,23	0,28	0,27	—	—
2/3	0,23	33	—	0,18	0,20	0,25	0,25	—	—
2/2	0,22	34	—	0,16	0,18	0,24	0,23	—	—
2/0	0,20	35	—	0,14	0,13	0,22	0,21	—	—
—	—	36	—	0,13	0,10	0,20	0,19	—	—
—	—	37	—	0,11	—	—	0,17	—	—
—	—	38	—	0,10	—	—	0,15	—	—
—	—	39	—	0,09	—	—	0,13	—	—
—	—	40	—	0,08	—	—	0,12	—	—

Tabel nr. 28. Kiiruste tabel lihvimisketastele.

Lihvimisketta Ø mm	Tiirude arv minutis, kui ümbekiirus sekundis on meetrites							
	15 m	20 m	25 m	30 m	35 m	40 m	45 m	50 m
25	12000	15300	19100	23000	26750	30550	34370	38200
50	6000	7650	9550	11450	13400	15275	17185	19100
75	4000	5100	6380	7650	9000	10185	11455	12735
100	3000	3825	4775	5730	6700	7640	8600	9550
125	2400	3050	3800	4600	5300	6110	6875	7640
150	2000	2550	3200	3800	4450	5100	5730	6370
175	1715	2200	2730	3270	3800	4365	4910	5460
200	1500	1910	2390	2875	3350	3820	4300	4775
225	1335	1700	2100	2550	2975	3395	3820	4245
250	1200	1525	1900	2300	2675	3055	3440	3820
300	1000	1275	1590	1900	2230	2550	2865	3185
350	860	1090	1370	1640	1900	2180	2450	2730
400	750	960	1200	1450	1675	1910	2150	2390
450	665	850	1060	1275	1425	1700	1910	2125
500	600	770	960	1150	1340	1525	1720	1910
550	545	700	850	1030	1200	1390	1565	1740
600	500	640	800	950	1110	1275	1430	1590
650	460	590	730	875	1030	1175	1320	1470
700	430	540	675	810	950	1090	1225	1365
800	375	475	600	715	835	955	1075	1195
1000	300	380	480	570	670	765	860	955

Tabel nr. 29. Völlide läbimõõdud mm vastavalt ülekantavale võimsusele.

Võimsus hobjõududes	Tiirude arv minutis									
	40	60	80	100	120	160	200	250	300	400
1 — 2	55	50	45	45	40	40	40	35	35	30
2 — 3	60	55	55	50	45	45	40	40	40	35
3 — 4	65	60	60	55	50	45	45	40	40	40
4 — 6	75	70	60	60	60	50	50	45	45	40
6 — 8	80	70	70	65	60	50	50	50	50	45
8 — 10	85	75	70	70	65	60	55	50	50	45
10 — 14	90	80	75	70	70	60	60	55	50	50
14 — 18	95	80	75	75	70	65	60	55	50	50
18 — 20	100	90	85	80	75	70	70	65	60	55
20 — 25	105	95	90	85	80	70	70	70	65	60
25 — 30	110	100	95	90	80	75	75	70	70	60
30 — 40	120	110	100	95	90	80	80	75	70	70
40 — 50	130	110	105	100	95	85	85	80	75	70
50 — 60	130	115	105	105	100	90	85	85	80	70
60 — 70	140	125	115	110	105	90	90	85	80	75
70 — 90	150	135	120	115	110	95	95	90	90	80
90 — 120	160	145	135	125	110	110	105	90	95	85
120 — 150	170	150	135	135	120	115	110	105	100	90
150 — 175	175	155	145	140	130	120	115	110	105	95
175 — 200	180	165	150	140	135	130	120	110	110	100

Ülaltoodud tabel on toodud Haederi järgi ja on arvatatud valemi $d = 120 \sqrt{\frac{N}{n}}$ järgi; saadused on ümmardatud.

Tabel nr. 30.
Segeri keeglite sulamistemperatuur.

Tähistus	022	021	020	019	018	017	016	015a	014a	013a	012a	011a	010a	09a
Sulamistem- temp. C°	600	650	670	690	710	730	750	790	815	835	855	880	900	920
Tähistus	08a	07a	06a	05a	04a	03a	02a	01a	1a	2a	3a	4a	5a	6a
Sulamistem- temp. C°	940	960	980	1000	1020	1040	1060	1080	1100	1120	1140	1160	1180	1200
Tähistus	7	8	9	10	12	14	16	20	26	30	35	39	42	
Sulamistem- temp. C°	1230	1250	1280	1300	1320	1350	1455	1530	1580	1670	1770	1880	2000	

Kasutatud kirjandust.

- | | |
|----------------------|-----------------------------|
| Hans Frangenheim | - Anreissen. |
| M. L. di Michiel | - Die Schlosserlehre. |
| Schuchardt & Schütte | - Technisches Hilfsbuch. |
| A. Wehtnel | - Handfertigkeitspraktikum. |
| Carl Otto | - Metallarbeiter. |
| Carl Otto | - Werkzeugschlosser. |
| Max Kurrein | - Messtechnik. |
| Fr. W. Hülle | - Werkzeugmaschinen. |
| Fr. W. Hülle | - Maschinenschlosser. |
| Haeder | - Konstruieren und Rechnen. |
| Peter Ohlig | - Schlosser-Lehrling. |
| Hütte ja Stoffhütte | - * * * |
| A. Reier | - Mehaaniline tehnoloogia. |
| „Tehnika Ajakiri“ | |
| „Tehnika Kõigile“ | |
| M. A. Соколов | - Слесарное дело. |
| M. Г. Смирнов | - Техминимум шорника |
| * * * | - Norton |

Sisukord.

Eessõna.

Lk.

3

I o s a.

Metallid ja muud materjalid.

	Lk.		Lk.
A. Raud.		Elektron	24
1. Uldiselt	7	2. Raske sulamid. Messing. Erimessin- gid. Uushõbe. Vasenikli-sulamid. Punavalu. Pronks. Valgemetall.	25
2. Mis on teras?	7	E. Lihtsamaid materjalide teimimise viise.	
3. Malm	7	F. Määretest.	
4. Tempervalu	10	G. Põletistest.	
5. Teraste tootmine. Puddelmenetlus. Bessemeri pirn. Thomase pirn. Sie- mens-Martini ahi. Elekterahi. Valu- teraste kasutatavus	11	1. Sepasüsi	34
B. Teraste liigitelu.		2. Koks	34
1. Uldiselt	15	3. Puusüsi	35
2. Riistateras. Süsinikteras. Legeeritud teras. Kiirlõiketeras. Kõvametallid.	15	4. Põlevkiviöli	35
3. Ehitusteras	17	5. Piiritus	35
4. Turustatav teras	18	6. Bensiin	35
5. Profiilteras	18	H. Muid abimaterjale.	
6. Kard	19	1. Kittimis- ja kleepimisvahendeid. Spahtelkitt malmile. Kitt metalli kinnitamiseks kivisse. Kitt metall- tähtede kleepimiseks klaasile. Tule- kindel kitt raudesemeile. Stannioli kleepimine	35
7. Traat	20	2. Kips ja tsement	36
8. Torud	20	3. Booraks	36
C. Muid metalle.		4. Vahtkivi	36
1. Vask	21	5. Viini lubi	36
2. Alumiinium	22	6. Salmiaak	36
3. Plii	22	7. Väävelhape	36
4. Tina	23	8. Salpeeterhape	37
5. Tsink	23	9. Soolhape	37
6. Nikkel	24	10. Peitsimisest	37
7. Kroom	24	11. Kummi	38
8. Kadmiüm	24	12. Asbest	38
9. Volfram	24		
10. Hõbe	24		
D. Sulameid.			
1. Kergesulamid. Duuralumiinium. Ameerika kergesulam. Skleroon.			

Eeltöid ja nõudeid töötlemiseks.

	Lk.		Lk.
A. Mõõduriistu.		Sammasmärgits. Sirkel. Varbsirkel.	
1. Tollipulk	39	Kriipspakk. Sentrinurgik. Rööbik-	
2. Nihkkaliiber ja noonius	40	pakud. Krupipakud. Märkel. Vesi-	
3. Taster.	41	lood	52
4. Mikromeeter	43	2. Märkimisvõtteid. Pindade värvi-	
5. Indikaator	45	mine. Sentrimärk. Telgede määra-	
6. Kaliiber. Normaalkaliiber. Piir-		mine. Kärnimine. Kontrolljoon.	
kaliiber. Mõõduplaadid. Muid kaliib-		Joonte tõmbamine. Vertikaaljooned.	
reid	46	Aukude ja mulkude märkimine.	
7. Šabloonid	50	Ringjoone jaotamine	57
8. Tasapindade kontrollimine	50	3. Märkimisnäiteid	64
9. Nurkade mõõtmine	51	C. Täpsustest.	
B. Märkimine.		1. Töötlemise täpsus	68
1. Märkimisriistu. Märkimislaud. Joon-		2. Mõõduriistade täpsus	68
laud ja nurgik. Märkimisnõel.		3. Sallitavus	69
		4. Sobitamine	70

Töötlemine.

	Lk.		Lk.
A. Tööriistadest üldiselt.		10. Peensobitamine	91
B. Tööriistadest ja töötlemisest.		11. Puurid, puurmasinad ja puurimine	93
1. Kruustangid	72	12. Hõõritsad ja hõõritsemine	102
2. Tangid	75	13. Keermestamine	104
3. Haamrid	75	14. Neetimine	111
4. Tera kuju	76	15. Jootmine. Kõvajoode. Pehme-	
5. Meisel ja metallide raiumine	78	joode	113
6. Metallikäärid	80	16. Lihvimine ja poleerimine	118
7. Saag ja saagimine	81	17. Sepistamine ja keevitamine	122
8. Viilid ja viilimine	84	18. Karastamine	126
9. Kaabits ja kaabitsemine	90	19. Tsementeerimine	129
		20. Roostekaitse	130
		21. Lukust	132

IV osa.

Lukkseptöökojast.

	Lk.		Lk.
1. Uldiselt	136	3. Jõuülekanne	138
2. Jõumasinad	137	4. Rihmade korrashoiust	139

V osa.

Tabeleid.

	Lk.		Lk.
Andmeid metallidest	140	Vask- ja messingkarra tähistus	143
Umberarvestus tollilt millimeetrile	140	Raskuste tabel nelikant-, kuuskant- ja ümmarmessingile	144
Latt-terase kaal	141	Traadi kaal	144
Võrdkõlgne nurkteras	141	Traatide mõõteid	144
Raskuste tabel nelikant-, kuuskant- ja ümmarterasele	142	Küüruste tabel lihvimisketastele	146
Metallplaatide raskus	142	Võllide läbimõõdud	147
Tsingitud teraskarra tähistus	143	Segeri keeglite sulamistemperatuur	147
Valgekard	143		

Vastutav toimetaja A. Põdrus. Korrektor A. Miller. Tehniline toimetaja H. Treumann.
Laduda antud: 18. I 1941. Trükki antud: 31. III 1941. Trükitähtede arv trükipoognas: 38 592.
Trükipoognate arv: 9½. Autori arvutuspoognate arv: 8,22. Kirjastuse arvutuspoognate
arv: 8,57. Trükiarv: 3150 eksemplari. Kaust: A 5. Paber: 61×86 cm 1/32. Trükikoja telli-
mise nr. 129. MB-4227. Trükikoda: „Punane Täht“, Tallinn, Pikk tänav 54/58.

Печатано на эстонском языке.

ГИЗ Педагогическая Литература, Таллин. Типография „Пунане Тэхт“, Таллин, улица Пикк 54/58.

RBL. 6.60

A-12524
i