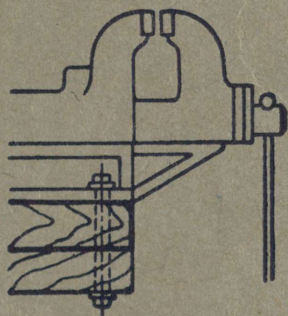


TEHNILISE KIRJASTUSE TOIMETISED

# *Lukksepatöö*

INSENER  
ALEKS KASKNEEM



E E S T I K I R J A S T U S · T A L L I N N



A-27272

2504

TEHNILISE KIRJASTUSE TOIMETISED

# LUKKSEPATÖÖ

ALEKS KASKNEEM

Tallinna I Tööstuskooli juhataja

Teine, täiendatud trükk

~~1A~~

~~27201~~

EESTI KIRJASTUS · TALLINN 1944

TOIMETAJA: dipl. ins. A. PÕDRUS.

2

Tartu Riikliku Ülikooli  
Raamatukogu

52589

Korrektuuri lugenud Bernhard Vahi.

Afv. Nr. 1/00163. Trükiarv: 5000 eksemplari. Paber: ETK Tallinna Paberivabrik; trükipaber 61:86 cm.

Trükk ja brošuur: Tallinna Eesti Kirjastus-Uhisuse trükikoda, Tallinn.

Ilmunud augustis 1944.

Rmk. 5.—

## EESSÕNA ESIMESELE TRÜKILE.

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 läbilõunumaid. 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 karastamist“. 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.

## EESSÕNA TEISELE TRÜKILE.

Käesoleva raamatu teine trükk pole identne esimesega, vaid tingituna raamatu kasutajate ja kolleegide soovidest, vahepeal üleskerkinud nõudeist ja esimeses trükis ilmnenu puudustest on teda tunduvalt täiendatud ja parandatud. Eriti on raamatut täiendatud lukksepatöös vajalikkude tabelitega ja eritöövõtete kirjeldusega. Sõjalukkorrast tingitud raamatu piiratud maht ei võimaldanud kõiki soove siiski arvestada (karra töötlemine, keskkütte-veevärgi lukksepatööd jne.). Muutunud on ka pealkiri — senise „Lukksepa käsiraamatu“ asemel „Lukksepatöö“.

Kuna raamatu peamine ülesanne on — olla tehnoloogia õppe- raamatuks tööstus- ja tööstusõpilaste koolidele, siis evib ta ka palju kirjeldavat, mida tavalised metallimehed endastmõistetavalt teavad. Ärgu nad seepärast raamatut põlaku, võimalik, et nad leiavad ka sellisest midagi tarvilikku. Tekstis toodud tabelid pole selleks, et nõuda õpilastelt nende päheõppimist.

Esimese trüki eessõnas toodud märked raamatu keelelise külje kohta on veel käesolevaski kehtivad, mõni oskussõnadest, mis kolm aastat tagasi võõrana kõlas, on vahepeal päris omaseks saanud, mõni aga ebapopulaarseks osutunud ja seepärast hüljatud.

Suurim tänu kolleegidele ja raamatu kasutajatele, kes mulle teise trüki jaoks näpunäiteid andsid. Erilist tänu võlgnen hr. dipl. ins. Jakk'ile, kes käesoleva raamatu sisuliselt läbi vaatas ja juhtunud vääratusi aitas vältida. Palju tänu ka hr. dir. Berggrün'ile, kes abistas mind aulogeenkeevituse osa koostamisel, ja hr. dipl. ins. A. Põdrusele, kellel lasusid käesoleva raamatu trükivalmis toimetamise ülesanded.

Tallinn, märts 1943.

Autor.

## Sisukord.

Eessõna esimesele trükile . . . . .	Lk.	3
Eessõna teisele trükile . . . . .		4

### I. Metallid ja muud materjalid.

#### A. Raud.

	Lk.
1. Üldiselt . . . . .	9
2. Mis on teras? . . . . .	9
3. Toormalm . . . . .	10
4. Tempervalu . . . . .	14
5. Teraste tootmine . . . . .	15
Pudeldusmenetlus. Bessemeri pirn. Thomase pirn. Siemens-Martini ahi. Elektriahi. Valuteraste kasutatavus . . . . .	15

#### B. Teraste liigitelu.

1. Üldiselt . . . . .	19
2. Riistateras. Süsinikteras. Legeeritud teras. Kiirlõiketeras. Kõva-metallid . . . . .	20
3. Ehitusteras . . . . .	22
4. Turustatav teras . . . . .	24
5. Profiilteras . . . . .	25
6. Kard . . . . .	27
7. Traat . . . . .	29
8. Torud . . . . .	29

#### C. Muid metalle.

1. Vask . . . . .	29
2. Alumiinium . . . . .	30
3. Plii . . . . .	31
4. Tina . . . . .	31
5. Tsink . . . . .	32
6. Nikkel . . . . .	32
7. Kroom . . . . .	33

8. Kadmium . . . . .	33
9. Volfram . . . . .	33
10. Hõbe . . . . .	33

#### D. Sulameid.

1. Kergesulamid. Duralumiin. Ameerika kergesulam. Skleroon. Elektron . . . . .	34
2. Raskesulamid. Messing. Erimesingid. Uushõbe. Vase-niklisulamid. Punavalu. Pronks. Valgemetall. Alumiiniumpronks. . . . .	34

#### E. Lihtsamaid materjalide teimimise viise.

#### F. Määretest.

#### G. Põletistest.

1. Sepasüsi . . . . .	48
2. Koks . . . . .	49
3. Puusüsi . . . . .	49
4. Põlevkiviõli . . . . .	49
5. Piiritus . . . . .	49
6. Bensiin . . . . .	50
7. Petrooleum . . . . .	50

#### H. Muid abimaterjale.

1. Kittimis- ja kleepimisvahendeid. Pahtelkitt malmi jaoks. Kitt metalli kinnitamiseks kivisse. Kitt metalltähtede kleepimiseks klaasile. Tulekindel kitt raudesele. Stannioli kleepimine . . . . .	50
---	----

	Lk.		Lk.
2. Kips ja tsement . . . . .	50	7. Väavelhape . . . . .	51
3. Booraks. . . . .	51	8. Lämmastikhape . . . . .	51
4. Vahtkivi . . . . .	51	9. Soolhape . . . . .	52
5. Viini lubi . . . . .	51	10. Kummi . . . . .	52
6. Salmiaak . . . . .	51	11. Asbest . . . . .	52

## II. Eeltöid ja nõudeid töötlemiseks.

	Lk.		Lk.
A. Mõõduriistu.			
1. Tollipulk . . . . .	53	Varbsirkel. Kriipsakk. Sentri- nurgik. Rööbikpakud. Krui- pakud. Märkel. Vesilood . . .	67
2. Nihkkaliiber ja noonius . . .	53	2. Märkimisvõtteid. Pindade vär- vimine. Sentrimärk. Telgede määramine. Kärnimine. Kont- rolljoon. Joonte tõmbamine. Vertikaaljooned. Aukude ja mulkude märkimine. Ring- joone jaotamine . . . . .	72
3. Taster . . . . .	55	3. Märkimisnäiteid. . . . .	79
4. Mikromeeter . . . . .	56		
5. Indikaator . . . . .	59	C. Täpsustest.	
6. Kaliiber. Normaalkaliiber. Piir- kaliiber. Mõõduplaadid. Muid kaliibreid . . . . .	61	1. Töötlemise täpsus . . . . .	83
7. Šabloonid . . . . .	64	2. Mõõduriistade täpsus . . . . .	83
8. Tasapindade kontrollimine . .	64	3. Sallitavus . . . . .	84
9. Nurkade mõõtmine . . . . .	65	4. Sobitamine . . . . .	85
B. Märkimine.			
1. Märkimisriistu. Märkimislaud. Joonlaud ja nurgik. Märkimis- nõel. Sammasmärgits. Sirkel.			

## III. Töötlemine.

	Lk.		Lk.
A. Tööriistadest üldiselt.			
B. Tööriistadest ja töötle- misest.			
1. Kruustangid . . . . .	87	9. Kaabits ja kaabitsemine . . .	108
2. Tangid . . . . .	89	10. Peensobitamine . . . . .	109
3. Vasarad . . . . .	90	11. Puurid, puurmasinad ja puu- rimine . . . . .	111
4. Tera kuju . . . . .	91	12. Hõõritsad ja hõõritsemine . .	120
5. Meisel ja metallide raiumine .	92	13. Keermestamine . . . . .	122
6. Metallikärid . . . . .	95	14. Neetimine . . . . .	131
7. Saag ja saagimine . . . . .	96	15. Jootmine. Kõvajootmine. Peh- mejootmine . . . . .	133
8. Viilid ja viilimine . . . . .	99	16. Lihvimine ja poleerimine . .	138
		17. Sepistamine . . . . .	142

	Lk.		Lk.
18. Karastamine . . . . .	146	21. Elekterkeevitamine . . . . .	155
19. Tsementeerimine . . . . .	149	22. Roostekaitse . . . . .	158
20. Autogeenkeevitamine . . . . .	150	23. Lukust . . . . .	160

#### IV. Lukksepatöökojast.

	Lk.		Lk.
1. Üldiselt . . . . .	164	3. Jõu ülekanne . . . . .	167
2. Jõumasinad . . . . .	166	4. Rihmade korrashoiust . . . . .	168

#### V. Tabeleid.

	Lk.		Lk.
24. Andmeid metallidest . . . . .	169	33. Raskuste tabel nelikant-, kuus-	
25. Ümberarvestus tollilt milli-		kant- ja ümarmessingile . . . . .	173
meetriks . . . . .	169	34. Traadi kaal . . . . .	173
26. Latt-terase kaal . . . . .	170	35. Traatide mõõteid . . . . .	173
27. Võrdkõlgnurkteras . . . . .	170	36. Kiiruste tabel lihvimisketastele . . . . .	175
28. Raskuste tabel nelikant-, kuus-		37. Völlide läbimõõdud . . . . .	176
kant- ja ümarterasele . . . . .	171	38. Riistmasinate jõutarvitus . . . . .	176
29. Metallplaatide raskus . . . . .	171	39. Rihmade arvestus . . . . .	177
30. Tsingitud teraskarra tähistus . . . . .	172	40. Kaitsepadrunitunnusvärvu-	
31. Valgekard . . . . .	172	sed . . . . .	178
32. Vask- ja messingkarra tähis-		41. Segeri keeglite sulamistempe-	
tus . . . . .	172	ratuur . . . . .	178

#### Tekstis asetsevad tabelid.

	Lk.		Lk.
1. Masinaehituses kasutatavate		12. Töötlamise täpsus . . . . .	83
malmisortide koostis . . . . .	14	13. Mõõduriistade täpsus . . . . .	84
2. Valuteraste süsinikusisaldus	19	14. Teranurkade suurused . . . . .	92
3. Kõvametallide koostis . . . . .	21	15. Puuriserva lubatav joonkiirus	117
4. Lisandid terases ja nende mõju	23	16. Lubatav puuri ettenihke . . . . .	118
5. Profiilteraste tähistus . . . . .	26	17. Jahutusvahendil puurimisel . . . . .	119
6. Ehitusterased . . . . .	28	18. Meetrilise keere . . . . .	126
7. Messingiliigid . . . . .	35	19. Whithworth'i keere . . . . .	126
8. Tähtsamad pronksisordid . . . . .	37	20. Kõvajoodised . . . . .	134
9. Valgemetallide koostis . . . . .	37	21. Pehmejoodised . . . . .	137
9-a. P.-Ameerika valgemetallid . . . . .	38	22. Hõõrpaberi hõõraine terasus	141
10. Raua säändusteim . . . . .	45	23. Gaasi tarvitus ja jõudlus keevi-	
11. Ringjoone jaotamine . . . . .	79	tamisel . . . . .	155



## 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. süsinikusisaldusega teras enam ei karastunud, siis väideti, et see süsinikuhulk on piiriks, mis eraldab terast ja rauda.

Käesolev ajastu tõi aga turule palju uusi materjalisorte, mitmesuguseid riista-, ehitus- ja legeeritud<sup>1</sup> teraseid, ja kui ka neid taheti harkata eraldama teraseks ja rauaks, siis ilmnes, et mõnigi teras, mis sisaldas süsinikku kaugelt üle 0,15%, ei olnud karastatav, samas aga oli teraseid võrdlemisi madala süsinikusisaldusega, mis oma lisandite tõttu karastusid väga hästi. Niisuguses olukorras polnud võimalust jätkata vahetegemist terase ja raua vahel endisel viisil, vaid nimetused normiti rangelt, nagu allpool toodud, kusjuures üldiselt võib märkida,

<sup>1</sup> Legeeritud teras — sisaldab peale süsiniku veel lisandeid, nagu kroomi, niklit, vanaadiumi jne. Vaata B. „Teraste liigitelu“.

et kõiki sepistatavaid, tehnilisel alal kasutatavaid rauasorte nimetatakse teraseks. Kõik senini esinenud nimetused, nagu latt-raud, U-raud, nurkraud jne. kannavad nüüd nimetust latt-teras, U-teras jne. Tuleb harjuda, eriti vanema generatsiooni metallitöötajail, et nimetus ei tähenda karastatavuse esinemist. Ka teraskard (endine raudkard või raudplekk) ei kindlusta meile materjali, millest võiks näiteks taskunuga teha, sest ta võib karastuda, kui ta on valmistatud karastuvast teraskarrast, võib aga ka mittekarastatav olla. Ka anglosaksi maades (Ameerikas, Inglismaal) on see „terase revolutsioon“ läbi viidud.

Nimetus „raud“ jääb aga seejuures ikkagi üldnimetuseks tehnikas kasutatava raua neljale pearühmale: terasele, malmile, tempervalule ja terasvalule; samuti tähendab ta ka keemilist elementi, mida nimetame Ferrum (Fe).

Käesolevaga pole tahetud liiga teha kõigile neile esemelistele ürgnimetustele, nagu käeraud, kapsaraud, hõövliraud jms. — kõik sellised säilitavad oma nimetuse nagu varemgi.

### 3. Toormalm.

Maakeral leidub puhast rauda õige vähesel määral — ainult nn. meteor-rauana. Kõik tehnilistel aladel kasutatav raud on valmistatud maapöues leiduvaist rauamaakidest, s. t. muldadest ja kivimitest, mis sisaldavad keemiliselt seotud rauda.

Et tootmise tasuvust tõsta, eraldatakse kaevandustest maapinnale toimetatud rauamaagist mehaanilisel teel 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 brikettideks.

Rauamaak koosneb peamiselt raua ja hapniku keemilisist ühendeist, muudest mineraalidest ja niiskusest. Tähtsamatest rauamaakidest tuleks nimetada:

Magnetrauamaak (magnetiit): Puhtaim ja rauarikkaim maakidest. Rauasisaldus 60··70%. Tähtsaimad leiukohad Norras ja Rootsis.

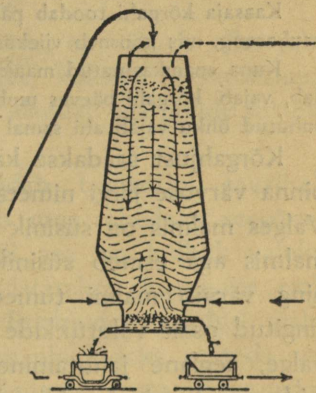
**Punane rauamaak (hematiit):** Nimetus tingitud punasest värvusest. Rauasisaldus 30...50%. Esineb Hispaanias, Põhja-Aafrikas, Põhja-Ameerikas, Ukrainas, Saksamaal.

**Pruun rauamaak (limoniit):** Rauarooste värvusega. Rauasisaldus 20...50%. Esineb Saksamaal, Ulem-Sileesias ja Põhja-Ameerikas.

**Rauapagu (sideriit):** Rauasisaldus 30...40%. Tähtsaimad leiukohad Saksamaal ja Ungaris. Omab erilist tähtsust, sest et temaga koos esineb rikkalikult mangaani.

Esimene protsess, mis rauamaagi juures ette võetakse, nn. kõrgahjuprotsess, saab ülesande — kõrvaldada maagist hapnik (taandamise teel). Hapniku ja raua lahutamiseks kasutatakse süsinikku, varem puusöe, nüüd koksi näol. Süsinikul on suurem keemiline sugulus hapnikuga kui raual — ta seob maagis esineva hapniku ja teiseks saab teda üheaegselt kasutada ka kütteinena, et saavutada maagi taandamiseks ja toormalmi ning šlaki ülessulatamiseks vajalikku kõrget temperatuuri.

**Kõrgahi (joonis 1),** milles seda protsessi teostatakse, kujutab kuni 30 m kõrget koonilist kaevusahju, 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 koksimaagi kihte, kuumutab neid ja väljub ülalt kõrgahjust, kuna ülemised kihid vajuvad pikkamisi alla põlemise läbi tekkivasse õõnsusse. Seejuures põlemisgaasides sisalduv vingu gaas (CO) ja osalt ka koks ise taandavad järk-järgult rauamaagi, kuni see ahju alumisse ossa jõudes ca 1800° C temperatuuri juures sulab toormaliks. Taanduv raud seejuures ühineb süsinikuga, mistõttu toormalmi süsinikusisaldus on 2,3...5%. Ahju põhja kogunev sulametal lastakse kindlate vaheaegade järel kõrgahju jalal asuvaist aukudest välja. Kõrgahju täidetakse ülalt pidevalt ja eespool kirjeldatud protsess käib järjest, kuni kõrgahi kord remonti vajab.



Joon. 1. Kõrgahju skeem.

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 ebasoovitav 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), tänavasillutuse kive, šlakkvilla<sup>1</sup> jms.

Teine oluline kõrvsaadus on kõrgahjugaas. Nimetatu väljub kõrgahjust ülalt ja sisaldab suurel määral põlevat vingugaasi (CO), peale selle omab ta veel vägagi kõrget temperatuuri. Eespool oli nimetatud, et kõrgahju jalalt surutakse sisse kuuma õhku. Õhu eelkuumendus on vajalik selleks, et mitte jahutada ahju allosa, kus ju temperatuurid 1700° kuni 1800° ulatuvad. Saadud kõrgahjugaasi kasutatakse enamuses õhu eelsoojendajana (600...900°), ülejääke aga eriliste gaasimootorite kütteinena, milledega käitatakse kõrgahju abimehhanisme (veskeid, kraanasid, õhupumpi jne.).

Kaasaja kõrgahi toodab päevas enam kui 1000 tonni toorrauda (ümarguselt üks kaubarong, mis koosneb viiekümnest vagunist à 20 tonni).

Kuna enamkasutatud maak või mitmeliigiliste maakide segu ca 45% rauda sisaldab, vajab kõrgahi päevas umbes 2250 t maaki ja umbes 900...1000 t koksi. Sisepuhutud õhku vajab ahi samal ajavahemikul umbes 4 000 000 m<sup>3</sup>.

Kõrgahjust saadakse kahesugust toormalmi, mida nende murdumispinna värvuse järgi nimetatakse valgeks või halliks malmiks. Valges malmis on süsinik keemiliselt rauaga seotud (raudkarbiid), hallis malmis aga esineb süsinik sidumata grafiidina rauakristallikeste vahel ning värvib malmi tumedamaks. Kirjeldatud struktuurierinevus on tingitud osalt valutükkide jahutusviisist — kiire jahutamine soodustab valge, aeglane jahutamine halli malmi tekkimist, — osalt ka malmis leiduvaist lisaaineist. Nimelt mangaan — ühinedes ka süsinikuga — kujundab mangaankarbiidi, mis keemiliselt püsib ja malmile heleda värvuse annab, siliitsium aga soodustab raudkarbiidi lagunemist rauaks ja grafiidiks. Valget malmi kasutatakse enamasti lähteainena mitmesuguste terasesortide valmistamiseks, kuna hall malm ongi pärast veelkordset

<sup>1</sup> Kasutatakse kõla-, kuumus- ja soojustisolaatorina.

sulatamist too tuntud malm, millest tehakse igasuguseid malmi-valusid.

Toormalmi, mida kõrgahjust saadud, säilitatakse tavaliselt sulas olekus kuni tema edasitöötlemiseni (valumalmiks või teraseks, vt. alamal) suurtes säilitites, nn. malmisegajais. Nad moodustuvad teraskarrast, šamotiga vooderdatud horisontaalseist hiiglatrumlitest, mis suudavad kuni paar tuhat tonni malmi mahutada ja omavad ülesannet — mitmest kõrgahjust saabunud toormalmi segada, et saada ühtlasema koostisega materjali. Peale nimetatut seovad nende seinad pikemaajalisel seismisel ka osaliselt malmis peituvat väävlit.

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

Vähene, umbes pooleprotsendiline hulk räni või fosforit malmis soodustab süsiniku eraldumist grafiidina, võimaldades saada pehmemat malmi, mangaan aga mõjub vastupidiselt — tekitades kõva valget malmi. Ka soodustab fosforisisaldus malmi voolavust — viimane on tähtis eriti õhukeseseinalise malmivalu puhul. Teisalt aga liigne fosforisisaldus mõjub malmile, muutes teda hapraks.

Halvemaid osiseid, mis malmis võib esineda, on väävel, olles juba rauamaagis või sattudes sinna alles kõrgahjus, koksiga kaasatooduna. Väävel muudab malmi hapraks ja poorseks, alandab aga muide sulamitemperatuuri.

Süsinikku, nagu juba tähendatud, sisaldab toormalm tavaliselt 2,3...5%. Nii suur hulk süsinikku muudab raua rabedaks, seepärast pole ka malm sepistatav ega valtsitav, küll aga on kõlblik valuks, milleks teda veeltõrkest erilistes ahjudes sulatatakse, kusjuures eraldub kõrgahjust osaliselt kaasatunud räbu. Eriahjust saadud malm (mitte enam toormalm) valatakse vähemateks plokkideks, et teda valuks sulatamisel oleks kergem käsitleda. Malmivalu teostamiseks malmi sulatatakse kupolahjudes ja valatakse sellekujulistesse 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 toi-

metatakse erilistes vormides, nn. kokillides, mis võimaldavad valutüki pealispinna eriti kiiret jahutamist.

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

Tabel 1. Masinaehituses kasutatavate malmisortide koostis.

Valatavad esemed	Süsinikku %/%	Räni %/%	Mangaani %/%	Fosforit %/%	Väävlit %/%
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: valts-silindrid 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, büs- tid, 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 süsinikuhulga vähendamisega tõuseb malmi sitkus, 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, süsinikuhulk malmis aga väheneb.

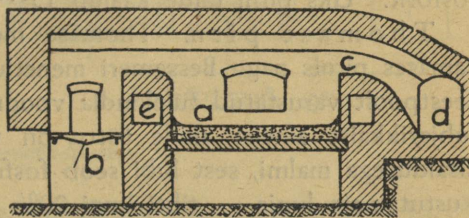
Väiksemad valatised kaotavad peaaegu kogu süsiniku, suuremad ainult pinnalt, säilitades malmist tuuma. Pärast eelkirjeldatud protsessi võib malmist valatud esemeid töödelda peaaegu nagu pehmest terasest valmistatud.

Eespool kirjeldatud menetlusel saadud tempervalu murdepind on valge (nn. euroopa tempervalu), tuntakse aga ka lihtsamat tempervalu menetlust, kus murdepind on must ja mida seepärast nimetatakse ka mustaks tempervaluks (nn. ameerika tempervalu). 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 värvuse.

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 mitmekülseks kasutamiseks, sest süsinik muudab ta liiga rabedaks, samuti tuleb kõrvaldada ebasoovitavad lisandid väävel ja fosfor ja mõnikord ka siliitsium.



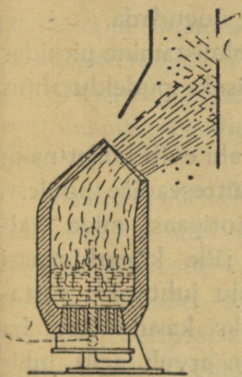
Joon. 2. Pudeldusahhi.

Toormalmi muutmine teraseks seisneb eelnimetatud lisandite kõrvaldamises oksüdeerimise teel (neid hapnikuga sidudes), mis teostub õhuhapniku toimel erilistes seadistes või ahjudes. Alamal ülevaade sellistest menetlustest.

**Pudeldusmenetlus.** Vanemaid, nüüd juba vähetarvitatavaid on segamise menetlus, nimetatud ka pudeldusahju-protsessiks (to puddle — inglise keeles „segama“).

Pudeldusahjus toodetud terast nimetatakse ka keevitusteraseks ja ta omab kihilise löike.

Bessemeri pirn, mis oma nimetuse on saanud leiutaja järgi, kujutab suurt, kuni 10-m<sup>3</sup> pirnisarnast mahutit, mida on võimalik telje



Joon. 3. Bessemeri pirn.

ümber kallutada (joon. 3). Pirn täidetakse sula malmiga ja pirni põhjas asetsevaist aukudest puhutakse sisse kõrge surve all õhku. Õhuhapniku mõjul süsinik, mangaan ja siliitsium põlevad kiiresti välja; seejuures tekib põlemisest nii palju soojust, et pirni sisu hoolimata süsinikusisalduse vähenemisest tingitud sulamistemperatuuri tõusust ikka vedelaks jääb. Et teras peab sisaldama teatava hulga süsinikku ja et Bessemeri menetlus malmist peaaegu kõik süsiniku kõrvaldab, lisatakse protsessi lõppedes pirni süsinikku juurde, tavaliselt puusöe, ferromangaani või ferrosiliitsiumi 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. Üks pirni täide kaalub 15...40 tonni.

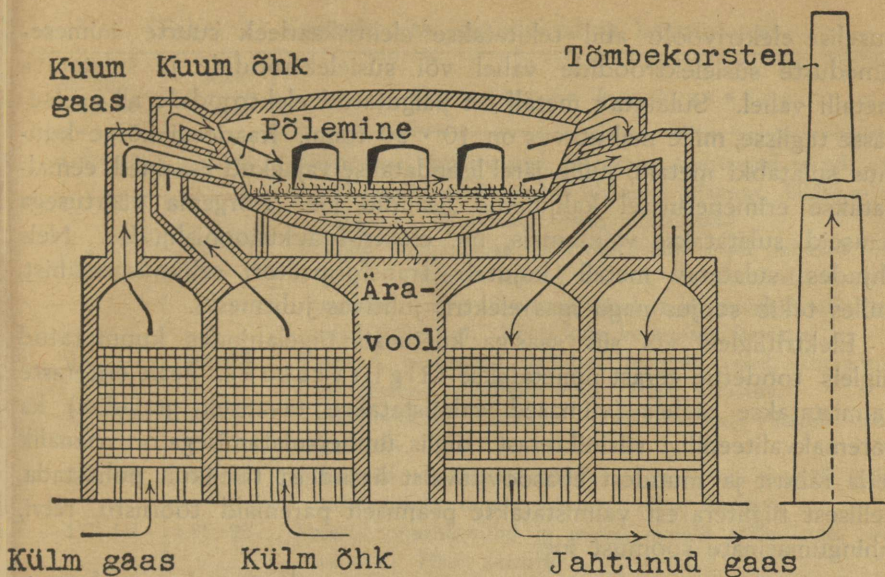
**Thomase pirn.** Thomase menetlust toimetatakse välimuselt samases pirnis nagu Bessemeri menetluse puhul. Mõlemad pirnid on seestpoolt varustatud tulekindla voodriga, Thomase pirnil tehakse see lubjarikkaist aineist, mille tõttu on võimalik kasutada rohke fosforisisaldusega malmi, sest lubi seob fosforit.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

Tavaliselt kasutatakse Thomase pirni voodriks dolomiiti, mis fosforhapidiga ühinedes sünnitab nn. toomasräbu. Räbu eraldatakse pirni tühjendamisel sulametallist, hiljem jahvatatakse ja saadetakse toomasjahu nime all kunstväetisena turule.

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

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

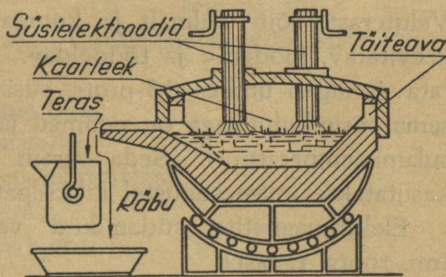
**Siemens-Martini ahi.** Siemens-Martini ahi evib kollet nagu varem kirjeldatud pudeldusahji, erineb aga temast kütteseadise poolest. Kütteks kasutatakse Siemens-Martini ahjus generaatorigaasi, mida valmistatakse kivisöest erilises gaasigeneraatoris, või jälle kõrgahjugaasi ja nii see gaas kui ka õhk kuumutatakse enne ahju juhtimist vastavalt eelsoojendajais. Gaasi ja õhu eelkuumutamiseks kasutatakse ära gaaside soojust sel viisil, et eelsoojendajaist (neid on arvult neli) juhitakse läbi vahelduvalt kord heitgaase, kord vastavalt põlemisgaasi või



Joon. 4. Siemens-Martini ahi.

õhku (vt. joonist 4). Siemens-Martini ahjuga saavutatakse kuni  $1650^{\circ}$  temperatuuri, mistõttu võib selles sulatada ka kõrgeväärtuslikke terase sorte, näit. kroomi ja niklit sisaldavaid. Ahjud ehitatakse kuni 200-tonnise mahutavusega. Terasa valmimise protsess kestab 6...10 tundi. Ahju vooder võib olla kas happeline nagu Bessemeri pirnil või aluselise nagu Thomase pirnil. Siemens-Martini ahjus on võimalik ka rauajäätmeid ja vanarauda ümber töötada, samuti, nagu öeldud, valmistada ka vääristeraseid. Tuleb mainida, et eelkirjeldatud menetlusega valmistatakse enamik maailma terasetoodangust.

Elektriahhi. Kasvava tähtsuse terase, eriti mitmesuguste vääristeraste tootmises omandab viimaseil aegadel elektriahhi. Terasa suurtöölusel enamkasutatavaid on kaartuleahi (joon. 5), kus madalapingelise, aga suuretuge-



Joon. 5. Elektri-kaartuleahi.

vuselise elektrivoolu abil tekitatakse elektrikaarleek suurte, inimese-jämeduste süsielektroodide vahel või süsielektroodide ja sulatatava metalli vahel. Sulatatav metall on paigutatud elektroodide all asetsevasse tiiglisse, mille mahutavus on 10··30 tonni. Kaarleegi kõrge kuumus sulatabki metalli, mille järel lisandatakse vajalikud lisained, eemaldatakse erimenetlustel kahjulikud lisandid jne. Kõrgema väärtusega teraseid sulatatakse väiksemis, nn. elektri-induksiooniahjudes. Neis ahjudes sulatatav metall kujutab transformaatori sekundaarmähist, milles tekib soojus nagu igas elektrit juhtivas juhtmeski.

Elektritiigleis või siis gaasiga köetavais tiigelahjudes kuumutatud tiigleis toodetud terast nimetatakse tiigliteraseks. Peale eriteraste valmistatakse tiigleis (viimased valmistatakse tavaliselt grafiidist) ka paremakvaliteedilist süsinikterast; tiiglis ümbersulatamisega on võimalik seda rübust ja muudest ebasoovitavaist lisandest täielikult puhastada. Sellisest tiigliterasest valmistatakse peamiselt paremaid tööriistu, relvi, lahingumasinate soomust jne.

Valuteraste kasutatavus. Eespool esitatud menetlustega saadud teraseid (välja arvatud pudeldusahju-teras, mis kannab keevitus-terase nimetust) nimetatakse üldise nimetusega valuterasteks. Tabelis 2 on toodud „Hütte“ ja di Michiel'i järgi andmed teraste süsinikusalduse ja kasutatavuse kohta.

### Märkmeid.

- 1) Tabelis on toodud ainult süsinikterased, 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 värvust. Valuterast võib külmalt ja kuumalt vormida, ta on hästi sepistatav, keevitatav, joodetav ja töödeldav. Eelmisest tabelist selgus, et karastatavus algab umbes 0,3-prots. süsinikusalduse juures. Terased väiksema süsinikuhulgaga on pehmed ja sitked ning omavad ka kõrgemat sulamistemperatuuri. Seda varem raua nimetusega tuntud materjali kasutatakse mitmesugustel lukkseptatöödel.

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

Atmosfääriõhus niiskuse mõjul valuteras roostetab kiiresti ja hävib, ilma et tal tekiks mingit kaitsekihti.

Tabel 2. Süsinikteras, omadused ja kasutatavus.

Süsiniku protsent	Tõmbetugevus kg/mm <sup>2</sup>	Omadus ja kasutatavus
0,05...0,2	32...45	Vitsterased, lapikterased, teraskard, keevitatud torud, naelad, needid, raudteeroopa ühendid, talateras. Üldse mittekarastuv. (Varemalt rauaks nimetatud.)
0,2...0,4	40...60	Roopad, roopanaelad, põllutööriistade osad, labidad, hargid, rattarehvid, suured vasarad, sepistatud alasid, gaasipudelid, surve all olevad nõud ja kõrgsurvetorud, lihtsamad tööriistad. Veidi kuni keskmiselt karastuv.
0,4...0,6	50...70	Vasarad, puidusaed, labidad, hangud, noad, lehtvedrud, terasvaierid, sõidukite osad. Hästi karastuv.
0,6...0,8	60...80	Sepa-tööriistad, vasarad, meislid, kirved, vikatid. Hästi karastuv.
0,8...1,0	80...85	Matriisid stantsimise töödeks, puurid ja freesid puidu töötlemiseks, tangid, nõelad. Hästi karastuv.
1,0...1,3	85...90	Freesid, puurid, viilid ja muud metalli lõikeriistad, viiliraikid. Hästi karastuv.
1,3...1,5	85...95	Kaalude prismid, kuulveskite kuulid, habemenoad, mõningad meditsiinilised riistad.

## B. TERASTE LIIGITELU.

### 1. Üldiselt.

Esipeatükis „Mis on teras?“ vihasime normimisele. DIN-normilehed 1600 kuni 1699 käsitlevadki raua normimist, millest on toodud järgnevad viited:

Rauasorte tähistatakse järgmiselt:

St — valuteras

Ge — malm

Stg — terasvalu<sup>1</sup>

Te — tempervalu.

Soovitakse märkida eriti nimetatud terase tootmisviisi, siis tähistatakse seda järgmiste tähtedega:

B — bessemerteras

Th — toomasteras

M — siemens-martinteras

T — tiigliteras

E — elektriahjuteras.

<sup>1</sup> Terasvalu on teras, millele vormidesse valamise juba kohe kasutatav või riistmasinatel ümbertöötamist võimaldav väliskuju on antud.

Soovitud materjali tellimisel, konstrueeritud eseme tööjoonisel ja muudel sellistel puhkudel märgitakse lihtsalt näiteks:

22 Ø St 34 · 13,

mis tähendab 22-mm läbimõõduga ümarterast (valuterast), kusjuures numbrite grupp tähendab — „34” tõmbetugevus vähemalt 34 kg/mm<sup>2</sup> kohta ja „13” DIN-lehe numbrit, millel on tähistatud antud materjali eritingimused — seega on vihjatud DIN 1613 lehele (mis käsitleb kruvideks ja neetideks kasutatavat materjali). Ülevaade DIN 1600—1681 lehtedest vt. tab. 6.

On meil tähistus järgmine:

St C 35 · 61,

siis tähendab siin C-le järgnev „35” mitte tõmbetugevust, vaid et antud materjal on eriteras süsinikusisaldusega keskmiselt 0,35<sup>0</sup>/%.

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

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

## 2. Riistateras.

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

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 damaskuse terast. 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 lisandest kui ka süsinikusisalduse tõstmist soovitud määrani.

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

Legeeritud teras. Süsinikterastest paremad on juba nn. legeeritud terased, mida saadakse, kui tiiglis või elektriahus 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 peene-teraliseks 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 puidutöö-terasid, töötlus-terasid — nuge, hõõvleid, puidufreese 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 oma lõikevõimet nimetamisväärselt kaotaks. Lisaaineiks on kiirlõiketerastel peamiselt volfram (tihti kuni 20%), koobalt, kroom, vanaadium ja molübdeen.

Tabel 3. Kõvametallide koostis.

Nimetus	C Süsinik	W Volfram	Cr Kroom	Mo Molübdeen	Co Koobalt	Fe Raud
Kõvametall (stelliit) . .	~ 1,4	~ 15	~ 28	~ 1,6	~ 52	2
Kõvametall (teised) . .	—	—	30...45	—	55...70	—

Koobaltterase löikejõudlus on ca 1,2-, stelliidil 2- ja teistel kõvame-tallidel ca 3-kordne võrreldes kiirlõiketerasega. Stelliiti võib tööta-misel koormata, kuni ta tumepunaseks (600° C) kuumeneb, teisi kõva-metalle isegi kuni helepunaseni (ca 900° C), ilma et ta oma löikevõi-met eriti kaotaks.

**Kõvameallid.** Need mittesepistatavad metallid ei kuulu üldse teraste hulka, sest nad ei sisalda tihti sugugi rauda (vaata tabe-lit 3), kuid ülevaatlikkuse mõttes peatume lühidalt nende juures ka siin. Tihti moodsate riistmasinate puhul ei rahulda ka enam kiirlõike-terasest 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) nimetuse all. Kõvameallide töötlemine on võimalik ainult lihvimise teel, kus-juures kõvemaile neist „ei hakka“ isegi tavalised smirgelseibid, vaid vajatakse kõvemaid, ränikarbiidist seibe. Tuntumais kõvameallides on peaosiseks volframkarbiid, mille mikroskoopilisi terakesi hoiab koos tavaliselt koobalt.

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

### 3. Ehitusteras (konstruktsiooniteras).

Ehitusteraste rühma kuuluvad terased, mis nikli, kroomi, volframi jne. lisandamisega on masinaehituse materjalidena sobivaks tehtud. Ka mitmed tala- ja profiilterased, mis on puhtakujulised süsinikterased, kuuluvad ehitusteraste hulka. Esimesi nimetame legeritud, teisi le-geerimata ehitusterasteks.

Lisandatud osistest olenevalt tuntakse nikkelterast, kroomnikkel-terast, siliitsiumterast või antakse nimetus kasutamiseviisi järgi ja kõnel-dakse siis vedruterasest, laagrikuuli-, valtsiterasest jne. Kroom- ja kroomnikkelteras on väärtuslikum materjal mootorite, mootorsõidukite ja relvade valmistamisel. Mangaanteras evib suurt elastsust ja leiab kasutamist spiraalvedrude, vaguni- ja autovedrude valmistamisel.

Lähemalt tuleks mainida korrosiooni- ja roostekindlaid (roostevabu) teraseid, sest nad omavad tehnikas pidevalt kasva-vat tähtsust, eriti kui arvestatakse suuri materjalikaotusi, mida kutsub esile raudmaterjalide roostetavus.

Kõigepealt, nagu eespool oli tähendatud, mida suuremat süsinikusisaldust raud omab, seda roostekindlam ta on<sup>1</sup>, seega malm roostetab tunduvalt vähem kui tavaline teras. Fosfor vähendab roostetavust — nii on pudeldusahju keevitusteras või bessemerteras roostekindlam teiste menetlustega saadud teraseist, kuna neist fosfor pole täielikult kõrvaldunud.

Väärtuslik lisand terasele roostekindluse tõstmiseks on vask (0,2...0,55%).

Täielikult roostevaba terast (ka happekindlat) saadakse, kui terast legeeritakse kroomiga või kroomi ja nikliga. Eriti happekindlad on kroom-mangaanterased ja kroom-mangaan-nikkelterased. Nimetatud teraste kroomisisaldus kõigub 13...18%, niklit omavad nad 0,2...8%, süsinikku kuni 0,4%, mangaani kuni 9%.

Tähtsamad kasutusalaad roostevabadele terastele on keemia-, õlle-, alkoholi- ja parkimistööstuste seadmed, laua- ja toidunõud, arsti- ja kirurgiaristad.

Kokkuvõtteks kõigele eelnevale on tabel 4, mis käsitleb terases esinevaid lisandeid ja nende mõju terase mehaanilistele ja füüsikalistele omadustele (andmed H. v. Renesse—Werkstoff Radgeber).

Tabel 4. Lisandid terases ja nende mõju.

Lisaaine	suurendab	vähendab	muud mõjud
Süsinik	tugevust	painduvust, sepi- statavust	elektriline takistus suure- neb
Fosfor	esineb kuni 0,1% tõm- betugevust, kuumus- kindlust, roostekindlust	elastsust	teeb malmi ja terasvalu paremini valatavaks
Väävel	esineb kuni 0,1% ühes vähese fosforilisandiga — riistmasinatega lõiga- tavust	sulamistempera- tuuri, lõiketera- de tugevust	malmis — muudab selle poorseks
Lämmastik	rabedust kaartulega kee- vitatud kohtades		

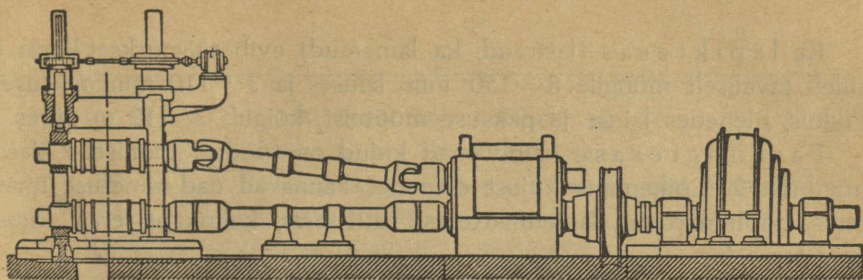
<sup>1</sup> Siiski peaaegu süsinikuta teras (puhas raud) on jällegi roostekindlam kui üle 0,15% süsinikku sisaldav teras.

Lisaaine	suurendab	vähendab	muud mõjud
Siliitsium	tõmbetugevust, valtsitavust	painduvust	elektriline takistus kasvab tunduvalt. Esinedes malmis — 12—18% — saadakse happekindel valu
Mangaan	kuni 7% tõmbetugevust, valtsitavust, sitkust; kuni 1% sepiatavust, sepikeevitatavust	painduvust (väga vähe)	
Kroom	tõmbetugevust, kuumuskindlust, roostekindlust		üle 12% Cr ja vähe C suur korrosioonikindlus
Molübdeen	tõmbetugevust, kuumuskindlust	sepiatavust	säilitab terase tugevust ka kõrgemates temperatuurides
Nikkel	tõmbetugevust, sitkust	elastsust (väga vähe)	suure niklisisalduse puhul väheneb magneeditavus, suureneb elektriline takistus
Volfram	tõmbetugevust, kuumuskindlust	elastsust (väga vähe)	
Vanaadium	tõmbetugevust, kuumuskindlust		
Koobalt	tõmbetugevust, lõikete- rade lõikevõimet		
Titaan	tõmbetugevust, sitkust		
Vask	kuni 1% vaske — tõmbetugevust	0,15...0,5% roostetavust	

#### 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 muis vajalikes vormes.

Sulatusahjust väljuv sulateras juhitakse erilistesse vormidesse, kust 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. 6.



Joon. 6. Valtsimisseadis.

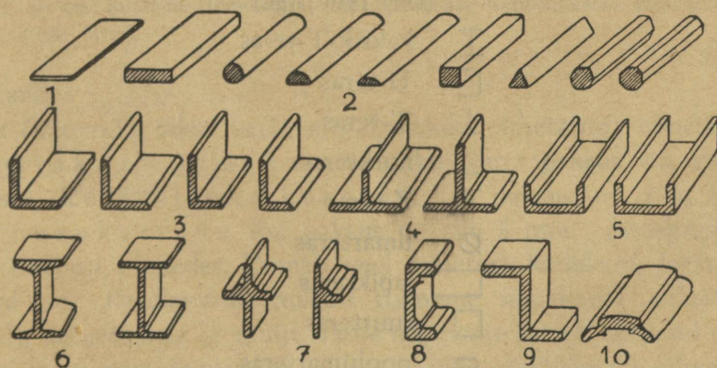
Teraseplokk juhatakse kahe valtsi vahelt läbi, kusjuures ta paksus väheneb, pikkus aga suureneb. Eelmist protsessi korrates, tarviduse korral terast vahepeal kuumutades, saadakse lõppeks soovitud paksus ja laius.

### 5. Profilteras.

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

Juuresoleval joonisel 7 on toodud rida tarvitatavamaid profile.

Vitsterase (vitsraua) nimetust kannab täisnurkse põiklõikega valtsimise saadus, mida toodetakse 700-500 mm laiuses ja 0,6-8 mm paksuses ja turustatakse rullides või sirgeis ribades.



Joon. 7. Mitmesuguseid profilteraseid.

Ka lapikteras (lattraud, ka lameraud) evib täisnurkset kuju ja tuleb tavaliselt müügile 8...150 mm laiuses ja 3...110 mm paksuses. Pikkus, olenedes laiuse ja paksuse mõõteist, kõigub 3...12 m piires.

Fassongterase käibivamad kujud on toodud joonisel 7 alates numbrist 2. Lõikepinna kujust olenedes kannavad nad nimetust ümarteras, poolümarteras, lameümarteras, ruut-teras, kolmkant-teras, kuuskant-teras jne.

Nurkterased ja järgnevalt kirjeldatud muu-sugused profiilterased kuuluvad ka fassongteraste liiki. Joonisel 7 numbriga 3 tähistatult leiame võrdkülgse, edasi erikülgse nurkterase.

T-terast (joon. 7/4) jaotame lamedaks ja kõrgeks. Esimesel juhul laius ja kõrgus on võrdsed, kõrge T-terase kõrgus aga on kaks korda laiusest suurem.

U-teras on toodud joonisel 7/5.

I-terast (kaksik-T-terast, joonis 7/6) nimetatakse ka talateraseks (-rauaks) ehk kandeteraseks.











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

Peale nimetatute toodavad tehased veel loendamatuult paljusid eri-profiilidega teraseid laevachituse, ehitustehnika, raudteesajanduse, mää-tööstuse jms. tarbeks.

Tähtsamate profiilteraste kohta on toodud lähemaid andmeid käes-oleva käsiraamatu lõppu paigutatud tabelleis. Tähistust esitab tabel 5.

Tabel 5. Profiilteraste tähistus.

(DIN 1350 järgi.)

	kaksik-T-teras
	U-teras
	T-teras
	nurkteras
	Z-teras
	ümarteras
	lapikteras
	ruutteras
	poolümarteras
	kuuskant-teras

## Näiteks:

I 40	Kaksik T-teras, kõrgus 400 mm (40 cm).
□ 20	U-teras, kõrgus 200 mm (20 cm).
□ W $\frac{235}{90}$	U-teras, kõrgus 235 mm, laius 90 mm; erimõõted va- guniehituseks.
└ 12	Z-teras, kõrgus 120 mm (12 cm).
⊥ 7	Kõrge T-teras, kõrgus 70 mm (7 cm).
⊥ 10 · 5	Lame T-teras, 50-mm kõrgusega ja 100-mm tallalausega.
⊥ S $\frac{200 \cdot 150}{19}$	Lame T-teras, 150-mm kõrgusega, 200-mm tallalausega ja 19-mm paksusega; erimõõted laevaehituseks.
└ 80 · 80 · 10	Võrdkülgne nurkteras, küljepikkusega 80 mm ja paksu- sega 10 mm.
└ 80 · 120 · 12	Erikülgne nurkteras, küljepikkustega 80 ja 120 mm ja pak- susega 12 mm.
∅ 10	Ümarteras 10-mm läbimõõduga.
□ 80 · 10	Lapikteras, laius 80 ja paksus 10 mm.
Bd 20 · 3	Vitsteras, laius 20 ja paksus 3 mm.
□ 10 · 10	Ruut-teras, küljepikkusega 10 mm.
▭ 25 · 25	Poolümarteras, laius ja kõrgus 20 mm.
≡ 20 · 10	Lame ümarteras, laius 20, kõrgus 10 mm.
○ 41	Kuuskant-teras, võtme mõõt 41 mm.
Bl 10	Kard 10-mm paksusega.
Bl 8 · 1000 · 2000	Kard 8-mm paksusega ja 1000×2000-mm pinnaga.
Gel Bl 8	Mulgustatud kard 8-mm paksusega.

Tabelis 6 on esitatud ülevaade ehitusterastena kasutatavaist terasesortidest (DIN 1600—1681 järgi).

## 6. Kard.

Karda (varem ka saksa keele mõjul plekiks nimetatud) nimetatakse paks karraks ehk jämekarraks, kui karra paksus on suurem kui 5 mm, keskmiseks karraks, kui paksus on 3 ja 5 mm vahel, ja peenkarraks, kui paksus on alla 3 mm. Jämekard, kasutamisetstarbest olenedes, kannab veel nimetusi katlakard, laevakard, ehituskard jne. Peenkardade hulgast tunneme mustkarda, valgekarda (tinutatud), katusekarda ja muid. Peale mainitute esineb kardasid edasitöödeldud kujul, nagu lainjas kard (lainekujulise põiklõikega), rihvelkard (laevapõrandad), mulgustatud kard jne. (Vt. tab. 30, 31, 32).

Tabel 6. Ehitusterased.

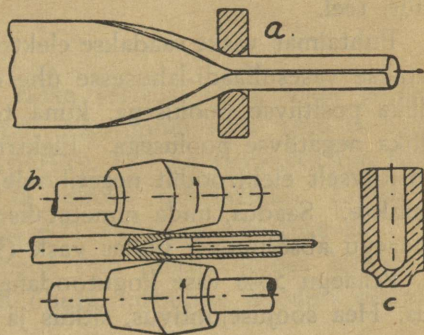
DIN nr.	Nimetus	Lühend-tähistus	Tõmbe-tugevus kg/mm <sup>2</sup>	Süsiniku-sisaldus %	O m a d u s e d	Kasutatavus ja turust. kuju
1611	Valuteras (valtsitud)	St 34. 11	34...42	kuni 0,12	Tavaline Thomase või Siemens-Martini pinni teras. Hästi töödeldav sepiamisega ja tulelekevitamisega.	Latt- ja profiilterased, teraskonstruktioonid, kruvid, needid.
1611	Masinateras	St 42. 11 St 50. 11 St 60. 11	42...50 50...60 60...70	0,25 0,35 0,45	Raske tulelekevitamine. Hea riistmasinatel töödelda. " " " " Karastuv. " " "	Masinaosad, mis suuremat või muutuvat koormust peavad taluma, nagu kepsud, väntvõllid, võllid. Suure vastutavusega masinaosadeks. Nagu eelmine, eriti aga suurt survetugevust taluvatele masinaosad., nagu juhtpinnad, kiilud, tigud, survespindlid jms.
	Valuteras	St 00. 12	< 50	mitte ette kirjutatud	Sitkuse proov: 90° painutus ei tohi välisküljel pragusid esile kutsuda.	Profiilterased, enam esinev töömaterjal.
1612	Valuteras	St 37. 12	37...45	—	Sitkuse proov: Proovilatti kokku murdes 180° ei tohi välisküljel pragusid nähtavale ilmuda.	Profiilterased.
1613	Kruviteras Neediteras	St 38. 13 St 34. 13	38...45 34...42	— —	Proov nagu eelmisel. " " "	Kruvid. Needid, pehmed kruvid.
1621	Tavaline kard	St 00. 21	—	—	Tehased ei garanteeri kindlaid omadusi.	Tavalised karratööd.
	Ehitusteras I	St 37. 21	37...45	—	Proov nagu St. 37. 12.	Ehituskarrad.
	" II	St 42. 21	42...50	—	" " " "	"
1661	Süsinikteras	St C 10. 61	38	0,06...0,13	Süsinikuvaene, väga sitke.	Osad, mis peavad omama kõva pealispinda, aga sitket südamikku.
	Parend.-teras	St C 45. 61	60...70	0,45	Hästi karastuv.	Suurelt koormatud masinaosad.
1662	Nikkelteras	EN 15	60...80	0,10...0,17	Vees karastada. Sisaldab veel 1,5% Ni.	Jõuvankrite osad.
	Kroomnikkelteras	ECN 35	90...120	0,10...0,17	Õlis karastatav. Sisaldab veel 3,5% Ni, 0,75% Cr.	Jõuvankrite osad ja muud tugevasti koormatud masinaosad, millede juures kergus on peanõudeks.
1681	Terasvalu	Stg 38. 81 Stg 60. 81	38 60	— —	Sitke ja sepiatav. Vähem sitke, aga väga tugev.	Valatud masinaosad, milledele sitkuse ja tugevuse suhtes seatakse suuri nõudeid. Nagu eelmine.

## 7. Traat.

Terastraati läbimõõduga üle 5 mm valtsitakse nagu muidki profiiliteraseid, väiksemate läbimõõtudega terastraadid aga tõmmatakse läbi kaliibrite, mis omavad soovivat läbimõõtu. Terastraati toodetakse 0,1...10-mm jämeduses. (Vt. tab. 34, 35.)

## 8. Torud.

Valmistuse menetlusist sõltuvalt tuntakse õmbluseta ja keevitatud torusid. Keevitatud torud valmistatakse sobivamõõtelisest lapikterasest, milleks lapikteras hõõguvas olekus tõmmatakse läbi vastava ava, nn. „tõmbraua“, kusjuures ta vormub torukujuliseks (joon. 8-a). Toru õmblusekoha keevitamine sünnib automaatselt kohe pärast tõmbrauast väljumist või hiljem. Et õmbluse kohta vähemmärgatavaks teha, tõmmatakse paremad toruliigid peale keevitamist veel teist korda läbi tõmbraua.



Joon. 8. Torude valtsimine.

Õmbluseta torudest on

tuntuimad Mannesmanni menetlusel valmistatud torud, nn. mannesmannitorud. Toru valmistamiseks kasutatakse nn. kiivasvaltse. Selliste valtside teljed ei asetse rööbiti, vaid moodustavad väikese nurga (tähistus b joon. 8). Valtside kuju on kaksikkoonus. Toru valmistamiseks juhitakse ahjus kuumaks aetud ümmargune massiivne terassilinder ülalkirjeldatud valtside vahele, kusjuures valtside türllemisel 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 teraseplokkile surutakse sisse õõs (joon. 8-c) ja seejärel tõmbamisega läbi kaliibrite ja valtsimisega ümber sobiva torni moodustatakse toru.

## 1. Vask.

## C. MUID METALLE.

Vask on punakat värvi, hästi taotav ja venitav pehme metall. Evib head elektri juhtimise võimet, millise omaduse poolest teda ületab

üksnes hõbe. Sagedasti leidub looduses vaske sidumatult, puhtal kujul, 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 vasesulfaat, mille lahusest lõppeks sadestatakse vask keemiliselt raua abil või elektrolüüsi teel.

Puhtaimat vaske saadakse elektrolüütilisel menetlusel. Toorvask asetatakse vasesulfaadi-lahusesse ühe elektroodina ja ühendatakse elektriallika positiivse poolusega, kuna teine elektrood ühendatakse vooluallika negatiivse poolusega. Elektrivoolu mõjul kandub puhas vask positiivselt elektroodilt 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 elektrotehnikatööstus. Hea soojusejuhtivus, sitkus ja vastupidavus keemilistele mõjudele teeb temast terase kõrval tarvitavaima metalli. Vaske turustatakse karrana, traadina, torudena ja eri profiilidega, kuid tähtsaim koht on tal sulameis — seoses muude metallidega messingi, pronksi ja tombaaki nimetuse all. 30% vase maailmatoodangust kasutatakse messingiks.

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. Erikaal  $8,85 \left( \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$ .

## 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 läikiv-valget värvust ja keskmist kõvadust. Õhus ja vees 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 alumiiniumsulameil 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 duralumiin. Sulamistemperatuur  $658^{\circ}$ , erikaal  $2,7 \left( \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$ .

### 3. Plii.

Plii, endine nimetus seatina, on raske (erikaal 11,3), väga pehme, painduv, aga kesise tugevusega metall. Antimonilisand teeb ta tugevamaks, saadust nimetatakse kõvapliiks. 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 pliiühendid tuntud tõhusate ilmastiku- ja niiskuskindlate värvainetena. Sulamistemperatuur  $327^{\circ}$ , erikaal  $11,3 \left( \frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \right)$ .

### 4. Tina.

Kõneldes tinast mõtleme inglistina, 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 valkjas, läikiv, pliiist veidi kõvem kristalse koostisega metall. Murdmisel kuuldub ragina-sarnast heli. Madalas temperatuuris tina võib laguneda halliks pulbriks, mis on veidi kergem metalsest tinast. Nähtus kannab tina katku nimetust. Selline pulber muutub sulatamisel uuesti tinaks.

Tina (inglistina) 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. Varem ail 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). Sulamistemperatuur  $230^{\circ}$ , erikaal  $7,4 \left(\frac{g}{cm^3}\right)$ .

### 5. Tsink.

Looduses esineb tsink tsingipaona seoses süsihappegaasiga ja tsinklâigisena seoses vâävliga. Tsink on raske, kristalne, tavalises temperatuuris õige habras sinakasvalkjas metall.  $100 \cdots 150^{\circ}$  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 aurustunud 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 elektrodid koosnevad keemiliselt peaaegu puhtast tsingist. Tsink laseb end kergesti joota. Paljukasutatav jootmisvedelik (tuntud ka „saltseri“ nimetuse all) pole muud kui tsingilahus soolhappes, nn. kloortsink, kuna kloortsink lahustab metallide hapendeid. Maalritööstus kasutab tsinkvalget (tsinkhapendit) valge värvina, mis on ilmastikukindel ega ühine vâävelvesinikuga. Sulamistemperatuur  $419^{\circ}$ , erikaal  $7,2 \left(\frac{g}{cm^3}\right)$ .

### 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 galvanilisel teel. Vääristerastes ja hõbeda aseaineis esineb nikkel tuge-

vuse tõstjana; tuntuimad neist on nikkelteras ja uushõbe. Sulamis-temperatuur  $1450^{\circ}$ , erikaal  $9,0 \left(\frac{g}{cm^3}\right)$ .

#### 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. Sulamistemperatuur  $1540^{\circ}$ , erikaal  $6,5 \left(\frac{g}{cm^3}\right)$ .

#### 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. Sulamistemperatuur  $321^{\circ}$ , erikaal  $8,6 \left(\frac{g}{cm^3}\right)$ .

#### 9. Volfram.

Volfram evib terashalli värvust ja on kõvemaid metalle. On sulatatav ainult elektriühjades. Esineb paljudes moodsates vääristerastes, nagu relva-, soomus- ja kiirlõiketerased. Kasutatakse elektri-hõõglampide ja raadiolampide kütteniitideks. Sulamistemperatuur  $3400^{\circ}$ , erikaal  $19,0 \left(\frac{g}{cm^3}\right)$ .

#### 10. Hõbe.

Metallide hulgas evib hõbe parimat elektrijuhtivust. Niiskus ja õhk ei mõjuta teda peaaegu üldse. Kasutatakse teda ehtesjade ja rahade valmistamiseks. Kõrgeväärtuslikud ja tugevad jooted tehakse joodisega, mis sisaldab hõbedat. Sulamistemperatuur  $961^{\circ}$ , erikaal  $10,5 \left(\frac{g}{cm^3}\right)$ .

### 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 soojuse- ja elektrijuhtivust jne.), kui varem oli ühelgi sulatataval metallil. Valides sobivaid metalle ja sobivaid hulki, võib kokkusulata- tamise produktina saada väga heade ja kasutatavate omadustega metalle.

Alpool on toodud mõningate tarvitavamate sulamite kirjeldusi ja andmeid kasutamiseviiside kohta.

### 1. Kergesulamid.

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

Duralumiin (kõva alumiinium) 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 soojuskäitlusega parendatav 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 valusesemeid, kus kergus on peanõudeks. Elektroni turustatakse ka karrana, lattidena ja muis profiiles. Sobib hästi 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 7 on toodud saksa DIN-lehe nr. 1709 andmeil messingisortide loetelu ja kasutatavus.

Erimessingid. Tihti ese peab taluma suuremaid pingeid kui tavaline messing suudab taluda; neiks puhkudeks on kujundatud erimessingid, mis peale vase ja tsingi sisaldavad veel rauda, niklit, man-

Tabel 7. Messingiliidid (ka tombak) ja nende kasutatavus.

Nimetus	Lühend- tähistus DIN järgi	Koostis %%			Värvus	Tõmbe- tugevus kg/mm <sup>2</sup>	Eri- kaal	Käsitsus ja kasutatavus	Turustatav kuju
		vask	tsink	plii					
Punatombak	Ms 90	90	10	—	kuld- punane	25...45	8,8	Külmse pistus ja tõmbamise, mulju- mise (trukkimise) tööd, peen- ja ilulukksepa-tööd, valtsimistööd.	Karrad, valatud poolfabrikaadid.
Kuldombak	Ms 85	85	15	—	kuld koll.	25...45	8,7	Nagu eelmisel.	Nagu eelmisel.
Heletombak	Ms 80	80	20	—	kollakas- punane	26...50	8,65	Nagu eelmisel.	Nagu eelmisel.
Turbiini- tombak	Ms 72	72	28	—	rohekas- kollane	28...52	8,6	Turbiinilabidad, kiiresti tiirlevate turbiinide osad (valu); külm- se pistuse ja tõmbamise ning muljumise tööd, millele se- takse suuri nõudeid sitkuse ja tugevuse suhtes.	Traadid, karrad, valatud pool- ja valmisfabrikaadid
Pooltombak	Ms 67	67	33	—	rohekas- kollane	30...55	8,6	Puhkpillideks, külmse pistus, tõm- bamine, muljumine. Võimaldab head kõvajootmist. Puukruvi- deks, padrunikestadeks.	Karrad, torud, eriprofilid, latt- profilid, traadid.
Valumessing	—	63...67	30...34	3	kollane	35...50	8,6	Töötlemine laastuvõtvail masi- nail.	Valutööd, nagu laevapropellerid, väiksemad laagrid, väärtusliku- mate masinate korpused.
Messing mul- jumise töö- deks	Ms 63	63	37	—	punakas- kollane	32...60	8,6	Spetsiaalmaterjal muljumise töö- deks. Jootmise juures kasutada kergesti sulavat kõvajoodist või hõbejoodist. Järgneva kõrval enamkasutatav messingiliik.	Karrad, vitsprofilid, traadid, torud, eriprofilid peenmehaanikatöö- deks.
Tavaline messing (ka sepistatav messing)	Ms 60	60	40	—	ooker- kollane	38...54	8,5	Kuumalt pressimine ja valtsimine, sepistamine. Töötlemine laastu- võtvail masinail, survevalu.	Latid, traadid, karrad, torud, eri- profilid laeva- ja vaguniehitu- seks. Aurukatelde kondensaa- torid ja nende abiosad.
Kõvamessing	Ms 58	58	40	2	ooker- kollane	42...56	8,5	Kuumalt pressimine, sepistamine, töötlemine laastuvõtvail masi- nail, survevalu.	Kruvid, treitud ja pressitud (eriti vähemad montaažkruvid), eri- profilid elektrotehnikas ja peen- mehaanikas töötlemiseks, kar- rad kellasepa, muusikariistade ja lukkude osade töötlemiseks.

gaani, 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 sisepõlemootorite osad, mis töötavad suurte muutuvate pingete all. Erimesseid toodetakse nimetuste all nagu: duraanametall, selva, finowmetall, vestfaaliametall ja deltametall (neist tuntuimad on kaks viimast).

**Ushõbe.** Sulam koosneb vasest, tsingist, niklist ja vähemal määral veel pliist, 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 hõbedaga. Alpaka, argentaan ja poola hõbe on tuntumad uushõbeda sordid.

**Vase-niklisulamid.** Siin nimetatud rühma kuuluvad eriti elektrotehnikas kasutatavad metallid, nagu nikeliin ja konstantaan, sest nad, evides suurt eritakistust, on kasutatavad takistustraatenidena. 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 väiksemasiseseis tinast, tsingist ja vahel ka pliist. Kasutatav laagripuksideks ja laagriüladeks, toruäärikuteks (flantsideks) 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, sest et see, lähenedes kõvaduselt mõnelegi terasesordile, vajab sulamiseks hulga madalamat temperatuuri. Et hapnik talle võrdlemisi vähe mõju avaldab, kasutatakse teda pumpade ventiilideks, vee- ja gaasimõõtjate korpusteks ja muis selliseis kohtades. Laagriüladeks, 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 puurmasinad) töödeldavamaks.

Tabel 8 toob M. A. Sokolovi ja M. L. di Michieli järgi tähtsamate pronksisortide loetelu.

Tabel 8. Tähtsamad pronksisordid.

Tarvitatavus	Vaske %	Tina %	Tsinki %	Pliid %
Rahapronks . . . . .	95	4	1	—
Kahuripronks . . . . .	90	10	—	—
Ventiilpronks (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 — laagriüudu. Ta peamiseks koostise-elementideks on tina (50·80%) ja antimon (10·15%), millele mõnedes sortides veel lisandub veidi vaske või pliidi. Võrdlemisi kõvad pisikesed antimoniosakesed, asetsedes pehmes tina põhimassis, moodustavad määrdeõliga kaetuna kiiresti tiirlevale võllile ideaalse toe. Mida parem (ja kallim) babiit, seda rohkem sisaldab ta tina, kuna odavamale lisatakse tina aseaineks pliidi.

DIN-normid lubavad valgemetallidele koostisi (sisaldus %-des), nagu tabelis 9 tähistatud:

Tabel 9.

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

P.-Ameerika autotehased kasutavad autode vāntvõlli- ja kepsulaagrites järgmisi valgemetalli-sorti (tabel 9-a):

Tabel 9-a.

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 türlleb 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 õlitamisriikete puhul valgemetall sulab välja, enne kui ülemäärane temperatuuri tõus saaks rikkuda võlli kaela, mida oleks palju raskem asendada kui lihtsalt valatavat laagri liuda.

Tingituna tina kõrgest hinnast ja vähesest esinevusest, suundub laagrimaterjalide valmistamine ikka vähema ja vähema tinasisaldusega laagrimetallide poole või — valmistatakse juba isegi tinavabu laagrimetalle (DIN järgi näiteks laagrimetallid tähistusega Lg Pb — Sb, Lg Pb, Lg Zn), kus tina asendatakse antimoni või tsingiga.

Häid tulemusi on saavutatud viimaseil aastail — kasutades laagri liua materjalina tehisaineid, nn. kõvu tekstiiltooteid, mis on moodustatud fenoolvaikudega läbiimmutatud ja suure surve all valmistatud riidekudedest. Muide valmistatakse ka samast materjalist mürata tiirlevaid hammasrattaid. Tuntumad nimetatud materjalidest on: Novotext, Turbax, Durcoton.

Viimastel aegadel on jällegi uus pronksisort turule ilmunud ja kiiresti läbi löönud — nimelt alumiiniumpronks. Peale vase sisaldab ta 4...13% alumiiniumi ja lisana veel, olenedes tootvast tehasest, 0,3...15% rauda, niklit, siliitsiumi jms.

## E. LIHTSAMAID MATERJALIDE TEIMIMISE<sup>1</sup> 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 otstar-

<sup>1</sup> Teimima — proovima, tehniliselt katsuma.

beks 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 ainest, 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.

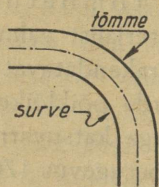
Materjali tugevust iseloomustatakse tehnikas ta tõmbetugevusega. Tõmbetugevuse all mõistetakse antud materjalist valmistatud kindlate mõõdetega katsuvarda katkitõmbamisel rakendatavat suurimat koormatust kilogrammides, arvatult katsuvarda põiklõike pinna  $1 \text{ mm}^2$  kohta. Kui näiteks  $100\text{-mm}^2$  põiklõikepinnaga katsuvarras katkeb  $1700\text{-kg}$  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 katkirebitud katsuvarda pikenemist väljendatult algpikkuse %/0-des.

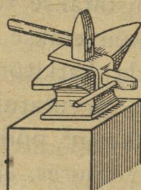
Materjali kõvaduseks nimetame vastupanu, mida ta avaldab temasse tungida püüdvale kehale. Metallide kõvadus antakse kas nn. Brinelli kõvadusarvuga (pehmemate metallide puhul) või nn. Rockwelli kõvadusarvuga (kõvemate — näit. karastatud teraste puhul). Need kõvadusarvud saadakse materjalide proovimisega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

Suurkäitised omavad vastavaid masinaid, et proovida materjale ja veenduda nende sobivuses ja mitesobivuses. 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“.

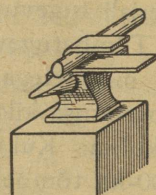
Nagu öeldud — metall, mis tõmbega koormatud, enne tõmbe mõjul katkemist venib pikemaks ja läheb vastavalt peenemaks. Mida rohkem on metall veninud enne katkemist, seda sitkem ta on. Umbes sama teeme koduselt teimides, tavaliselt kõverdades või painutades metalli ja jälgides pragude tekkimist, sest painutamise juures tõmmatakse tugevasti ka paindekoha väliskülge. (Näide joonis 9.)



Joon. 9.



Joon. 10.



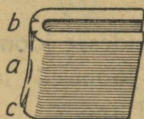
Joon. 11.

Tehnoloogilisi teime (külmalt).

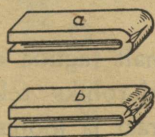
Katsutükkide võtmisel suurtest plaatidest, nn. kardterasest, nagu katlarraud jne., ärgu võetagu neid servast või jälle viilitagu või hõõvel-datagu serv maha. Samuti on soovitatav maha viilida serv, mis meisliga välja raiutud, sest meiseldatud kohal muutub terase omadus. Tunneme kahte terase ümbertöötamise moodust — kuumalt ja külmalt, ja vastavalt sellele teeme ka teimi. Kardterast teimides võtame ka k s katsutükk, nimelt pikuti ja risti valtsitud. Katsutükkide laius valmistelt olgu umbes poolteisekordne terasplaadi paksus. Valmistatud katsutüki asetame alasile ja tõstame temale mõne raske vasara. Üle-rippuvale otsale lööme mitte just raske haamriga, kuni katsutükk ligikaudu täisnurga omandab (joonis 10). Seejärel pöördakse proovitav tükk seisukorda, mis näidatud joonisel 11, võetakse appi ümmargune terasetükk, mille läbimõõt on kolmekordne katsutüki paksus, ja jätkatakse painutamist, kuni proovi mõlemad pooled on rööbiti. Hea

materjali puhul omab painutus joonise 12 kuju ja ei tohi kohal „a” tekkida ühtegi pragu; vahest ehk kohtadel „b” ja „c” võib esineda väikesi praokesi, kuid sealgi mitte sügavaid.

Kes ülaltähendatud katsu peab liiga tülikaks, võib veidi lihtsamalt toimida. Katsukehad painutatakse ümber 1-tollise läbimõõduga varba; olenevalt terase paksusest ja katsukeha võtu asukohast (kas  $\frac{3}{4}$  pikuti või risti valtsitust) peab raud andma end painutada alljärgnevas tabelis



Joon. 12.



Joon. 13.



Joon. 14.



Joon. 15.

Tehnoloogilisi teime (külmalt).

antud nurga võrra, ilma et tal joonise 12 juures näidatud pragusid tohiks tekkida.

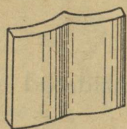
Terase paksus mm	Pikuti valtsitust	Risti valtsitust
10...12	$\searrow$ 110°	$\lrcorner$ 90°
12...14	$\swarrow$ 100°	$\swarrow$ 80°
14...16	$\lrcorner$ 90°	$\swarrow$ 70°

Väga hästi terase omadusi näitab painutus ka kuni pragude tekimiseni. Eespoolse kirjelduse järgi painutatud katsutüki asetame alasile nii, et paindekoht ulatub üle alasi, ja taome alasil asuvad otsad kokku. Külmal tagumisel paksema terase juures (üle 5 mm) tavaliselt tekib ikka pragusid, mis on ka loomulik. Avaneb raua pealne kiht. Joon. 13 on näide valuterase painutusest kirjeldatud viisil.

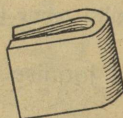
On pragu selline, nagu joon. 13 „a” on näidatud, võib sellist materjali heaks lugeda, kui pragu ei ületa  $\frac{2}{3}$  terase paksust. Tekib aga pragu, nagu samal joonisel „b”, ja kui see pragu on eriti sügav või esineb mitu pragu, on terase kvaliteet halb. Halva terase puhul võib veel märgata prao ümbruses pisikesi nõelasarnaseid, pinnukujulisi väljapaindunud osakesi.

Neetisid teimitakse külmalt järgmiselt: on neet lühike ja jäme, teeme tagumise teimi. Needi asetame terasplaati või alasisse sobivasse auku ja taome üleulatuva pea ühepaksuseks pannkoogikujuliseks. Hea neediterase juures ei tohi taotud osa evida radiaalseid pragusid, nagu joonisel 14 näidatud. Peenemate ja pikemate neetide juures tehakse külm painutus ümber neediga ühejämeduse varda (teise needi ümber!). Jällegi hea neet ei tohi evida paindekohalt pragusid (joonis 15). Painutatud koht võib muutuda vaid nn. siidiseks (pisikesed vaevalt nähtavad pinnukesed).

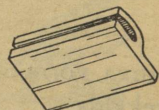
Profiilteras peab andma külmalt taguda end kujudesse jooniseil 16, 17 ja 18, ilma et kuskil pragusid tohiks tekkida. Jooniseil 16 ja 17 on teimitud võrdkülgset nurkterast ja joonisel 18 T-terast.



Joon. 16.



Joon. 17.



Joon. 18.

Tehnoloogilisi teime (külmalt).

Teras-, messing- ja vasktraati, mida töötlemisel tuleb tihti painutada, painutame enne ka prooviks, kinnitades ta pehmete kaitsepakkidega kruustangi vahele ja siis pöörates teda ühele ja teisele poole täisnurgi, kuni traat murdub. Teostatud painutuste arv kuni murdumiseni (suhteliselt olenedes läbimõõdust) näitab materjali sobivust.

Traadi vetruvust teimime umbes samuti: kinnitame traadi püstloodselt kruustangi vahele ja painutame teda täisnurga all ning jälgime, palju ta pärast ühekordset painutust endisesse asendisse läheneb. Mida rohkem ta püstloodseks tõuseb, seda vetruvam on materjal.

Teimime veel kord neetisid — aga juba kuumutatult. Järgnev teim on eriti sobiv jämedatele, nagu katla- ja laevaneetidele, milledele ka tegelikus elus pea kuumalt tehakse. Kuumutame neeti ääsitulel, kuni ta omandab punase värvuse. Kuumutatud needile lööme torniga sisse temaga samajämeduse augu „a“ (joonis 19) ja teeme painutuse, nagu joonisel 20. Hea neediterase puhul ei tohi jahtunult ühtegi pragu ega lõhkenud kohta leiduda.

Tagumise teim tehakse selliselt, et teraskarrast lõigatakse tükk (mitte servast), mille laius 2 karru paksust, kuumutatakse normaalselt ja taotakse alasil seni, kuni taotud koha paksus on veel ainult  $\frac{1}{3} - \frac{1}{4}$  endisest paksusest. Pärast jahtumist ja mõned korrad tugevasti serviti vastu alasit löömist ei tohi teras evida ühtegi silmaga nähtavat pragu. Kirjeldatud teim tuleks läbi viia „ühe soojaga“.



Joon. 19.



Joon. 20.

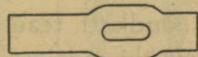


Joon. 21.

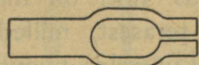
Tehnoloogilisi teime (kuumalt).

Et sepistatav teras liigse süsinikusalduse tõttu, mis teda rabe-daks teeb, tavaliseks sepatööks, kus „mitme soojaga“ töötatakse, mitte kõlbmatu poleks, ei tohi ta nimetamisväärselt karastuda. Terasvarva kuumutame helepunase värvuseni ja pistame siis külma vette. Pehme sepateras peab seejärel lubama end ilma murdumiseta painutada kujusse joonise 21 järgi ümber lati, mis on tema läbimõõdust ligikaudu 2 korda suurem.

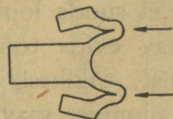
Asudes terasest mõnd eset valmistama, mis oma keeruka kuju tõttu mitmekordset kuumutamist vajab (nn. „mitme soojaga tegemine“), nagu mõne raudvärava või kalmistuaia ilustis, siis teimime, et selgusele jõuda, kas kasutatav teras sobib peale mitmekordset kuumutamist veel sepistamiseks, järgmiselt: teraslati kuumutame nagu tavaliselt ja lööme veidi kaugemale otsast mulgu. Pärast jahutamist uue kuumutamise järel venitame mulgu pikerguseks nagu joonisel 22. Jällegi pärast uut kuumutamist venitame mulgu igapidi suuremaks nagu joonisel 23 ja lõhestame otsast. Pärast jahtumist ja uuesti kuumutamist anname terasetükile kuju nagu joonisel 24. Kui pärast jahtumist nooltega tähendatud



Joon. 22.



Joon. 23.



Joon. 24.

Tehnoloogilisi teime (kuumalt).

kohtadel pole märgata lõhestusi, on teras käesolevaks otstarbeks hea. Soovitan just praegu kirjeldatud teimi prooviks mitut sorti materjaliga läbi teha, siis märkate, kui erinevaid omadusi nad evivad.

Vankri rattavitsa raua teimimiseks kuumutatud terasesse tehtud mulk peab andma venitada seni, kuni mulgu läbimõõt on kahekordne vitsterase laisusest (joonis 25).



Joon. 25.



Joon. 26.

#### Tehnoloogilisi teime (kuumalt).

Terase keevitatavuse ja keevitatud koha tugevuse teimiks toimime nii, nagu joonisel 26 näidatud. Kahe terasetüki keevitatud pindade vahelt lööme terase kuumutatud olekus olles läbi mulgu ja kui sel puhul teras keevitatud kohal ei lõhene või, mis veel halvem, kahéks ei lagune, on teras keevituseks sobiv, eeldades muidugi, et keevitamine ise on hästi sooritatud.

Ka kõlateimiga võib vilunud kõrv eraldada üksikuid materjali-sorte. Sellise teimi 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. Sädendusteimiks surume katsetatava terasetüki vastu kiiresti tiirlevat smirgelketast ja jälgime tekkivaid sädemeid, nende kuju ja värvust.

Et mainitud teim nõuab vilumust ja joonisel 27 toodud sädemepildid ei suuda loomulikult anda asjast täielikku kujutlust, siis oleks soovitatav evida töökojas, kus tihti on mitmesuguste terasesortidega tegemist, tükikesi mitmest terasest, millede sort kindlasti teada, ja kuni vilumuse saavutamiseni võrrelda teimitava katsutüki sädelust tuntud terase sädelusega. Joonisel on sädendused toodud tabelina, et paremat ja kiiremini leitavat ülevaatlikkust anda.

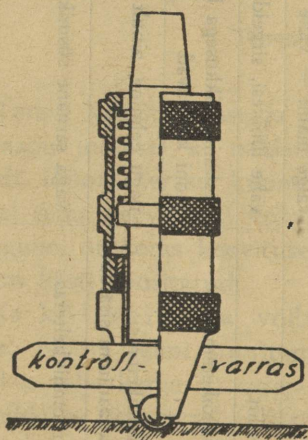
Tabel 10. Raud sädendusteim.

	Pilt	Raud	Tunnused	Värvus	
1		sisenikuvaene teras	pikkadeks tilgakes- teks kujunevad sirged jooned	Tõusva süsinikusisal- duse puhul tekib til- gakeste harunemine väikesteks kiirteks, mida esineb seda tihedamalt, mida süsi- nikurikkam on teras	helekollane
2		keskmise süsiniku- sisaldusega teras			
3		süsinikurikas teras			
4		mangaani sisaldav teras	keskmiselt pikad, peened kiired arvukate puuokasarnaste lõppudega	helekollane	
5		siliitsiumi sisaldav teras	pikad kiired väga heledate, vähe harunenud tilgakestega	valgele lähe- nev kollane	
6		malm	hall malm — palju lühikesi kiiri valge malm — vähe lühikesi kiiri	punakas- kollane	
7		stelliit	vähe lühikesi, sirgeid kiiri	oranž	
8		kiirloiketeras	keskmise pikkusega kiired, mis katkelisi jooni kujutavad	tumepunane	
9		kiirloiketeras, vanaadiumi sisaldav	nagu eelmine, ainult sädenevate otsadega	pruunikas- punane	
10		kroomnikkelteras	väga sarnane süsinikterastega	oranž- kollane	

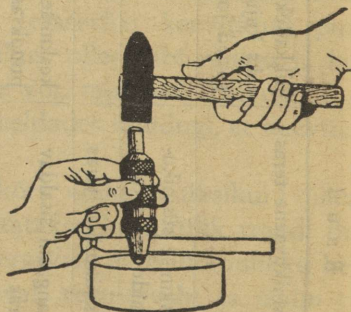
Joon. 27. Teraste sädendusteim.

Viilmete<sup>1</sup> kuju ja värvuse järgi rauasordi üle otsustamiseks võiks lähtuda järgnevast, kusjuures viilmed tekitatakse jämeda šruppviiliga: 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. 28). Aparaadil on käepärane kuju ja ta on varustatud alumises otsas klaaskõva teras-kuuliga. Pealtpoolt kuuli läbib aparati temaga kaasaantav neljakandiline terasest kontrollvarras.



Joon. 28. Väike Brinelli aparaat.



Joon. 29. Käsibrinelli teim.

Teimimiseks asetatakse kontrollaparaat vertikaalselt teimitava materjali pinnale, mis olgu lihviiliga enne hästi tasaseks viilitud, ja haamriga lüüakse üsna tugev hoop (joon. 29). Tekib kuuli jäljend teimitava materjali pinnale ja ka kontrollvarvale. Aparadi juurde kuuluva luubiga mõõdetakse kuulijäljendite läbimõõdud 0,1-mm täpsusega ja vastavast kaasaantavast tabelist leitakse nn. Brinelli kõvadus arv. Mainitud arvu järgi on hõlpus materjale liigitada ja võrrelda kõvaduse suhtes, kasutades aparadiga kaasasolevaid tabelleid.

<sup>1</sup> Puuripuru — puurmed, viilipuru — viilmed.

Ülaltooduga 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. MÄÄRETEST.

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 muuttuda. Tähtsam on määre igasuguste laagrite juures, lukksepatöös aga ka puurimisel, keermetamisel ja lihvimisel.

Määreid jaotame kolme liiki: 1) mineraal-, 2) loom- või taim- ja 3) tehismäärded. Esimesse liiki kuuluvad maaõlidest, kivisöest, põlevkivist jne. toodetud määrded; 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.

Spindliõli — peenmehaanika tooteile, kiiresti tiirlevate ja kergesti koormatud võllide laagritesse, kudumismasinaile.

Dünamoõli — elektri-generaatorite ja -mootorite laagrisse, samuti muudele tugevasti koormatud ja kiiresti tiirlevate võllide laagreile.

Laagriõli — eraldatakse ligikaudselt veel kergeks ja raskeks; esimene kiiremaile, teine aeglasemaile võllidele.

Mootoriõli — sisepõlemootoreile.

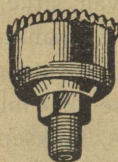
Silindriõli — aurumasina silindreile.

Teljeõli — vagunitelgedele määrdeks, terasvaierite õlituseks, väga raskelt koormatud laagreile.

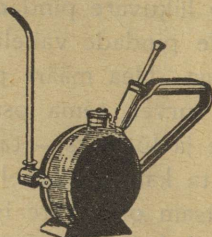
Kõik ülaltoodud õlisordid on enamikus puht-mineraalõlid. Toodud nimetused on ainult üldised, tegelikult iga nimetus haarab väga paljusid alaliike.

Lukksepp kasutab töötamisel sagedamini järgmisi õlisorte:

kondiõli — kasutatakse väikestes õrnades osades peenmehaanika  
 alal (grammofonimootorid, kirjutusmasinad jne.);  
 oliiviõli — pehmete metallide lihvimiseks;  
 naeriõli — karastamiseks, harvem määrimiseks;  
 kanepi- ja linaseemneõli — karastamiseks, puurimiseks;  
 värnits — õlivärvide ja kiti valmistamiseks, keermestamiseks;  
 petrooleum — puurimiseks, rooste ja mustuse eemaldamiseks;  
 vaseliin, tavott — kuullaagreis, määrdetavades (joon. 30);



Joon. 30. Määrdekupp.



Joon. 31. Pööratava tilaga ja pumbaga õlikann.

puurõli on veega segunev — emulgeeruv; saadakse mineraalõlile  
 seebi ja alkoholi lisamisega. Segatult 3- kuni 9-kordse hulga veega  
 kasutatakse jahutusvahendina puurimisel, treimisel ja freesimisel.

Joon. 31 kujutab moodsat õlikannu pööratava tilaga ja väikese suru-  
 pumbaga (hea lehtvedrusid määrida).

Määrdeained peavad olema happesabad. Et seda kindlaks teha,  
 selleks tõmbame puhta vaskplaadi õrnalt proovitava õliga üle. Happe-  
 vaba õli ei jäta mõnepäevasel seismisel vasele rohelist jälge.

Hea õli ei tohi ka pikemaajalisel seismisel õlinõu põhjas setet näi-  
 data, samuti ei tohi ta vaigustuda ega värnitsasarnaselt kuivada.

## G. PÕLETISTEST.

Järgnevas käsitleme lühidalt põletusaineid, milledega lukksepal on  
 kokkupuutumist.

### 1. Sepasüsi.

Sepasüsi on üks kivisöe-liike. Kivisüsi on tekkinud eelajaloolistel  
 aegadel sügavale maakih tide alla sattunud hülgasõnajala-metsadest, 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 gaasisöe nimetust. Hea sepasüsi põleb lühikese leegiga, on gaasivaene ja annab vähe suitsu.

Sepasüsi ei tohi sisaldada suuremal määral võõraid, eriti mitte väävlit. Hea sepasüsi ei tohiks sisaldada üle 8% tuhka (kaalu järgi). Et sepasüsi sisaldab peagu alati kardetavat lisandit — väävlit, mis teeb terase hapraks ja mittesepistatavaks, siis pärast uute süte ääspanemist peaks lastama sütel enne sepistatava eseme sissepanemist seni põleda, kuni süte pinnale tekib kokkusulanud koorik, millest (ilma lõõtsaõhuta!) enam lillaikaid leegikesi ei tõuse. Päris 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 õhukinnises ruumis. Tavaliselt teda selliselt eraldi valmistama ei hakata (erand — kõrgahju tarbeks vajatav koks), sest ta tekib tähtsaima 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. miilmisel, 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 kinnises plekktrumleis, sest oma poorsuse tõttu imeb ta õhust kergesti niiskust. Sepistamisel kasutatavaist põletistest sisaldab puusüsi kõige vähem kahjulikke kõrvalaineid.

## 4. Põlevkiviõli.

Tarvitatakse suuremais käitises hõõgutamis- 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.

## 7. Petrooleum.

Raskem ja kõrgemas temperatuuris süttiv osa maaõlis. Erikaal 0,76...0,86 vahemikus. Kasutatakse valgustusainena lampides, laternais ja petrooleumigaasi- (hõõgsukaga) lampides, lukksepa seisukohalt aga evib erilist tähtsust jootelampide kütteinena. Petrooleumis hoitud terasesemeilt, kui neid tugevasti harjata, on kerge roostet eemaldada, samuti vabanevad kinniroostetanud mutrid kergemini, kui keermestiku vahele tilgutada petrooleumi ja lasta mõni tund mõjuda.

# 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.

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

Metalltähete kleepimiseks klaasile valmistatakse järgmine 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 alumiiniumipöognate 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 pleknõudes, 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 terasesemed 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 klaasitaoli-seks massiks, mis sulatab endasse kergesti paljusid metallioksüüde, võimaldades me-tallidel nii paremat nidumist. Ta kaitseb ühtlasi joodetavaid pindu hapendumise eest.

### 4. Vahtkivi.

Vahtkivi (ka kobekivi, pimsskivi, laavavirn) tarvitatakse lihvimisvahendina. Vaht-kivi on vulkaaniline produkt, leidumiskohaks vanade tulemägede ümbrus. Kasuta-takse 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. Kasu-tatav on ta 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. suitsvat väävelhapet. Tavaline, ka inglise väävelhappeks nimetatud, on puhas ja paistab läbi pudeli nagu paremat sorti masinaõli. Pruun värvus, mis mõnikord mai-nitud väävelhappel esineb, ei tee teda lukksepa poolt kasutamisel vähemväärtuslikuks, sest pruun toon on tekkinud happesse sattunud orgaanilistest osakestest (ka tolmu-terakestest), mis on seal ära põlenud. Asetseb ta nõus, mis on vabas kokkupuutes välisõhuga, siis haarab väävelhape õhust niiskust, muutub lahjemaks ja suureneb kogusel. Suitsev väävelhape on märksa kangem õlisarnane raske vedelik, mis õhuga kokkupuutumisel tugevasti aurab, levitades kibedana tunduvat haisu.

Metallitõstusis kasutatakse peamiselt tavalist väävelhapet ja nimelt vask-, mes-sing- ja pronksemete peitsimiseks, milline menetlus kujutab esemete vabastamist oksüüdidest, roostest, valtsimisjäänuseist jne. Veega lahjendamisel valada väävel-hapet peenikese nirekesena vette (mitte kunagi vett väävelhappesse!). Ihunahale sat-tunud väävelhape, samuti allpool kirjeldatud teisenimelised happed tekitavad vigas-tusi, mis sarnlevad põletushaavadega. Vastuabinõuks õnnetuse puhul on kiire loputus veega ja üleriputamine või -kallamine soodaga või nuuskpiiritusega.

### 8. Lämmastikhape.

Lämmastikhape tööstuslikuks tarbeks on kollane õlisarnane raske vedelik, mis

õhu käes pruunikalt aurab. Need pruunid aarud on väga mürgised. Nagu väävelhâpet, samuti ka lammastikhâpet kasutatakse metallide peitsimiseks, kusjuures viimati mainitu evib veel suuremat mõju. Ka tarvitatakse teda metallide lahustajana hõbesepa- jne. töödel. Ainsad metallid, millele lammastikhâpe ei „hakka“, on kuld ja plaatina.

#### 9. Soolhâpe.

Tehnikas tarvitatava soolhâppe kollakas värvus on tingitud vähesest rauasoolade sisaldusest, mis teda tavalisteks töödeks kõlbmatuks ei tee. Kasutatakse peamiselt jootevedeliku, nn. „saltseri“ valmistamiseks, milleks soolhâppesse riputatakse tsingilõikeid või -tükikesi ja lastakse seni seista, kui lakkab gaasi eritumine. Et tekkiv gaas on vesinik, mis koos õhuhâpnikuga sünnitab plahvatava paukgaasi, siis ärgu sellisele pudelile, milles valmistatakse jootevedelikku, lahtise tulega lähenetagu! Soolhâpet kasutatakse veel tsinkesemete jootmiseks (elektrieleemendi tsinkelektroodid jms). Veega umbes 6- kuni 10-kordsel lahjendamisel saame hea peitsimisvahendi terase ja malmi jaoks.

#### 10. Kummi.

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

#### 11. Asbest.

Asbest on mittepõlev, võrdlemisi sitke ja painduv mineraalne aine. Ta laseb end päris õhukesiks osakesiks jaotada, nõõriks keerutada ja riideks 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 puhtust kontrollitakse põletamisega: asbest ise säilib ka tules, lisandid aga põlevad ära.

## II. Eeltõid ja nõõdeid töötlemiseks.

### A. MÕÕDURIISTU.

Igasuguste esemete valmistamisel, olgu joonestuse või eeskuju järgi, samuti valmisesemete kontrollimisel jne. vajame mõõduriistu esemete mõõdetega kindlakstegemiseks. Seejuures peame meeles: mida täpsemate mõõdetega on 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.

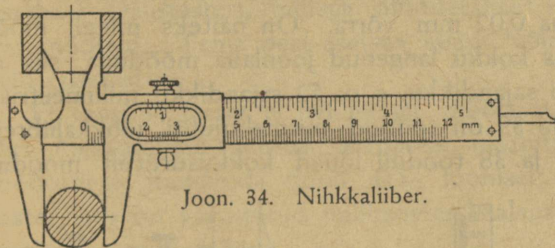
Tolli mõõduühikuna esineb käesoleval ajal järjest vähem; peamiselt mõned keermetised ja mõningad standardlähimõõdud antakse veel tollides. Tollilt millimeetrimõõtu ja ümberpööratud üleminekuks võtame teadmiseks, et 1 toll on võrdne ligikaudu 25,4 millimeetriga.

## 1. Tollipulk.

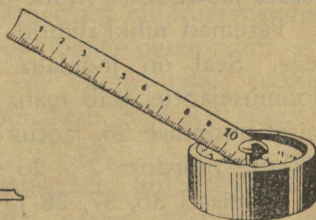
Lihtsaim mõõduriist on tollipulk (joon. 32) ja tema moodsaime kuju — terasmõõdulint (joon. 33). Selliste riistade mõõtmise täpsus ulatub hea silma puhul kuni poole millimeetrit, kahjuks aga suuremate pikkuste mõõtmisel (üle 500 mm) tuleb arvesse juba mõõduriista enda viga, mis autori tähelepanekute kohaselt 2 meetri pikkuse juures on ulatunud mõningatel juhtudel kuni 3,5 mm. Hea eduga on kasutatav ka karastatud terasest joonlaud, millele on mõõdud peale kantud.



Joon 32. Tollipulk.



Joon. 34. Nihkkaliiber.



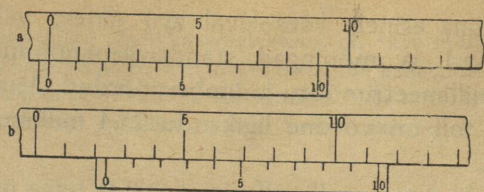
Joon. 33.  
Terasmõõdulint.

## 2. Nihkkaliiber.

Teine tarvitatavam riist on nihkkaliiber („supler“). Joonisel 34 kujutatud nihkkaliibriga saab mõõta esemete lähimõõte, pikkusi, avade sisemisi lähimõõte ja tagant väljaulatava 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. 35-a).

Antud eseme pikkuse mõõtmiseks asetatakse ta nihkkaliibri lõu-  
gade vahele, viimaseid kergelt kokku surudes. Nooniusse algkriipsu



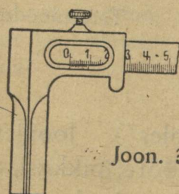
Joon. 35. Noonius.

juurest loeme nüüd täsmillimeetrite arvu. Millimeetri murdosa mõõtmiseks loetakse, mitmes noonijaeotuskriips ühtib peamõõduskaala mingi kriipsuga. Vastav noonijaeotuse järjekorranumber näitabki kümnendik-mm. Et see nii on, selleks meenutame, et noonijaeotuse iga jaotus on 0,1 mm võrra lühem peaskaala jaotusest.

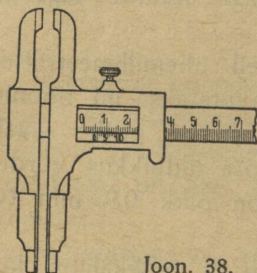
Joonisel 35-b näeme, et noonijaeotuse neljas kriips langeb kokku peaskaala jaotusega. Mõõt on seega  $2,0 + 0,4 = 2,4$  mm.

Paremad nihkkaliibrid võimaldavad mõõtmist kuni  $1/50$ -mm täpsusega. Seal on joonlauge jaotust jagatud 50 noonijaeotuseks ja iga noonijaeotus jääb maha 0,02 mm võrra. On näiteks mingil mõõtmisel noonijaeotuse 26. jaotus kokku langenud joonlauge mõõduga, siis on pikkuse murdosa  $2 \times 26$  sajandikku, s. o. 52 sajandikku millimeetrit.

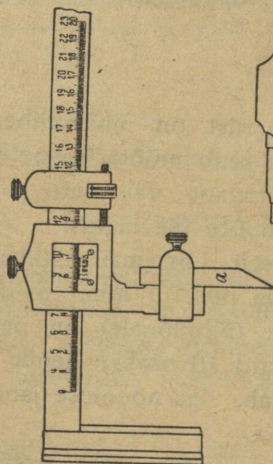
Joonistel 36, 37, 38 ja 39 on toodud mitmekujulisi nihkkaliibreid. Nendest joonistel 36, 37 ja 38 toodudil lõuad kokkusurutult moodus-



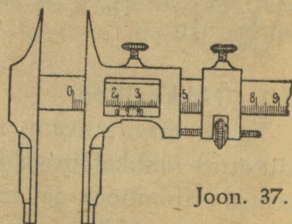
Joon. 36.



Joon. 38.



Joon. 39.



Joon. 37.

Mitmesuguseid nihkkaliibreid.

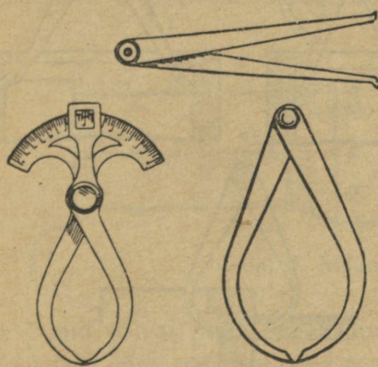
tavad oma otstes väljastpoolt mõõtes mingi kindlaarvulise suuruse, näiteks 5 või 10 mm, mistõttu on võimalik mõõta esemete sisemisi läbimõõte, millede ava on suurem kui näit. 5 või 10 mm. Liikuvat lõuga nihutades, kuni lõuad istuvad täpselt vastu ava seinu, loeme joonlaualt ja nooniuselt mõõtarvu ning lisame juurde lõugade paksuse. Joonisel 37 toodud riistaga kanname esemele ülalasetsevate teravikude abil eriti täpseid mõõte. Joonisel 39 kujutatud nihkkaliibrit kasutatakse esemete kõrguste mõõtmiseks, kusjuures kaliibri alumine tallakujuline lõug asetatakse tasasele pinnale ja ülemine lõug surutakse vastu mõõdetavat eset. Joonistel 37 ja 39 kujutatud nihkkaliibrid evivad veel erilisi täpseksseade konstruktsioone, millede abil vastavast mutrist pöörates sunnitakse lõuga õige veidi edasi-tagasi nihkuma.

### 3. Taster.

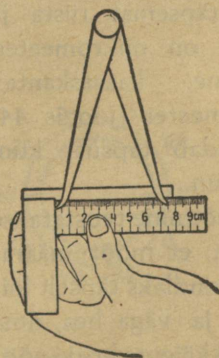
Taster ehk kobisirkel on lihtsamaid ja vanemaid mõõduvahendeid.

Joonis 40 kujutab kolme tastrit, kusjuures alumine paremal on tavalisemaid (välistaster), millega mõõdetakse või üle kantakse esemete välismõõteid. Tema peal asetsev taster võimaldab määrata sisemõõteid (sisetaster).

Et tavaline taster ei evi mingit mõõtjaotust, siis, kui esineb vajadus ülekantavaid suurusi arvuliselt määrata, peame kasutama veel mõõtudega joonlauda (joon. 41). Joonisel 40 vasakul on kujutatud taster, mis on varustatud millimeeterskaalaga, millelt võib kohe leida tastriga võetud mõõdu.



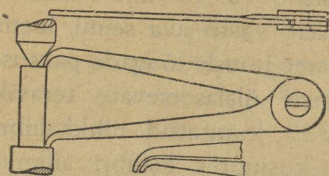
Joon. 40. Mitmesuguseid tastreid.



Joon. 41.

Nii määratakse tastrile võetud mõõtu.

Joon. 42 kujutab ühele poole painutatud jalgadega tasterit, millega määratakse astmelise kujuga esemete mõõteid.



Joon. 42. Ühepoolne taster.

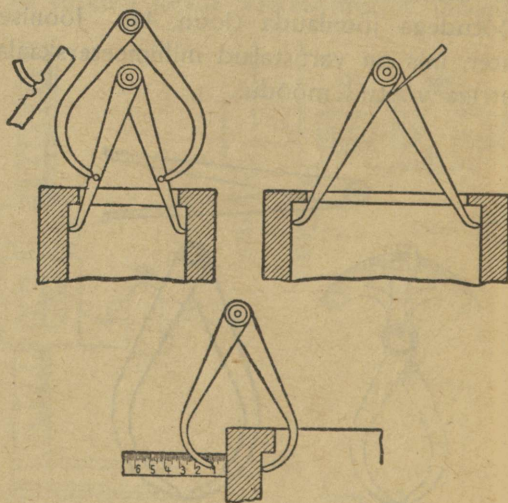
takse teise tasteri või nihkkaliibriga mõõduvõtmise ajal ja hiljem on siis võimalik sama mõõtu fikseerida. Alumine joonis, kus on kasutatud tasterit koos joonlauaga, peaks olema arusaadav erilise selgituseta. Paremal ülal on toodud juhtum, mida tohiks kasutada hädaabinõuna ja sedagi väga harva. Nimelt tõmmatakse mõõduvõtmise ajal märkimisnõelaga õrn jooneke tasteri teisele harule ja pärast mõõduvõtmist asetatakse esimene haru jällegi samale joonele. Nii saadud mõõt võib aga valetada kuni paar millimeetrit.

#### 4. Mikromeeter.

Valmistades eset, mille mõõted peavad olema täpsustatud kuni sajandikmillimeetriteni, pole meil eespool kirjeldatud mõõduriistadega midagi peale hakata. Vajame täpsemat riista ja selleks on mikromeeter. Tavaline, kaasaskantav mikromeeter (joonis 44) võimaldab täpsust kuni  $\frac{1}{100}$  mm.

Mõõtmine teostatakse selliselt, et mõõt määratakse kindlaks täpselt lõigatud ja väga hea, ilma surnud käiguta kruvi pööramisega. On kruvi keerumise tõus (ühe keeru

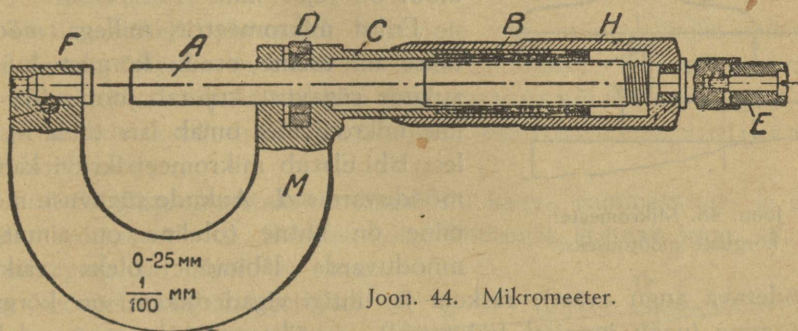
Kuigi taster on vägagi lihtne riistapuu, ei saa teda sageli siiski nii mõnegi keerukamaga asendada, nagu näitavad joon. 43 toodud juhtumid, kus määratakse mõõteid, milledele teiste riistadega juurde ei pääse. Ülal vasakul kujutatud taster evib kahte ümarmargust naga, millede kaugus määratakse



Joon. 43. Tasterite kasutamine.

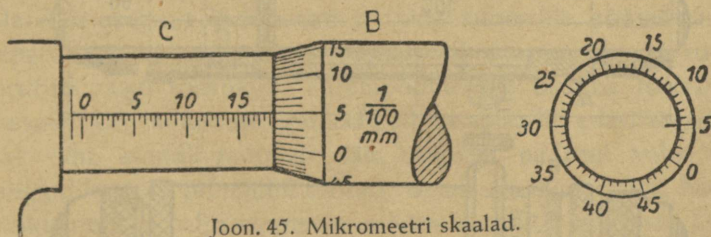
kohta)  $1\frac{1}{2}$  mm, siis on selge, et pöörates kruvi pool ringi, on kruvi ots nihkunud edasi 0,5 mm, keerates ainult  $\frac{1}{100}$  ringi, on nihutus 0,01 mm jne.

Joon. 44 toodud mikromeeter evib karastatud terasest raami *M* ja hülssi *C*, mis nagu muttergi on seestpoolt varustatud täpse keermeti-



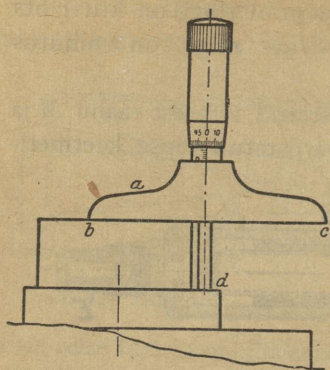
Joon. 44. Mikromeeter.

sega. Mikromeetriline kruvi *A* on terasest ja tagantpoolt, kus ta hülssi *C* keermetikku ulatub, samuti keermetisega varustatud. Kruvi *A* kannab veel lõpul kindlalt kinnitatud putke *B*, 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 ühe terve ringi, on nihkunud teatava kindla mõõteüksuse võrra. Seda nihkumist loeme puksil *C* näidatud skaalal (joonis 45) ja peenema määramise teeme putkel *B* asetseva skaala abil.



Joon. 45. Mikromeetri skaalad.

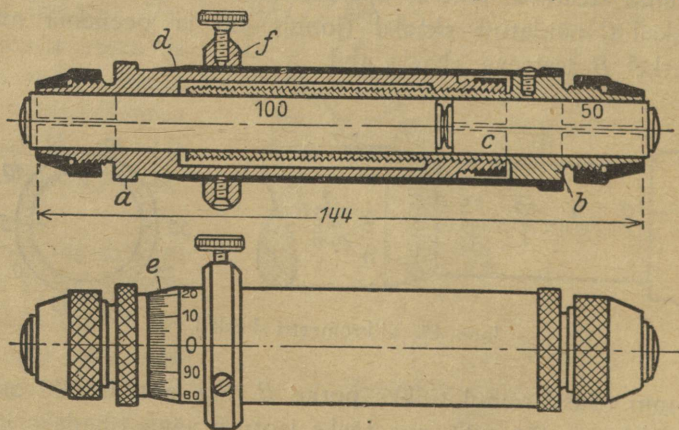
Et 1-mm tõusu puhul tuleks putke *B* ring jaotada 100 osaks (kui soovime 0,01-mm täpsust), mis teeks jaotuse väga tihedaks ja silmale vähemärgatavaks, siis paremates mikromeetrites kasutatakse 0,5-mm



Joon. 46. Mikromeeter kõrguste mõõtmiseks.

mõõdetava augu avast); raskem ja tihti vigaderikkam on kõrguste mõõtmine (nagu joonisel kujutatud) — väiksemalgi kruvi juurdekeramisel kerkib tald otsale *b* üles ja mõõt näib tegelikust suurem olevat. Tuleb seepärast jälgida, et tald tugevasti kogu oma puute-pinnaga mõõdetavale esemele toetuks, ja teise käega samal ajal õrnalt kruvi pöörata.

Joonisel 47 toodud nn. sisemikromeeter võimaldab mõõta avasid, kuid mitte nullist alates, nagu tavalised mõõduriistad, vaid mingist kindlast mõõdust (sisemikromeetri minimaalpikkus). Sisemikromeetri



Joon. 47. Sisemikromeeter.

tõusu ja jaotusring on ka vastavalt siis 50 osaks jaotatud. Joonisel 45 näemegi sellist mikromeetri kaela, vasakul külgsuunas, paremal on toodud ainult jaotusring. Pildil toodud asend on selline, kui mõõt on 18,05 mm.

Erilist mikromeetrit, millega mõõdetakse nii eseme osade kõrgust kui ka aukude sügavust, kujutab joonis 46. Selline mikromeeter omab laia talda *a*, millest läbi ulatub mikromeetrikrugi kandev mõõduvarras *d*. Aukude sügavuse mõõtmine on lihtne (oluline on ainult, et mõõduvarda läbimõõt oleks väiksem

mõõteotsad on ümmargused selleks, et mikromeeter haaraks kõige suuremat mõõdet, s. o. läbimõõtu.

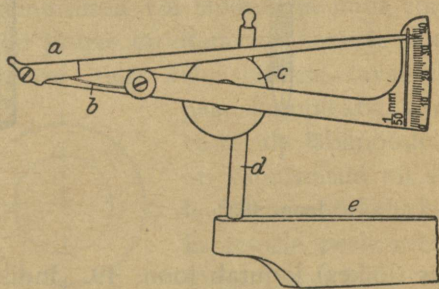
Mõõteviga võib tekkida tihti sellest, kui sisemikromeeter ei asetse risti mõõdetavate pindadega — mõõt tuleb siis tegelikust suurem.

### 5. Indikaator.

Tihti esineb juhtumeid, kus pole vaja mõõta tõelisi mõõteid, vaid ainult määrata mõõdetest kõrvalekaldumisi. Selliseil juhtumeil, soovides mõõta näit. töödeldava pinna tasasust või ühtlast kõrgust, tiirlevate võllide ja silindrite ümarust jms., aitab meid nn. indikaator ehk hoobkobi.

Tööviisi järgi jaotatakse indikaatorid kang-, hammasratas- ja optilisteks indikaatoriteks. Esimest, kõige lihtsamat, kujutab joon. 48, selle mõõtetäpsus on kuni  $\frac{1}{50}$  mm.

Riist koosneb kaheõnalisest kangist *a*, mis annab pöörlema oma lühema poole lähedal asetseva mänguruumita telje ümber. Liigub vasempoolne kangiots vähekegi üles-alla, siis langeb või tõuseb parempoolne kangiots märgatavalt. Valides kangi õlgadele sobivad vahekorrad, saame panna parempoolse kangiotsa osutina

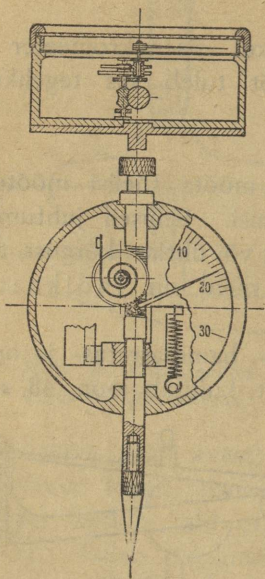


Joon. 48.

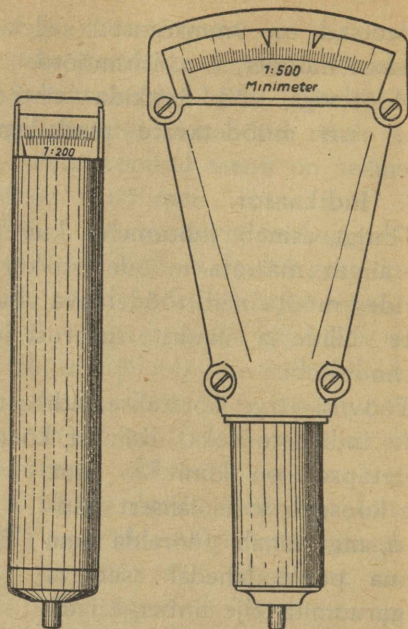
mõõduühikuid näitama (siinkirjeldatu juures  $\frac{1}{50}$  mm). Mõõduriist on kinnitatud tapi *c* kaudu jalandile *d*, viimane on kinnitatud alusplaadile *e*. Alusplaadiga asetame indikaatori treipingi supordile, hõõvelmasinale või lukksepatöös tasaplaadile nii, et vasempoolne kangi õlg vedru *b* mõjul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

Kangindikaatori printsiibil töötab, omab aga nimetatust keerukamat konstruktsiooni ja palju suuremat mõõtmistäpsust, nn. minimeeter. Ehitatakse minimeetreid, mille osuti skaalal näitab mõõte kuni vahekorras 1:1000, kusjuures mõõtmistäpsus küünib kuni tuhandik-millimeetrini. Kahte minimeetri väliskuju näitab joon. 50.

Hammasratas-indikaatorit ehk mõõtkella eestvaates ja ülal otsvaa-

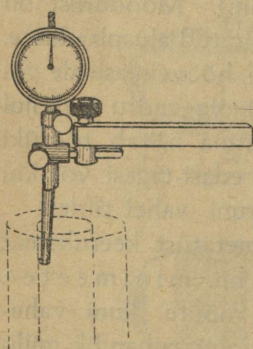


Joon. 49.



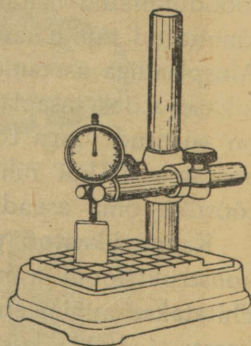
Joon. 50. Minimeetreid.

tes (lõikes) kujutab joon. 49. Indikaatorit läbiva sambakese iga liikumine kantakse üle suurema läbimõõduga hammasrattale, viimase liikumine kantakse üle väiksemale hammasrattale, millega on järgalt ühendatud osuti. Ülekanded on



Joon. 51.  
Avade seestmõõtmine.

nii valitud, et osuti näitab sambakese liikumist tavaliselt  $\frac{1}{100}$ -mm täpsusega. Mõõduriist näitab täpselt ainult siis, kui kõik ülekanded on praktiliselt surnud käiguta. Indikaator kinnitatakse kere kaudu vastava jalandi külge ja koos viimasega kasutatakse nagu esimesena kirjeldatud. Nullpunkti seadmist toimetame ülal-

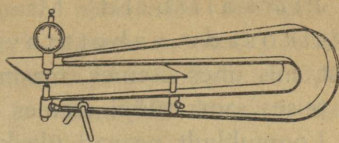


Joon. 52.  
Tasapindade mõõtmine.

asetsevast näppmutrist pöörates või mõne teise tüübi puhul skaalat nullile keerates.

Mõõtkellade kasutusnäited on kujutatud joonistel 51, 52, 53.

Optilisi indikaatoreid, täpsusega kuni  $\frac{1}{1000}$  mm ja rohkemgi, kasutatakse väga täpsetel töödel.



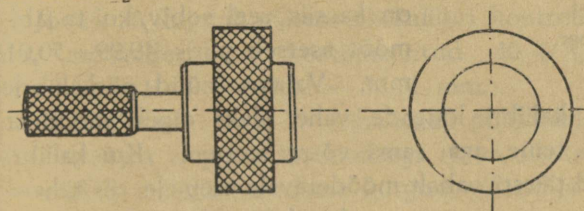
Joon. 53. Kardade ja plaatide mõõtmine.

## 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“.

Normaalkaliibreiks nimetatakse käitistes 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

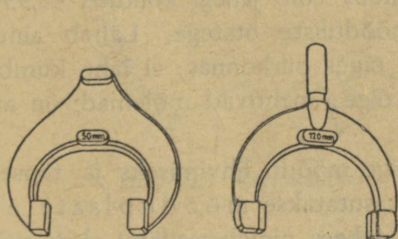
paariskomplektis, s. o. vastavale läbimõõdule on valmistatud nii silindriline mõõtkeha kui ka temale peale sobiv rõngas. Joon. 54 on toodud üks selliseid normaalkaliibreid (koos



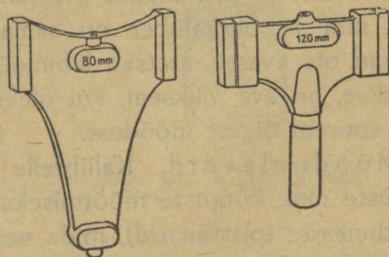
Joon. 54. Normaalkaliiber ühes rõngaga.

rõngaga). Normaalkaliibrite mõõted lihvitakse täpselt kuni  $\frac{2}{1000}$  mm. Soovitav on kaliibrid sisse määrada kas kondiõliga või vaseliiniga.

Suuremate mõõtude jaoks valmistatakse kaliibrid lapikud. Joon. 55 ja 56 näeme esimest kui välismõõdete määrajat, teist aga sisemõõdete jaoks.



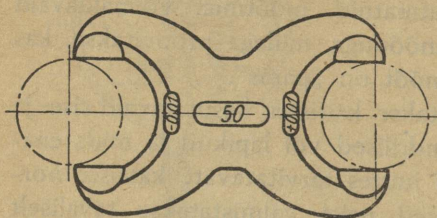
Joon. 55. Lapikkaliiber välismõõteile.



Joon. 56. Lapikkaliiber sisemõõteile.

Piirkaliibrid. Massilisel esemete tootmisel on sageli nõutav üksikosade vahetatavus, mis seisneb selles, et üks üksikosa-dest, 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 57 kujutab piirkaliibrit, mida kasutatakse paksuste, völli- läbimõõtude jne. mõõtmiseks. Piirkaliiber



Joon. 57. Piirkaliiber.

evib ikka kahte otsa. Oletame, et mingi eseme läbimõõt peab olema 50 mm, tema läbimõõduks 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 piiris 49,99–50,01 mm. Vajame nüüd piirkaliibrit

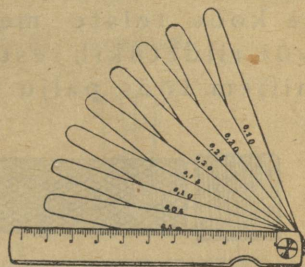
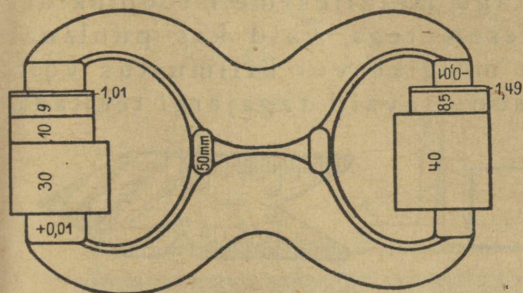
nagu joonisel, kus üks kaliibri lõugade vahe oleks õigest mõõdust 0,01 mm võrra vähem, teine aga sama võrra suurem. Kui kaliibri mõlemad otsad mahuvad täiesti vabalt mõõdetavale esemele, siis tähendab see järelikult seda, et ese on peenem kui lubatud ja meile kõlbmatu; kui kaliibri kumbki otstest ei 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 „Johansonini mõõdunaastudeks“. Mõõdu-

plaadid kujutavad karastatud riistaterasest plokikeste komplekti, millede paksusele on antud lihvimise teel täpsed mõõted. Väike komplekt koosneb näiteks paksusist: 1 mm; 1,01; 1,02;..... 1,10; 1,20;... 1,90;... 2; 3;..... 10; 20 ja 50 ja võimaldab kombineerida kuni 10 000 mitmesugust mõõtu.

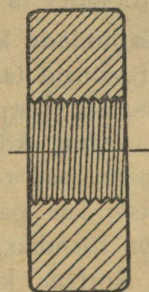
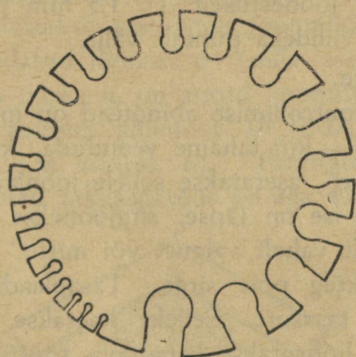


Joon. 58. Piirkaliibri kontrollimine mõõduplaatidega.

Joon. 59. Lehtkaliiber.

Joonis 58 kujutab näitena 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 puhkul ajame läbi ka lehtkaliibriga e. pilumõõtekimbuga (joon. 59) (sakslased nimetavad teda špiooniks), millega mõõdame kõrgusi, pilusid ja muid selliseid distantse.



Joon. 60. Karrakaliiber.

Joon. 61. Mutterkaliiber.

Kardade paksusi jms. mõõdame nn. karrakaliibriga (joon. 60).

Lähemalt kirjeldamata võiks veel mainida keermekaliibreid (joonised 61, 62) ja normitud kooniliste avade ja tornide jaoks mõeldud koonuskaliibreid.

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



Joon. 62. Keermekaliiber.



Joon. 63. Šabloon treiterale.

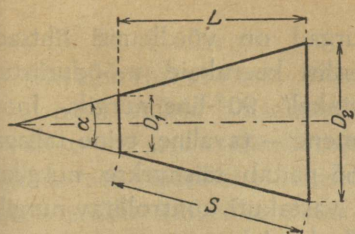
## 7. Šabloonid.

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 63 toodud šablooniga. Šabloone valmistamise vajaduse korral endale ka ise, kopeerides selleks vajaliku kuju joonestuselt 1...1,5 mm paksusele karrale ja töötades ta jõhvsae ja viilidega puhtalt välja.

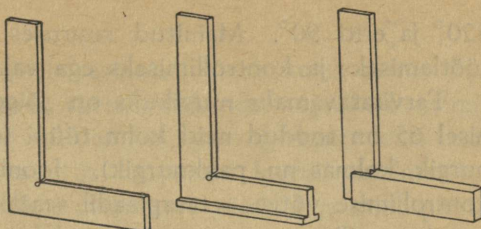
## 8. Tasapindade kontrollimine.

Tarvitatavamaid tasapindade kontrollimise abinõusid on meil joonlaud ja tasaplaat (rihtplaat). Näit. — kui tahame veenduda, kas mõni töödeldava eseme külg 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 külg pole sirge. Tasaplaadil võime kontrollida korruga kogu pinna tasasust. Selleks kaetakse tasaplaat tavaliselt õhukese värvikihiga<sup>1</sup> ja hõõrutakse katsutava töötüki pinda tasaplaadil. Värvühtlane külgehakkamine töödeldavale pinnale veenab meid pinna tasasuses.

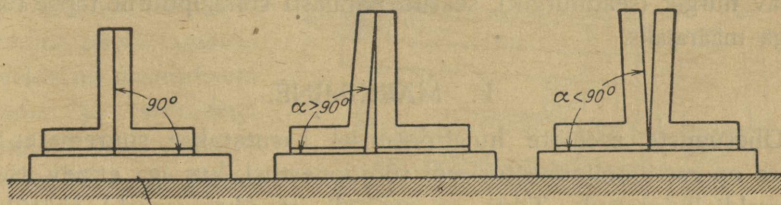
<sup>1</sup> Kas trükivärv või vaseliiniga segatud värvimuld.



Joon. 64.



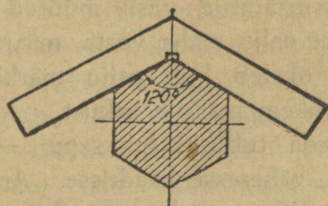
Joon. 65. Nurgikuid.



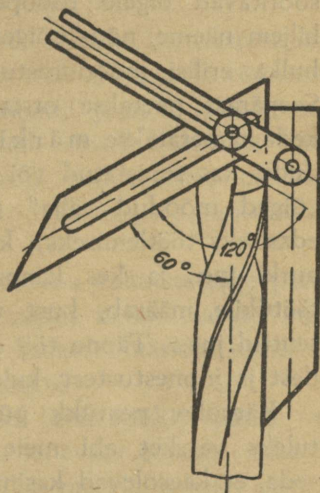
Joon. 66. Nurgikute kontroll.

## 9. Nurkade mõõtmine.

Peenmehaanika ja relvatööstus tegelevad sageli konstruktsioonide juures väga täpselt antud nurkmõõdetega, tavalises masinaehituse ja lukksepatöös aga õnneks peaaegu kunagi ei kirjutata ette nurki, näit. kas  $29^\circ$  või  $72^\circ 30'$ . Isegi seal, kus mõni erimõõteline nurk on konstruktsioonis vältimatu, püütakse see anda joonmõõtudega, nagu näidatud joonisel 64 (selle asemel et tähistada nurka  $\alpha$ , on antud koonuse väiksem ja suurem läbimõõt  $D_1$  ja  $D_2$ , küljepikkus  $S$  ja kõrgus  $L$ ). Tarvitavamad nurkmõõted lukksepatöös on aga  $45^\circ$ ;  $60^\circ$ ;



Joon. 67.  $120^\circ$  nurgik.



Joon. 68. Seatav nurgik.

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

Tarvitatavamaks nurgikuks on „õige vinkel“, 90°-line nurgik. Joonisel 65 on toodud neid kolm tüüpi (esimene — tavaline, teine tallaga nurgik, kolmas nn. pakknurgik). Joonis 66 näitab täisnurkse nurgiku kontrollimise võtet — tasaplaadil seatakse vastakuti kontrollitav nurgik ja teine, mille nurga täpsuses võidakse olla kindel.

Joonis 67 kujutab 120°-list nurgikut, joonisel 68 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 korruga 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 käsitlemine 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 sepietatud või valatud töötükk edaspidisel töötlemisel annab „õiged mõõdud välja“ (kas ese on valmistatud mõõtude tagavaraga edasiseks töötlemiseks), kas esemel 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 joonestustest, kuid kõige rohkem märkija isikust.

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

## 1. Märkimisriistu.

Märkimislaud. 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

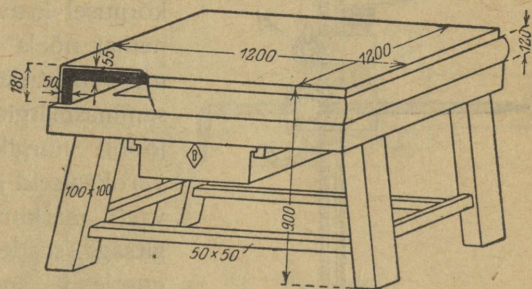
siis mõõdete ja märkide paigutamiseks lähtume. Märkimislaual on suuremõõteline, täiesti tasaseks hõõveldatud täisnurksete külgede ja servadega malmplaat (suuremõõteline tasaplaat — rihtplaat), millele asetatakse märgitav töötükk ja märkimisriistad. Hoidutagu märkimislaua rikkumisest esemete lohistamise või kukkuda-laskmisega! Raskete esemete paigutamiseks lauale seatakse laua kohale lakke tali, suuris käitis isegi sildkraanad.

Joonis 69 näitab väiksemamõõtelist lauda pealispinna mõõtudes  $1200 \times 1200$  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 laud, millede mõõded võivad küündida kuni 6000 mm-ni, paigutatakse telliskivimüüritisele ja nad tehakse madalamad, kõrgusega 700–800 mm, et märkija töö suuremate töötükkide juures oleks hõlpsam.

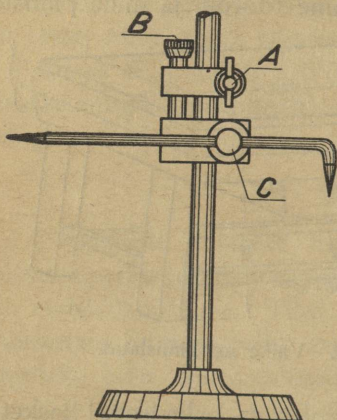
Joonlaud ja nurgik märkija tööriistadena valmistatakse parematest terastest ning karastatakse ja lihvitakse; nende servad olgu ideaalselt sirged, nurgad täpsed. Nurgikuist kasutab märkija enamasti tallaga tüüpi, nagu on toodud joonisel 65 keskel.

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.



Joon. 69. Väike märkimislaud.

Sammasmärgits (saksa keeles Reiszstock), mille paljudest eri kujudest on toodud üks joonisel 70, koosneb tasaseks lihvitud põhjaga malmalusest, millesse täiesti vertikaalselt on kinnitatud samm. Nõelahooldja on sambal üles-alla liigutatav. Nõel kinnitatakse nõelahooldja külge kruviga *C* (viimasega saab mõnedel tüüpidel ka nõela kallakust muuta).



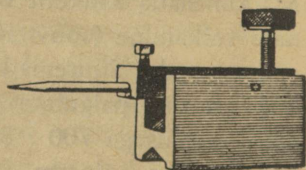
Joon. 70. Sammasmärgits.

Nõelahooldja hoitakse kindlalt soovival kõrgusel kruvi *A* kinnipööramisega. Peenemat nõela kõrguse seadmist võimaldab mikromeetiline 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 soovitavale 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 71 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 nõelaotsa üles-alla.

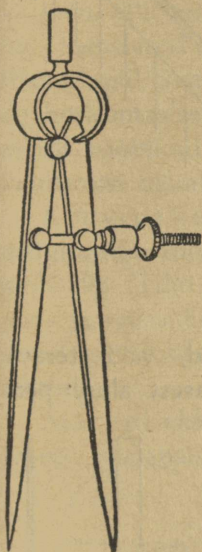
Märgitsa nõel seatakse vajalikule kõrgusele (kõrguse mõõted saadakse joonistelt) sambana alusele kinnituval, perpendikulaarselt üles-alla nihutada andval joonlaual. See joonlaud on varustatud millimeeter- (resp. toll-) jaotusega; tema nullpunkt asetseb märkimislauda tasapinnal, erijuhtudel aga tõstetakse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



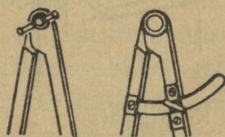
Joon. 71. Märgitsa prismalise alusega.

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 72 kujutab lukksepa-sirkli; selle seadmine ja kinnitamine sobivasse mõõtu toimub kruvi abil.

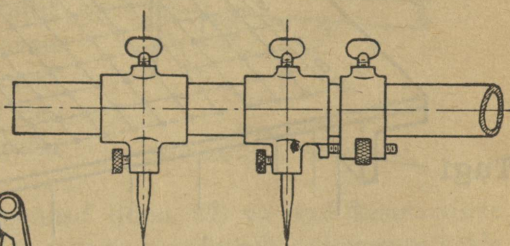
Märkimiseks aga toodud sirkel just igal juhul kõige sobivam pole, sest et ta juhtudel, kui teda näiteks kasutatakse krobelsele valupinnale või kord juba treitud (resp. hõõveldatud) pinnale joonte tõmbamiseks, võib vetruda ja temaga joonistatud ring pole iga kord mitte õige ring. Sobivamad on sel puhul siis juba joon. 73 kujutatud harukinnitusega sirkliid.



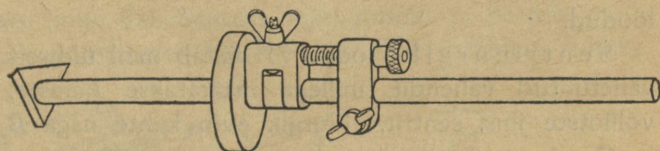
Joon. 72. Sirkel.



Joon. 73. Märkija-sirkleid.



Joon. 74. Varbsirkel.

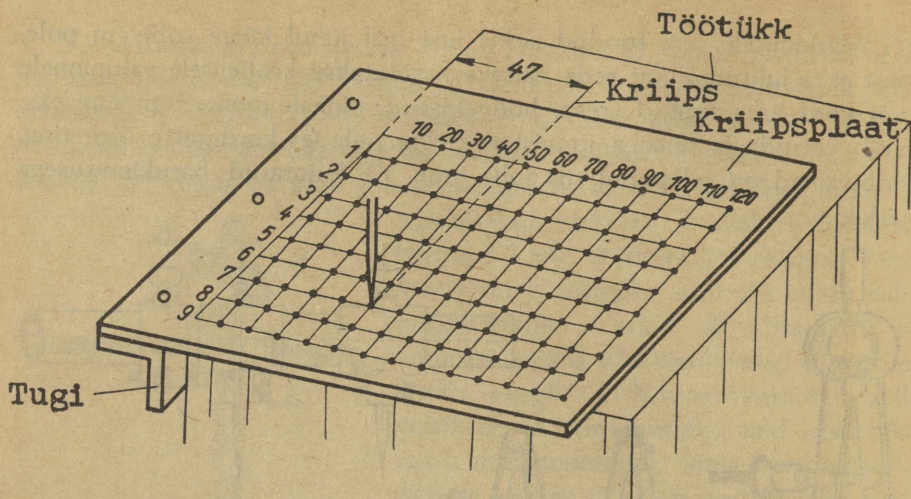


Joon. 75. Kriipsakk.

Varbsirkel (saksa k. Stangenzirkel) joonistab suurte raadiustega kaari (joon. 74). 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. 75). Vasakul pool otsas asetseva kolmnurkse teravikuga veetakse kriipsu, parempoolse varval nihutatava piirajaga määratakse kriipsu kaugus.

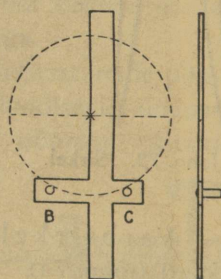
Mõningaid mõõte tuleb tihti töötükkidele kanda teatavale kindlale kaugusele töötüki servast alates. Sellistel puhkudel aitab meid abiseadeldis, nagu joonisel 76 näidatud. Joonisel kujutatav võimaldab jooni kaugusega servast ühe-mm sammuga 1 kuni 129 mm tõmmata. Kasutusviis selgub jooniselt. Seadis on kergesti isevalmis-



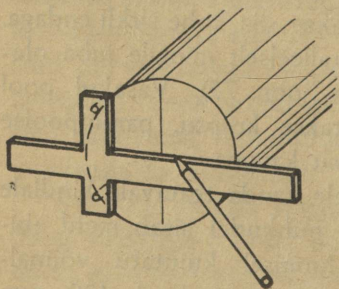
Joon. 76. Kriipsplaat.

tatav (ca 1-mm teraskard). Augud pole puuritud, vaid terava 30° nurga all teritatud märkliga (kärniga) tasase terasest aluse peal löödud.

Sentriurgik. Joonis 77 näitab meil üldiselt vähetuntud vahendit, millega määratakse ketaste, võllioste 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



Joon. 77. Sentriurgik.



Joon. 78. Sentriurgiku kasutamine.

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. Sentriurgiku kasutatavust näitavad joon. 78 ja 79.

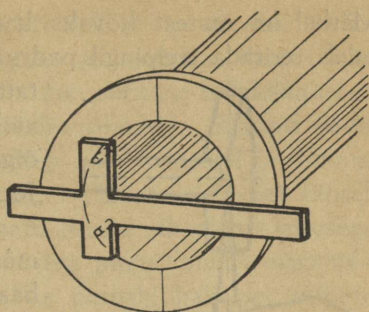
[ Kui sentrimärki vajav ese pole täpselt treitud ringjoon, ei läbi kõik märkjoned

ühthe punkti, vaid nad moodustavad (kui neid jooni on tõmmatud kolmest või rohkem asendist) hulknurga. Senter asetseb siis hulknurgal silmaga määratavas keskmes.

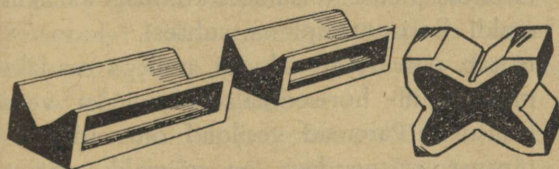
Rööbikpakud (paralleeltükid — joon. 80) valmistatakse malmist või karastatud terasest. Omavad täisnurkseid sisselõikeid, välispinnad on horisontaalsed ja üksteisega ideaalselt rööbikud. Ühe rööbikpaku kasutamist näitab joonis 81.

Kruvipakud ehk pisitungrauad (joon. 82) tulevad kasutamisele märgitavate töötükide sobivas asendis hoidmiseks (kasutamisenäide joon. 89). 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.

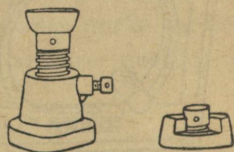
Märkel ehk kärn (joon. 83). Sentrite märkimiseks ja peente märkjoonte silmapaistvaks tegemiseks lüüakse töötükki märkliga lohuke.



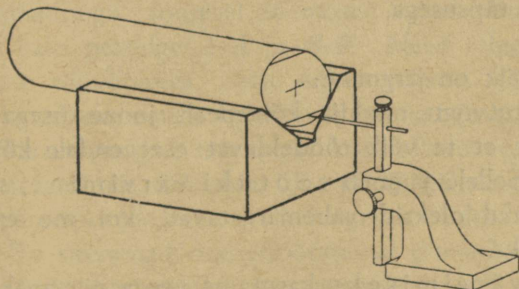
Joon. 79.  
Sentrinurgiku kasutamine.



Joon. 80. Rööbikpakud.



Joon. 82. Kruvipakud.



Joon. 81. Rööbikpaku kasutamise näide.



Joon. 83. Märkel.



liselt veidi sikatiivi. Varemil aegadel lisati selleks ka tavalist tiseriliimi, kuid see ajas värvaine kiiresti roiskuma ja haisema. Varem juba enamvähem tasaseks töödeldud pindu värvime 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, nõhime värvitava pinna enne puhastatud bensiinisse kastetud puhta lapiga tugevasti üle.

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

Töötükid, millel suuremad avad on juba valamisel või se pistamisel 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.

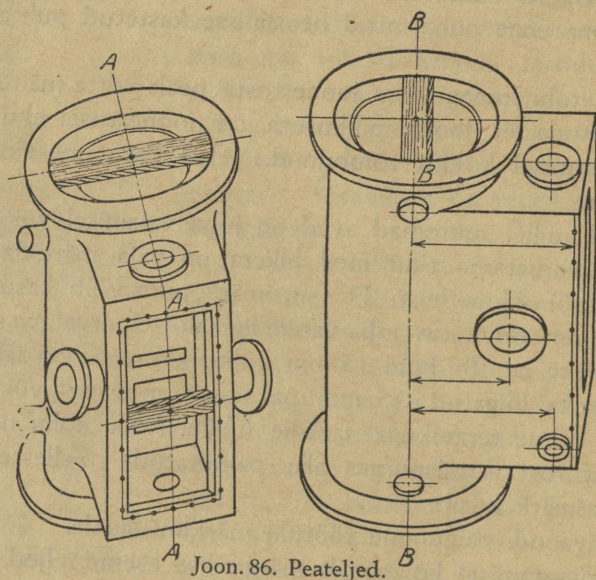
Nagu joonestamisel kõigepealt märgitakse eseme teljed, nii alustame töötükigi märkimist telgede määramisega ja vastavate telgjoonte tõmbamisega. Joonisel 86 näeme aurumasina silindrit, millel on märgitud kaks peatelge *A-A* ja *B-B*. Neist telgedest lähtudes on siis vastavate töövõtetega, nagu hiljem näeme, märgitud äärikute (flantside) keskmeh, aurukarbi freesitavad pinnad ja aurukanalid.

Pärast peatelje märkimist kontrollime veel kord, kas ese lubab end õigeis mõõteis töödelda. Joonis 87 näitab juhtumit, kus on selgunud, et parempoolne eseme ots langeb mõõdust välja.

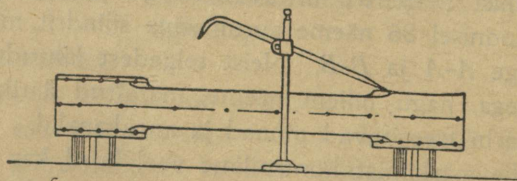
On suuremad ümbertöötatavad pinnad märgitud, lähevad töötükid tavaliselt esimesele laastuvõtmisele. Sealt tulevad nad tagasi jällegi märkimislauale. Teiskordsel märkimisel on seni ümbertöötatud pinnad

lauale asetamise 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 märkliauke täis. Sellised kärnimised on näidatud jooniseil 86 ja 87 joontel asetsevate väikeste mustade punktikestena. Kärnida tuleb nüüd sügavalt, et pärast laastuvõtmist jääks veel osa märki nähtavaks.



Joon. 86. Peateljed.

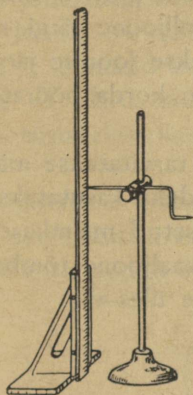


Joon. 87. Töödeldavuse kontroll.

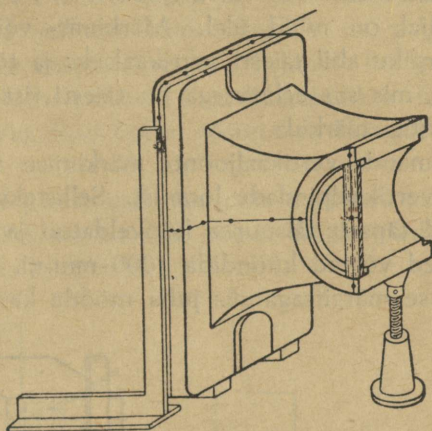
Et kergendada freesijal või treialil töötüki pingile kinnitamist ja teiskordsel märkimisel pindade määramist, tõmmatakse töötükile minigile suuremale tasapinnale või sirgele servale töötlemisjoonest ca 10 mm

kaugusel rööbikjoon, mida nimetatakse kontrolljooneks. Kontrolljoon jäetakse kärnimata.

Joonisel 89 näeme rööbiti laagripuki põhja hõõveldust määrava märkjoonega (kärniaukudega) paremal kontrolljoont, millest väljudes saab nurgiku abil laagripukki seada vertikaalasendisse.

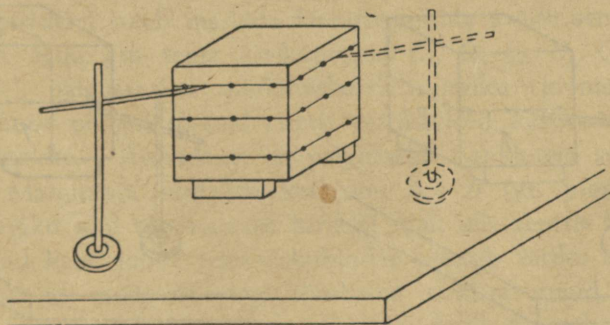


Joon. 88. Kõrgusmõõdu  
määramine.



Joon. 89. Kontrolljoone kasutamise näide.

Joonte tõmbamine. Joonisel 90 näeme märkimislauda, millele on asetatud neljakandiline töötükk, mille peame varustama horisontaalsete märkimisjoontega. Joonte tõmbamiseks on kasutatud märgitsat, mida sõidutatakse mööda laua pinda, kusjuures kõrgusmõõt on võetud erilisel sammasmõõdult, nagu joon. 88 näha. Jooned kärnitakse.

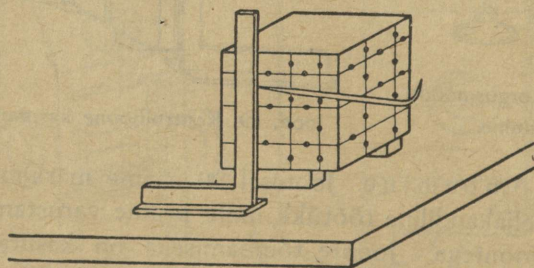


Joon. 90. Horisontaaljoonte tõmbamine.

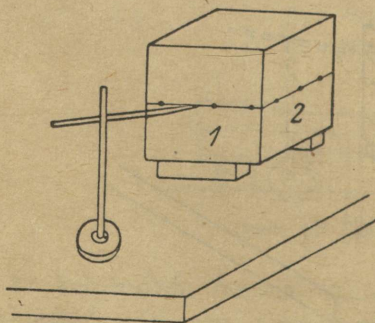
Soovides samale esemele vertikaaljooni, toimime kas nii, nagu joonisel 91 näidatud, kasutades tallaga nurgikut ja märkimisnõela, või siis, kui eseme kõverpinnad seda ei võimalda, järgmist „90° võrra pööramise menetlust“.

On horisontaaljoon (või -jooned) tõmmatud, nagu joonisel 92, pööratakse eset 90° võrra (joon. 93), nii et näiteks pind 2, mis varem oli küljel, on nüüd ülal. Märkimis- või kontrolljoone järgi seatakse ese nurgiku abil täiesti vertikaalseks ja tõmmatakse joonise järgi uued jooned, mis siis eelmistega on täiesti risti. Mitu korda pöörates saab kõiki külgi märkida.

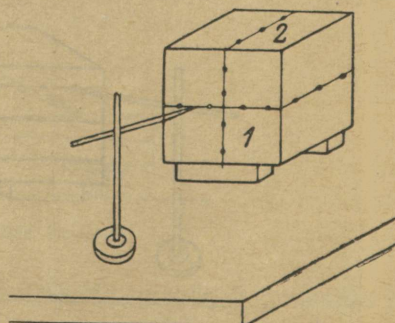
Kolmanda vertikaaljoonte märkimise viisina tarvitatakse märkimislauale vertikaalpindade loomist. Sellisteks pindadeks kasutatakse suuri õõnsaid, täpselt täisnurka hõõveldatud ja kaabitsetud malmkaste, mille kõrgused võivad küündida 1000 mm-ni. Vertikaaljoone tõmbamiseks liigutakse märgitsaga siis juba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



Joon. 91. Vertikaaljoonte tõmbamine nurgikuga.



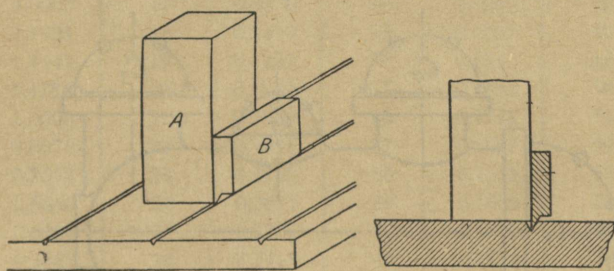
Joon. 92.



Joon. 93.

Et niisuguseid kaste ümberpaigutamisel või nihutamisel õigetes suundades hoida, varustatakse suuremad märkimislaudad madalate peenikeste rihvadega ehk nuutidega (soontega), mis moodustavad laual 250- kuni 300-mm vahedega joonestiku või ruudustiku. Kasti külgservaga joonlaud, mis asetatakse rihva sisse ja mille vastu surutakse kast. Joonis 94 näitab osa sellisest lauast, millele on paigutatud kast *A* ja joonlaud *B*. Kaste kasutatakse ka sel juhul, kui märgitsa sammu ei ulatu üle märgitava eseme. Kast paigutatakse lauale ja märgits tõstetakse kastile. Vajaduse korral tõstetakse üksteisele mitu kasti.

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

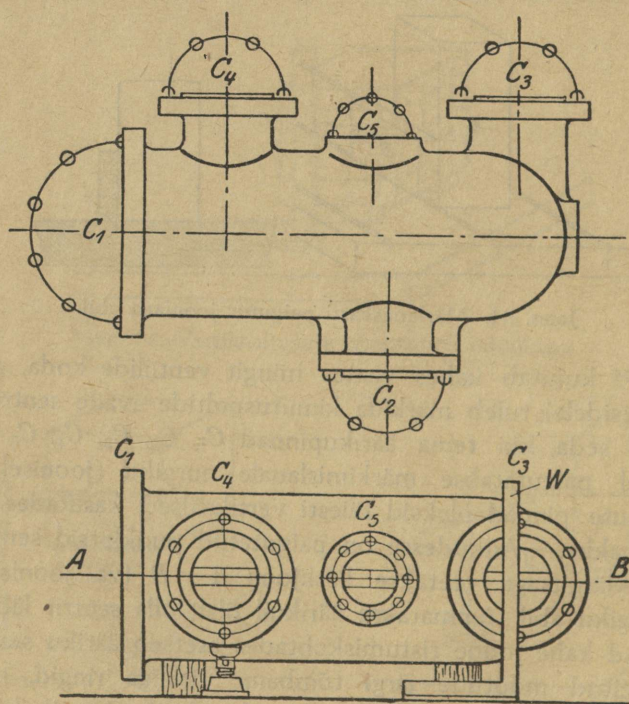


Joon. 94. Märkimiskasti paigutus joonlaua abil.

Joonis 95 kujutab kahes vaates mingit ventiilide koda, mille äärikutele (flantsidele) 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 alustuge-deks kruvipakke. Aukudesse on paigutatud puuklotsid sentrite märkimiseks. Märgitsaga veetakse keskjoon *A—B* (vt. joonise alumist 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  $C_1$  evih kümme,  $C_2, C_3, C_4$  kuus ja  $C_5$  kaheksa kinnitusaugu.

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 tülikam. Hästi aitab seejuures meid tabel 11. 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 korrutada me teises lahtris



Joon. 95. Äärikute aukude märkimine.

antud mõõdu raadiuse mõõduga ja saadud mõõdu võtame sirkliharude vahele.

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

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

(700 jagasime kahega seepärast, et raadius =  $\frac{D}{2}$ ).

Tabel 11. Ringjoone jaotamine.

Kõõlu pikkuse olenevus jaotuste arvust, kui  $r = 1$ .

Jaotuste arv ringjoonel	Kõõlu pikkus	Jaotuste arv ringjoonel	Kõõlu pikkus	Jaotuste arv ringjoonel	Kõõlu pikkus	Jaotuste arv ringjoonel	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

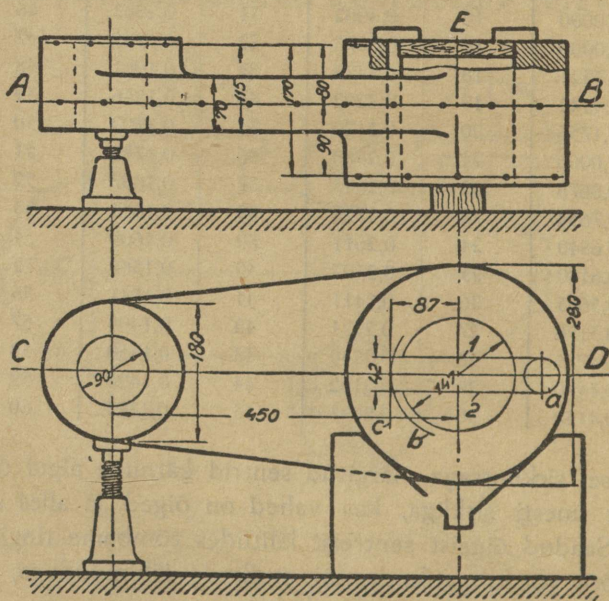
Jaotamisel sirkliotsaga märgitud sentrid kärnime algul õige nõrgalt, kontrollime uuesti sirkliga, kas vahed on õiged, ja alles siis kärnime lõplikult. Saadud õigeist sentreist lähtudes tõmbame ringjooned, mil- lede läbimõõt võrdub aukude või mulkude läbimõõduga, ja kärnime saadud ringid neljas, viies,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

### 3. Märkimisnäiteid.

Jälgime näitena mõne töötüki märkimist. Joonisel 96 kahes vaates kujutatud ja märkimislauale asetatud töötükk, mis evib kaht suurt avast, asetatakse algul lauale, nagu ülemisel jooniseosal näidatud. Pärast töötüki varemkirjeldatud viisil horisontaalseks asetamist märgi-

take 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 elmistega märgitakse kõik muud käesoleval joonisel 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  $90^\circ$ , paigutades teda krurvipakkude ja suurte rööbikpakkude abil nii, et peatelg  $C-D$  ja sellel asetsevad avade sentrid oleksid horisontaalsed ja

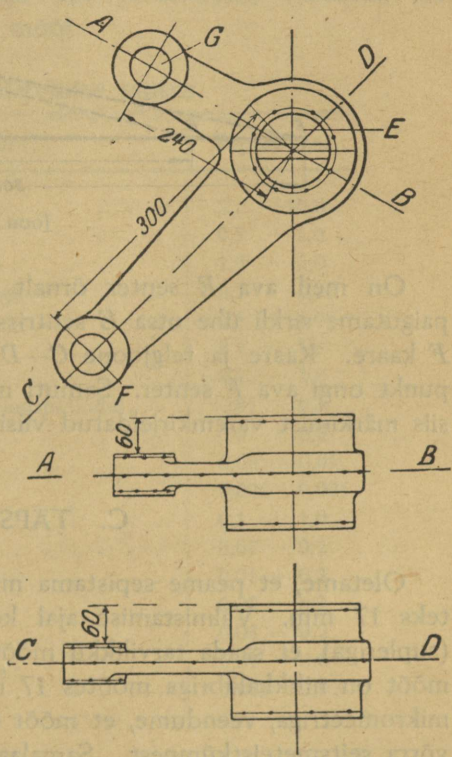


Joon. 96. Märkimisnäide.

suured lamedad pinnad vertikaalsed. Märgitsa 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 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 tõmmatakse sirkliga 87-mm raadiusega kaareosa  $b$  ning nurgiku ja märkimisnõelaga sellele puutuja  $c$ . Nii märkisime nuudi asukoha ja mõõted.

Teiseks vaataksime juhtumit, kus tuleb märkida kaugusi, mis ei asetse ühes tasapinnas. Joonis 97 kujutab mingit nurkvinnakut, kus all on eraldi 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 98: punktiirjooned, mis tähistavad tegelikke sentrite kaugusi, on pikemad. Kui suured nad on? Matemaatika väidab, et täisnurkses kolmnurgas kahe täisnurga juures asetseva külje (kaatetite) ruutude summa võrdub täisnurga vastaskülje (hüpoteenuusi) ruuduga, seega

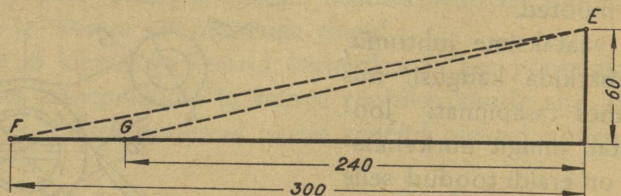


Joon. 97. Märkimisnäide.

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

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

Ei taha me arvutamisega tegelda, joonistame tasasele metallplaadile märkimisnõelaga nurgiku abil täisnurga, paigutame nurgast lähtudes 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. 98.

On meil ava  $E$  senter õrnalt kärnitud, asetame 306 mm sirklile, paigutame sirkli ühe otsa  $E$  sentrisse ja tõmbame teise otsaga mööda  $F$  kaare. Kaare ja telgjoone  $C-D$  (joonise 97 keskmine osa) lõikepunkt ongi ava  $F$  senter. Samuti märgime ka ava  $G$  sentri ja jätkame siis märkimist varemkirjeldatud viisil.

### C. TÄPSUSTEST.

Oletame, et peame sepistama mingi eseme, mille üks külg on näiteks 17 mm. Valmistamise ajal kogu aja 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 kütündida kümnetuhandikesse millimeetresse — aga täpse (absoluutse) mõõduni, näiteks 17 mm-ni, me kunagi ei jõua. Ja pole vajagi. Aitab, kui töötlemine antud juhul vajaliku täpsusega. Ega me mööda näiteks vahemaad Tallinnast Narva millimeetrise täpsusega ega raudväravat sepis-

tades tema kõrgust sajandikmillimeetriga — küll aga on sajandikuline täpsus vajalik näiteks uuriratta telje läbimõõdu juures. Vajalik täpsus on eseme otstarbest, suurusest, vastutusrikkusest ja asukohast.

### 1. Töötlemise täpsus.

Vajaliku täpsuse saavutamine on töötleja vilumusest, tööriistade ja töömasinate headusest ja korrasolekust, sobivaist mõõduriistadest ja nende korrasolekust ning lõppeks ka veel töötüki suurusest, töödeldava materjali headusest ja tööruumi temperatuurist.

Tabelis 12 võrdleme üksikuid tööoperatsioone, näidates, kui suurtes piirides kõigub saavutatav mõõt.

Tabel 12. Töötlemise täpsus.

Tööoperatsioonid	Täpsus mm
Tavaline valu . . . . .	2 ...10,0
Täpne sepiistamine . . . . .	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
Viilimine, 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
Hööveldamine . . . . .	0,03 ... 0,2
Hõõritsemine masinail . . . . .	0,01 ... 0,1
Hõõritsemine käsitsi . . . . .	0,005... 0,05

### 2. Mõõduriistade täpsus.

Tabelist 13 näeme, kui suure täpsusega näitavad mõõduriistad. Tabelis 13 toodud andmed on kehtivad muidugi sel juhul, kui mõõduriist on korras ja kulumata. Tarvitatavamaid mõõduriistu, nagu nihkkaliibrit ja mikromeetrit, kontrollime korrasoleku suhtes lihtsamalt seega, kui asetame nad nullseisangusse. Korrasoleval mikromeetril nullseisangu puhul ei tohi mõõtpindade vahelt kuskilt valgust läbi paista.

Lihtsamal nihkkaliibril võivad üksikud läbihelendavad kohad esineda, paremail nihkkaliibreil, millega määrame kahesajandikulisi täpsusi, ei tohi olla ka neid.

Mõõduriista täpsust mõjutab ka temperatuur. Täpsemail mõõtmis-  
masinail on seepärast püütud temperatuuri mõju mitmel viisil vältida.  
On meil nihkkaliiber 100 mm pikk, siis on tema pikenedmine  $1^\circ$  kohta  
0,0012 mm ja näit.  $20^\circ$  temperatuuri vahe puhul (talvel väljas ja toas)  
tervelt 0,025 mm. See on juba viga, mida mitmelgi juhul peame ar-  
vestama. Mõõduriistad on tavaliselt normitud  $+20^\circ\text{C}$  juures.

Tabel 13. Mõõduriistade täpsus.

Riista liik	Täpsus mm
Taster . . . . .	$\pm 0,5$
Nihkkaliiber, tavaline . . . . .	$\pm 0,1$
" väga täpne . . . . .	$\pm 0,02$
Mikromeeter kuni 100 mm . . . . .	$\pm 0,01$
" üle 100 mm . . . . .	$\pm 0,02$
Indikaatorid ja mõõtmismasinad . . . . .	$\pm 0,002$
Mõõduplaadid (plastiinad) . . . . .	$\pm 0,0005$
Optilised indikaatorid . . . . .	$\pm 0,0005$

### 5. Sallitavus (tolerants).

Valmistades eset, kus mingis avas peab mingi telg andma end va-  
balt 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 mõöt nimimõödust suurem või väiksem võib olla, selle määrab  
juba eseme otstarve ja kasutamine ja selle lubatava kõrvalekal-  
dumise määrab tavaliselt konstruktor, märkides joonestusele vastava  
mõõtarvu taha, kui palju tohib tegelik mõöt nimimõödust erineda,  
ilma et see häirivaks muutuks. Lubatav erinevus, mis märgitakse lisa-  
arvuga, millele ette asetatakse märgis kas — või + või ka mõlemad ( $\pm$ ),  
nimetatakse sallitavuseks. Esineb näiteks arv 5,2 — 0,05, siis tähendab  
see seda, et antud nimimõödust 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  $\pm 0,5$ , 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 sellega, 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 eritingimustist olenevalt võiks nimetada peamiselt nelja istu:

1. Laagri-ist — sobivus laagri ja võlli vahel, kusjuures võllil peab olema võimalik latus 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 haamrilöökidega 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 juhul kujuneb sobitamine lihtsalt montaažiks. Konstruktorit aitavad sallitavusi määrata katsete põhjal koostatud tabelid<sup>1</sup>. Tihti aga, kui joonestusel puuduvad salli-

<sup>1</sup> Sallitavused on normitud DIN ja ISA sobitusnormidega; lähemalt nendega tutvumine ei kuulu aga käesoleva raamatu ülesannetesse.

tavuse tähistused, peab töötleja neid ise oma praktiliste kogemuste põhjal määrama. Kui ka see osutub võimatuks, jääb ainukesena üleni kohalsobitamine, mis seisneb selles, et töötükk töödeldakse sobitatavais mõõteis välja mitte lõplikult, vaid õiged mõõted antakse talle alles koos teise sobitatava osaga või montaaži ajal. Sellest lähemalt hiljem.

### III. Töötlemine.

#### A. TOORIISTADEST ÜLDISELT.

Metallide töötlemine toimub peamiselt kolmel viisil:

- a) töötlemiseks kasutatakse metallide sitkust ja jäädavat deformatsiooni — sepistamine, valtsimine, tõmbamine 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.

Töötlemisel vajame riistu ja riistmasinaid, mis liigitatakse:

- a) mõõduriistad ja ettevalmistamise abinõud (eespool juba kirjeldatud);
- b) töödeldavate tükki pidamisvahendid (kinnitamisvahendid) — kruustangid, tangid jne.;
- c) tööriistad — haamid, 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 korrashoiu 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 (!), rikuvad riistu või töötükke ja seepärast olgu alati kindlaks reegliks: ainult õige tööriist õigel kohal.

## B. TÕORIISTADEST JA TÖÖTLEMISEST.

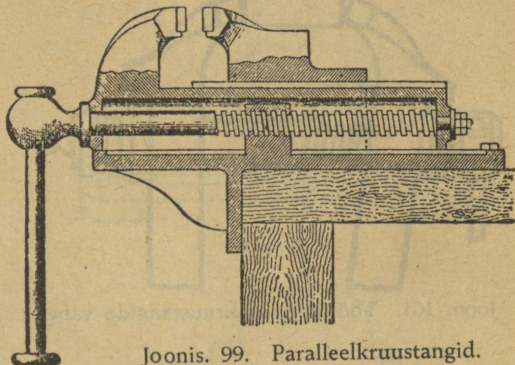
### 1. Kruustangid.

Kruustangidega hoiame kinni töödeldavat eset. Pingile kinnitata-  
vaid kruustange, nn. paralleelkruustange, kujutab joonis 99. Nimetus on tulnud sellest, et kruustangi lõuad, millede vahele töötükk pitsitatakse, jäävad igas asendis teineteisele paralleelseks, mida ei saa ütelda aga vanematüübilise, nn. sepakruustangi kohta, mida kujutab

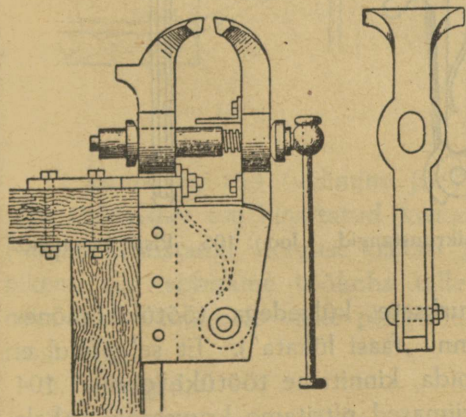
joonis 100. Viimase juures nimelt ainult ühes asendis kruustangi lõuad asetsevad paralleelselt ja suruvad siis ka kogu oma kinnihoidva pinnaga (nn. pakkidega) vastu töötükki, igas muus asendis haaravad nad aga seda ainult kas ülemiste või alumiste pakkide servaga (joon. 101). Sel juhul on aga halvaks küljeks asjaolu,

et paki serv surutakse sügavale töötüki sisse (pakid on tavaliselt, nagu joonisel 99 näha, eraldi lõugade külge kinnitatud ja valmistatud krobelseks rihveldatud karastatud terasest), vigastades viimast, või

jälle töötüki kinnitumine jääb nõrgaks. Mainitud veast on vabad paralleelkruustangid, sest tema rööbikuks jäävad lõuad suruvad tervele töötükile, jättes sinna vähemärgatavaid jälgi. Jämeda, ruppviiliga viilimisel ei häiri need rihveldatud pakkide jäljed üldse, kuid töötükki peene lihvimisviiliga täpselt viimistelles rikuksid nad viimast ja selle vältimiseks asetame pakkidele peale mingist pehmest metallist (pliist, vasest, alumiiniumist) katted, nn. kaitse-

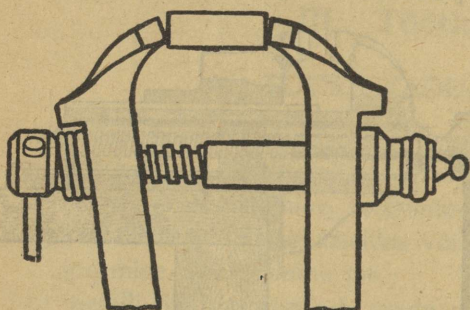


Joonis. 99. Paralleelkruustangid.

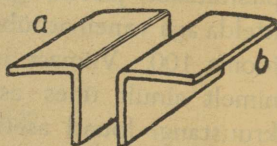


Joon. 100. Sepakruustangid.

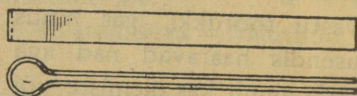
pakid (joon. 102). Õige puhta töö puhul või kui soovime keermetisega varustatud eset kinnitada, teeme need isegi puidust. Karra painutamiseks paigutame kruustangi lõugade vahele kas kaks tükki nurkterast või joonisel 103 toodud karrapainuti, mille koos karraga pitsitame kruustangi lõugade vahele nii, et painutamise koht ühtiks painuti pealmise pinnaga. Karrapainuti valmistamine ise joonisel näidatud kujul ca 10-mm latti-terasest.



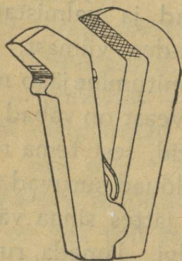
Joon. 101. Töötükk sepakruustangide vahel.



Joon. 102. Kaitsepakid.



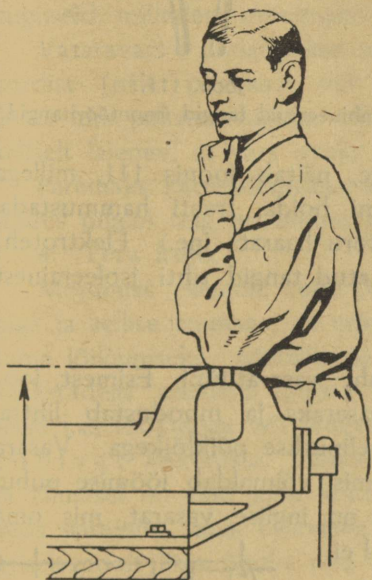
Joon. 103. Karrapainuti.



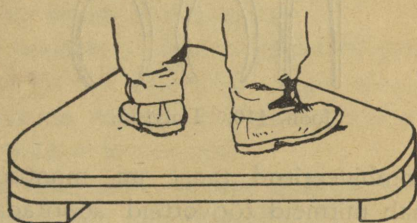
Joon. 104. Kaldpakid. Joon. 105. Käsikruustangid. Joon. 106. Pisikruustangid.

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 104 toodud kaldpakide vahele, viimased pitsitame kruustangi vahele ja viilime siis, hoides viili horisontaalses asendis.

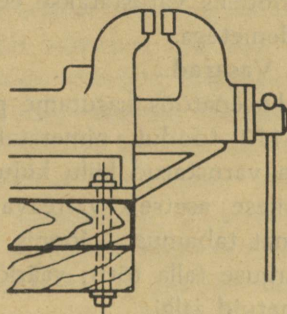
Väiksemate töötükkide hoidmiseks, traadi tõmbamiseks, karrapainuti kruustangi lõugade vahelt väljaulatuvate otste pitsitamiseks jne. kasutame käsikruustange (joon. 105) ja õige pisikeste esemete hoidmiseks nn. kellasepa-kruustange, mis tavaliselt evivad õõnsat käepidet, et tangi pakkide vahele saaks pitsitada ka pikki vardasarnaseid esemeid, mis siis osaliselt käepideme sisse ulatuvad. Joonisel 106 on sellised kruustangid, mille pakid surutakse kokku tiivikmutri keeramisega.



Joon. 107.



Joon. 108.



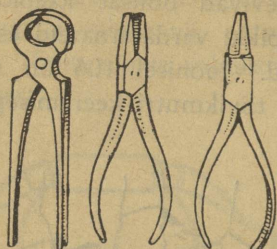
Joon. 109.

Et kruustangi-töö (vülimine jne.) teostuks vähema energiakuluga, olgu töödeldav ese kinnitatud (kruustangide vahele) sobivale kõrgusele. Parajat kruustangi kõrgust näitab joon. 107; on töötaja lühem või pikem, siis sobitame töökohta talle parajaks, nagu joon. 108 ja 109 näitavad. Lühikesele väike platvorm jalgade alla, pikalõ kõrgend kruustangi alla.

## 2. Tangid.

Töoesemete 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 110. Eriti sepistamine vajab paljusid tange, nn. pihtisid (vt. peatükki „Sepistamine“).



Joon. 110. Tangisid.

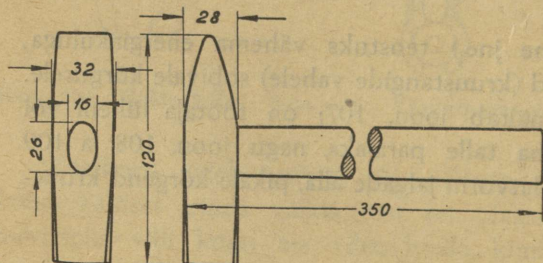


Joon. 111. Kombineeritud tangid (montööritangid).

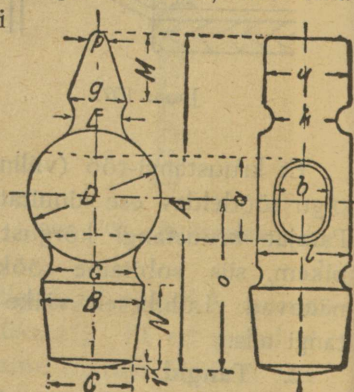
Kombineeritud tange, nn. montööritange, näitab joonis 111, millega saab mitmeid töövõtteid sooritada (kinni hoida, traati hammustada, keskel asetseva hambulise avaga peent toru haarata jne.). Elektrotehnika-töödeks varustatakse eespool nimetatud tangid tihti isoleerainest käepidemetega.

### 3. Vasarad.

Lukksepatöös kasutame peamiselt kaht vasaratüüpi. Esimest, joonisel 112 toodut, nimetatakse saksa vasaraks ja moodustab lihtsa, auguga varustatud kiilu kuju, olles ise nelinurkse põiklõikega. Vasara raskuse asetseb varreavast allpool, mis võimaldab löömise puhul täpsemat tabamust. Joonis 113 kujutab nn. inglise vasarat, mis oma ümmarguse talla tõttu väärloökide puhul ei jäta inetuid jälgi.



Joon. 112. Lukksepa-vasar.



Joon. 113. Inglise tüüpi lukksepa-vasar.

Vasarad valmistatakse 0,4...0,6% süsinikku sisaldavast terasest, nende löögiotsad karastatakse ja poleeritakse. Lukksepa-vasaraid valmistatakse 60...1000 g raskuses; joonisel 112 toodud mõõted vastavad 600-g vasarale. Vilumus õpetab, milline töö nõuab mingi raskusega vasarat. Meisliga raiumise puhuks võtta iga meislitera laiuse millimeetri kohta 40...60 g vasara kaalu (näiteks 10 mm laiuse teraga meisel vajab ca 500-g vasarat).

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

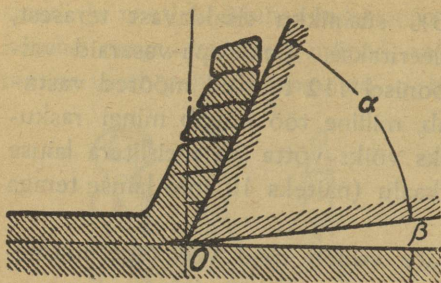
Vasaravars valmistatakse mõnest pragudeta, oksteta, kõvemast puusordist (näit. pihlakast või kasest) ja ta kiilutakse vasara-avasse 2...3 mm paksuse kiiluga. Varre ava on mõlema otsa poole koonuseliselt laienev, et vars istuks avas tihedalt ja kindlalt.

Paremaks käeshoidmiseks tehakse vasaravars 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, nime-tame lõikamiseks. Metallitöös kasutame seda töövõtet igasuguste lõikeriistadega esemeid ümber töötades. Terale anname lõikamisliikumise kas löökidega või pideva survega. Tõhusaks lõikamiseks on vaja s o b i v a t lõikeriista. Lõikamist teostavat osa nimetatakse t e r a k s ja viimasel on alati kiilu kuju. Mõistame loomulikult, et tera lõikab seda paremini, mida teravam 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 teranurgast saab selgitada järgmise arutlusega: Kiilukujuline tera, tungides materjali, surub oma külgedega materjali osakesi üksteisest eemale (lõhestab). Tera tungib materjalisse 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 õhukusega saavutatud paremuse.



Joon. 114. Teranurk ja taganurk.

Et vähendada materjali ja tera vahelist hõõrdumist, antakse metalli lõikamisel terale joonisel 114 kujutatud asend  $\rightarrow$  hõõrdumine teostub ainult vastu ühte tera pinda. Tera ja materjali vahel asetsevat nurka  $\beta$  nimetatakse seade- ehk taganurgaks (siin on eeldatud, et tera liigub horisontaalsuunas),  $\alpha$  — lõikav kiilunurk — kannab teritusnurga ehk

teranurga nimetust. Teranurga ja seadenurga summat nimetatakse lõikenurgaks ( $\alpha + \beta =$  lõikenurk).

Tabelis 14 esinevad mitmesugustele materjalidele sobivad teranurgad (M. A. Sokolovi andmed).

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

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

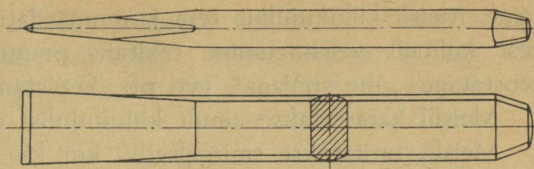
Tabel 14. Teranurkade suurused.

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°
„ pehmeteraale (raud) . . . . .	55—65°
„ karastatavale terasele . . . . .	70—75°
„ malmile ja pronksile . . . . .	kuni 85°

### 5. Meisel ja metallide raiumine.

Metallitöö lõikeriistadest on meisel üks vanemaid. Joonis 115 kujutab nn. lapikmeislit (kahes vaates), millega teostatakse metallide raiumisi.

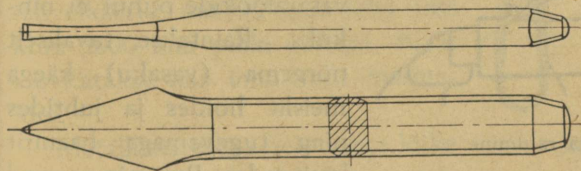
Meisli teranurk, arvestades eespoolset tabelit, on tavaliselt  $40^{\circ}$ – $75^{\circ}$ . Meisli lõige olgu lapik, millekujulist eset on hõlpsam käes pidada — ta ei tüki vee-remata. Meisli pikkus on tavaliselt 150 mm piires.



Joon. 115. Lapikmeisel.

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 käitatagu meisli pea uuesti ümaraks, sest muidu need narmad löökide mõjul ära karates võivad töötajale ohtlikuks muutuda.

Teine käibivam meislitüüp on ristmeisel (joon. 116). 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.

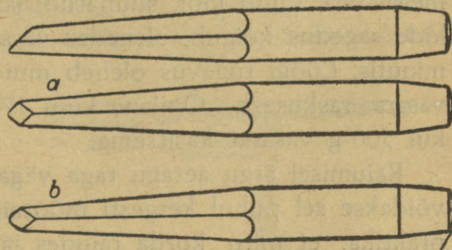


Joon. 116. Ristmeisel.

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

Kolmnurkse ja poolümmarguse lõikega renni raiumiseks kasutata- vaid meisleid kujutab joon. 117, kus ülal asetseb ühine külgsaade, *a* ja *b*-ga aga on tähistatud meis- lilete kujud pealtvaates. Mainitud meisleid kasutatakse peamiselt laagriliudade õlinuutide raiumi- seks.

Meisli valmistamiseks kasu- tatakse tavaliselt turustatavat meisliterast, millele juba valtsimisega on antud sobiv põik-



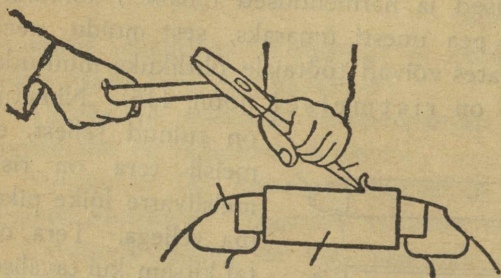
Joon. 117. Erilõikega meisleid.

lõige. Meisli kiilukujuline tera ja ümmardatud pea sepistatakse kuumalt, sest külmalt väljatagumine tekitaks pragusid. Mõlema otsa sepistus teostatagu „ühe soojaga“ (vt. pt. „Sepistamine“).

Meisli karastatakse ainult kiilukujulist osa.

Meisli teritatakse smirgelseibil kui ka liivakäial. Teritamisel hoiatagu nurk tabelis 8 antud piires. Smirgelseibil teritamisel ei tohi tera nii palju kuumeneda, et ta karastusest pehmeneks. Teritatagu lühikeste perioodidega ja lastagu meisli vahepeal jahtuda.

Metallide raiumiseks kinnitatakse töötükk kruustangide vahele ja joonisel 118 näidatud viisil sunnitakse meisli haamrilöökide abil raiutavast metallist laastu võtma.



Joon. 118. Meisliga raiumine.

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 esmajärjekorras lööjast, samuti vasara raskusest. Õpilane kuni 17 aasta vanuseni ei peaks raskemat kui 500-g vasarat 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. Metallikäärid.

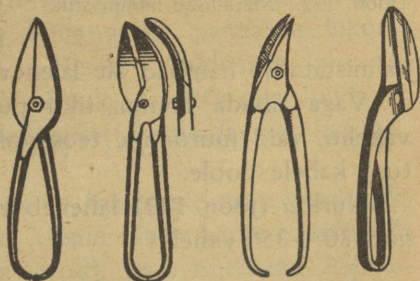
Karra lõikamiseks kasutame karrakääre (plekikääre), õhema karra ja kõverajooneliste lõigete puhul käsikäare, muil juhtudel pukk- ja masin-kääre (tahvelkääre).

Joonis 119 kujutab nelja liiki käsikäare, milledest teisi kasutatakse ümarservade lõikamiseks, kolmandaid aga kardtorudest avauste välja-lõikamiseks. Paksema karra lõika-mist võimaldavad otsapidi kruus-tangi vahele või paku sisse lööda-vad pukk-käärid (joon. 121).

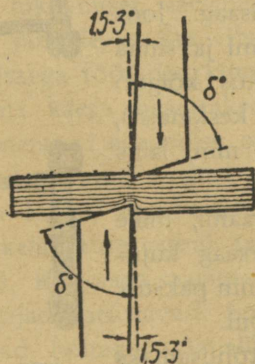
Sirgjoonelist lõiget võimaldavad tahvelkäärid, millega saab teha tihti kuni 2000 mm pikki lõikeid. Neid käivitatakse kas inim- või masina-jõul.

Metallikäärtega hea, puhta lõike saavutamise eelduseks on terade teravus ja asjaolu, et terad teineteisest mööduksid tihedalt (ei eviks mänguruumi). Joonis 120 kujutab metallikäärtega lõiketerade asendit ja nurka. Nurk  $\delta$  asetseb  $75 \dots 85^\circ$  piires.

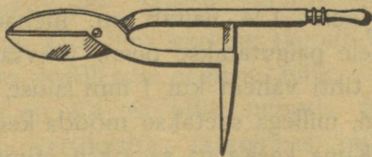
Uuemaid tööriistu karra lõikamiseks on firmade AEG, Boschi ja teiste poolt turustatavad väikesed käsi-käärid, mida käivitatakse kas käepide-mes asetseva elektrimootoriga või siis eemalasetsevast mootorist kulgeva painduva veovõlliga. Lõikeid saab teha



Joon. 119. Karrakääre.



Joon. 120. Metallilõikamine käärtega.



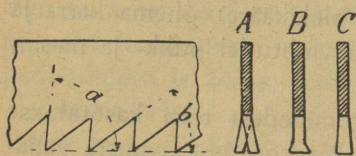
Joon. 121. Pukk-käärid.

sirgjoonelistest kuni keerukamate kujudeni. Lõigatava karra paksuseks on maksimaalselt 2 mm.

Lõikamise hõlbustamiseks määratagu kääriterasid mineraalõliga.

### 7. Saag ja saagimine.

Metallilõikamiseks kasutatava sae hambaid kujutab joonis 122. Metallisae hambaid võime vaadata kui väikesi, aga tihedalt üksteisele järgnevaid meislikesi.



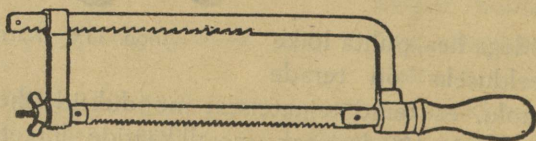
Joon. 122. Metallisae hammastik.

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  $\alpha$  (joon. 122) läheneb tihti kuni  $90^\circ$ -ni, kuna taganurk  $\beta$  kõigub  $30 \dots 35^\circ$  vahel.

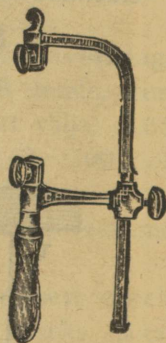


Joon. 123. Metallisaag ühes raamiga.

Enamkasutatav saag lukksepalet on käsisaag. Joonis 123 kujutab seatava pikkusega saeraami ja sinna vahele paigutatavat saelehte. Saelehe pikkus kõigub  $200 \dots 600$  mm (möödetakse kinnitusaukude keskmeist), tavaline pikkus on 300 mm, paksus 0,8 mm, laius 15 mm.

Joonis 124 näitab nn. mehaanikusae raami, mille vahele paigutatakse peeni jõhvsaa. Jõhvsaa kujutab tihti vähem kui 1 mm laiust,  $0,3 \dots 0,5$  mm paksust saagi, millega saetakse mööda keerukaid jooni.

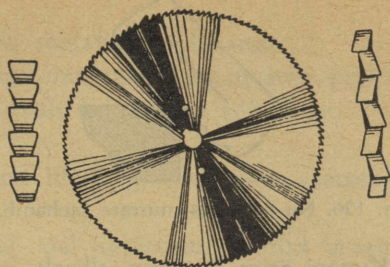
Kuna käsisaaga saetakse inimjõul, siis tõhusamaks töötamiseks kasutatakse masinasaage, millel umbes



Joon. 124. Jõhvsae raam.

samalaadne raam nagu käsisael panakse mehaaniliselt edasi-tagasi liikuma.

Veel suuremat lõikamiskiirust võimaldab mehaaniliselt käitavat ketassaag (kreissaag). Joonisel 125 on vasakul toodud laienevate, paremal murtud hammastega ketassae külgsaade.



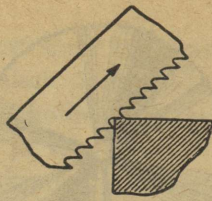
Joon. 125. Ketassaag.

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 kulumatu osa.

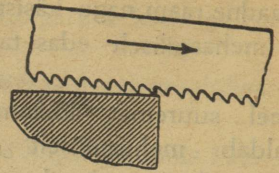
Sae otstarvet ja sobivust määratakse ta hammaste arvu järgi pikkusühiku kohta. Mida laiemat pinda saeme, seda harvem võib olla hammastik; mida kitsam pind (näiteks torud), seda tihedam. Pehme materjali lõikame jällegi harvema hammastikuga ja ümberpöörduvalt. Kitsast pinda saagides tuleb jälgida, et vähemalt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

Joonisel 123 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 kiiva lõikejoone.



Joon. 126. Nii saagides murrate saehambaid.



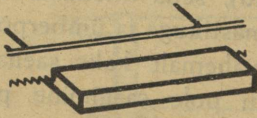
Joon. 127. Nii hoitakse saagi.

Kunagi ärgu saetagu selliselt, nagu joonisel 126 tähistatud — tagajärjeks on murdunud saehambad. Saelehe õige hoid vastu saetavat pinda on toodud joonisel 127.

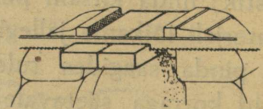
Uut teravat saagi kasutatagu algul pehmete metallide lõikamiseks, ja kui saehambad on juba veidi ümmarguseks kulunud, siis sobib ta terase saagimiseks.

Lamedat töötükki saetagu ikka lamedat kanti mööda (viimane ülespoole), nagu joonisel 128 näidatud. Saame otsese lõike.

Kaht ühepikkust tükki saagides asetame nad pakkide vahele kõrvuti (joon. 129), mitte teineteise peale. Nii saame ühepikkused tükid, ka on sae juhtimine ja liigutamine kergem.



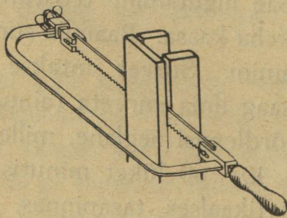
Joon. 128.



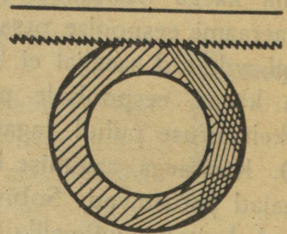
Joon. 129.

Sügavaid lõikeid (joon. 130, näit. U-terase saagimine) teostame joonise kohaselt.

Torusid saame nagu joon. 131 näidatud, mitte aga ühest kohast alates kuni lõpuni läbi. Joonise kohaselt toimides hoiame saehambad tervetena.



Joon. 130.



Joon. 131.

Pehmemetalle, nagu plii, tina, tsink, saetakse puidusaega.

Käsitsi saagimisel valame mõne tilga mineraalõli saetavasse prakku, eriti kui see on juba sügav, mis tunduvalt kergendab töötamist.

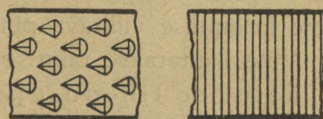
### 8. Viilid ja viilimine.

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

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

Viilid valmistatakse ca 1% süsinikerasest, paremad 0,3–0,7% mangaani- ja kuni 0,5% siliitsiumilisandiga. Heade viilide materjal sisaldab ka tihti kroomi 0,4–1,5%.

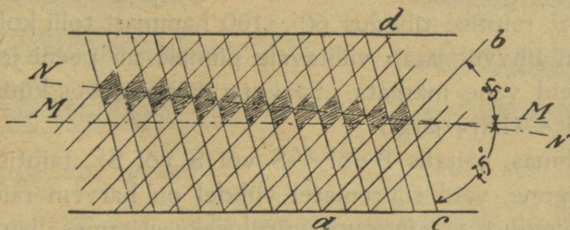
Joon. 132 näitab esimesena eritüüpi viili, nn. rasplit, kus hammastik on moodustatud kisudena. Kasutatakse rasp-leid puidu, sarve, ka plii viilimiseks. Samal joonisel paremal on ühekordne, viili teljega täisnurgi raiutis, mis tuleb kasutamisele pehmemetallide, nagu tina, tsingi ja muude selliste materjalide viilimisel.



Joon. 132.

Raspli ja ühekordne viiliraiutis.

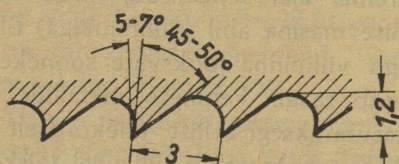
Joonis 133 näitab kahekordset raiutist, kusjuures joonisel näidatud raiutise nurgad 55 ja 75° on universaalnurgad — sobivad enamasti kõigi metallide viilimiseks. Joonisel näeme veel, et olenevalt raiutise nurkadest kulgevad hammastikuread viili teljega võrreldes väikese nurga all (hammaste telg  $N-N$ , hambad viirutatud), mistõttu viilimisel



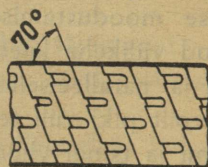
Joon. 133. Viiliraiutis.

kogu viili hammastikule langeb võrdne löikekoormatus ja viilitavat pinda lõigatakse ühtlaselt. Asetseksid hambad viili teljega rööbiti, viiliksime me viilitava pinna kriipsuliseks.

Kergemetallide, nagu alumiiniumi, elektroni jt. viilimiseks kasutatakse viimasel ajal hea eduga freesitud hammastega viile (joon. 134 külgvaates, joon. 135 pealtvaates). Freesitud viilidel kogu hammas ei



Joon. 134. Freesitud viil.



Joon. 135. Freesitud viil.

jookse pidevalt põiki üle viilitava pinna, vaid on, nagu joonisel näha, mitmest kohast katkestatud, et peenemaid laaste saada, — ka viilimine on kergem. Väljalõiked hammastikus pole kohastikku, muidu saaksime kriimulise viilitava pinna.

Viile liigitatakse raiutise tiheduse, viili pikkuse ja viili kuju järgi.

Raiutise tiheduse järgi liigitatakse viilid järgmistesse rühmadesse:

a. Rupp- ehk jämeviilid (ka bastardviilid, lüh. B) jämedaima 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. Tähistus 0 ja 1 (DIN järgi).

b. Eel- ehk poolpeenviilid (lüh.  $\frac{1}{2}S$ ), raiutise tihedus 30···40 lõiget tolli kohta. Kasutatakse tavalisteks viilimistöodeks. Sobivad tarvitada siis, kui soovitakse 0,2···0,5 mm paksust pinda kõrvaldada. Tähistus 2 (DIN järgi).

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 tolli kohta) lihvviilideks. Peenim lihvviil jätab viilitavale pinnale nii peeni jooni, et palja silmaga on neid vähe märgata. Saavutatav töötäpsus küünib 0,01 mm. Tähistus 3 ja 4 (DIN järgi).

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 hammaste arvu  $\text{cm}^2$  kohta.

	Viili pikkus		
	20 tolli	8 tolli	4 tolli
Ruppviil (B) . . . . .	64	275	448
Eelviil (1/2S) . . . . .	165	448	825
Lihvviil S . . . . .	448	740	1790
Lihvviil SS. . . . .	—	—	6520

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

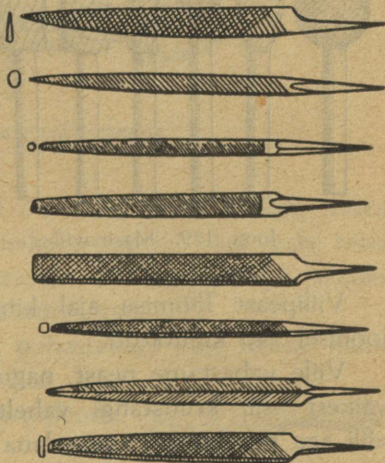
Mõningad viilitehased liigitavad viile teissuguselt numbritega, kusjuures nr. 00 ja 0 kuuluvad jämeviilide hulka, 1 ja 2 on poolpeenviilid, 3 ja 4 — jämedamad, 5 ja 6 — keskmised ja 7 ja 8 peenemad lihvviilid.

Viili pikkust määratakse viili raiutud osa järgi (mööted antakse enamasti varemast ajast säilinud tava järgi tollides<sup>1</sup>), kusjuures otstarbest olenevalt esineb viile kolmest tollist kuni kahekümne tollini. Suurema pinna viilimisel hea pinna saamiseks peab viil pinnast vähemalt 150 mm üle ulatuma.

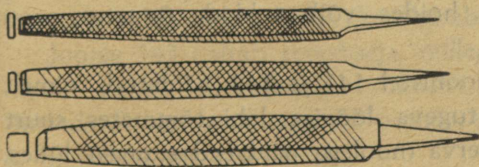
Viili põiklõike kuju (profiili) järgi tunneme (joon. 136)



Joon. 136. Viilide profiile.



Joon. 138. Lukksepa viile.



Joon. 137. Jämeviile.

<sup>1</sup> DIN-sarja 5200 järgi aga ka juba mm, kus normitud pikkusteks on 40, 60, 75, 100, 150, 175, 200, 250, 300, 350, 375, 400, 450, 475, 500 mm.

lapikviile (*a, f, h*), kolm- ja nelikantviile (*b, c, i*), ümar-, pool-ümar- ja ovaalviile (*d, e, g*), nugaviile (*k*) jne.

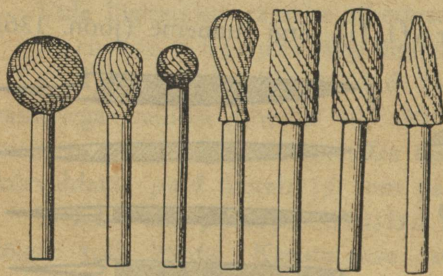
Eriligi moodustavad nõelviilid, mis on mitmesuguste profiilidega peenikesed 80·100 mm pikad viilid, kasutatavad väikeste avade ja keerukate kõverpindade töötlemisel. Nõelviile kasutatakse ilma käepidemeta.

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

Joonis 137 kujutab jämeviile, joon. 138 enamtarvitatavaid lukksepa-poolpeenviile.

Mehhaniseerimise ajastu tõi turule ka turboviili ehk masinaviili, kui teda nii võib nimetada, mis on vana alles mõni aasta. Nad kujutavad käitavast masinast kulgeva painduva võlli otsa asetatud väikesi freesikesi, milledele kasutusest olenevalt antakse õige mitmesuguseid kujusid. Joonis 139 toob neist mõningaid.

Viilipead viili käespidamiseks valmistatakse puidust, harvem paberimassist, ja varustatakse avaga, millesse lüüakse viilipära teravik. Metallrõngas vändib pea lõhenemist. Uude viilipeasse puuritav ava vastaku viilisaba keskmisele läbimõõdule. Pea läbimõõt heaks käeshoidmiseks tehtagu ca  $\frac{1}{3}$  pea pikkusest. Pea tugevamaks kinnilöömiseks kasutatagu puuhaamrit või löödagu pead, viilist kinni hoides, vastu töölauda.

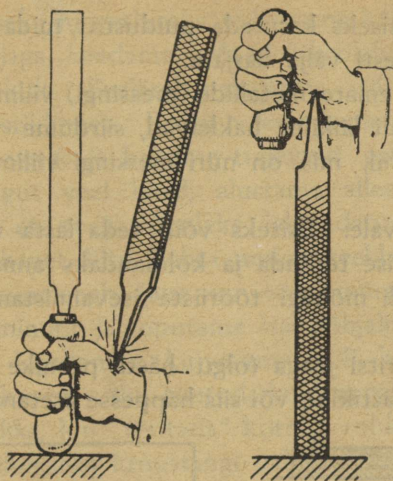


Joon. 139. Masinaviile.

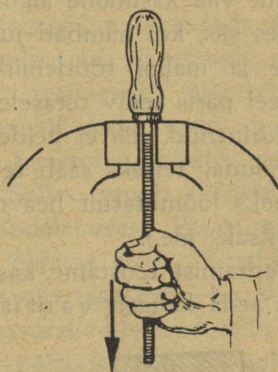
Viilipeast löömise ajal kinni hoides võib tekkida õnnetus, nagu joonisel 140 kujutatud.

Viile vabastame peast, nagu joonistel 141 ja 142 näidatud, nimelt väikest viili kruustangi vahelt tugeva löögiga läbi tõmmates, suurt viili aga pea kraega vastu laua serva (noolega näidatud suunas) lüües. Ettevaatust, et viil sel puhul maha ei kukuks või kellelegi ohtu ei sünnitaks.

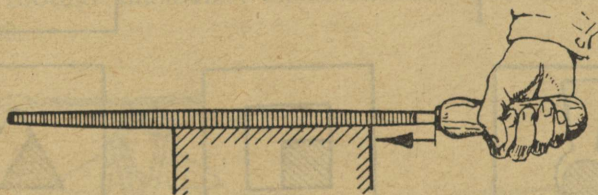
Ärgu viilitagu kunagi ilma viilipeata, sest on esinenud juhtumeid, kus viilisaba on vigastanud käe tuiksoont.



Joon. 140. Oht viilipea kinnitamisel.



Joon. 141. Väikese viili peast vabastamine.



Joon. 142. Suure viili peast vabastamine.

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

Joonis 143 näitab terasharja, millega puhastatagu viile nende hammaste vahele kinnijäänud viilmeist. Kui hari üksinda ei aita, asetatagu viil tunniks petrooleumi ja harjatagu siis uuesti.

Viilmete kinnijäämist raiutise vahele, mis töö-  
tükil inetuid kriimustusi esile kutsub, väldime,  
kattes viili kriidiga.

Tihti viil libiseb („ei võta hästi!“), sest ta hammastel olev kähigi



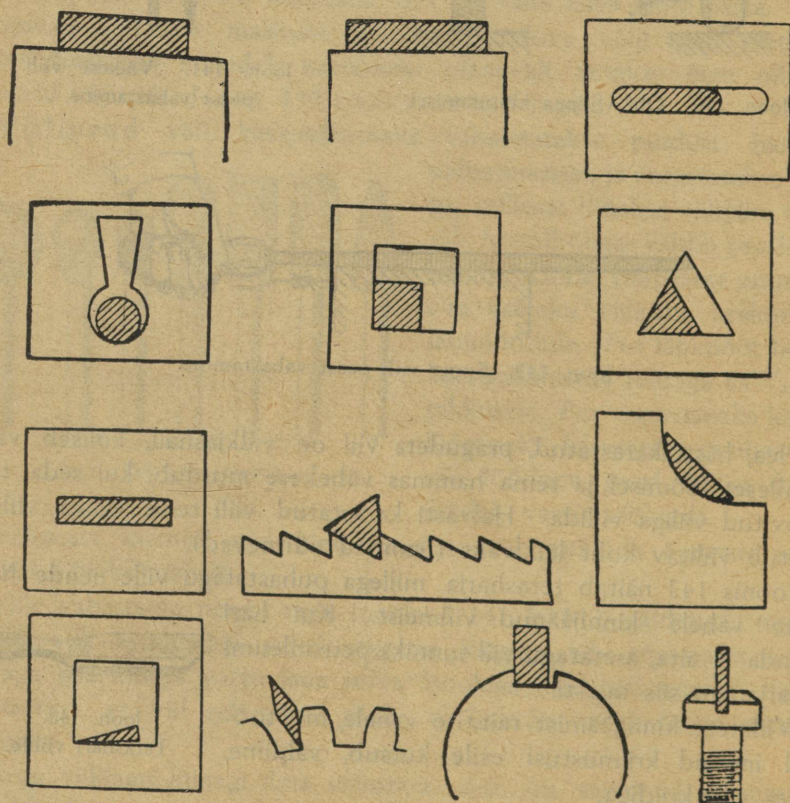
Joon. 143.  
Terashari viilile.

esineb määrdeainena. Selle vältimiseks kasutada puidusütt, mida tuleb hõõruda raiutise vahele ja siis uuesti välja harjata.

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 nüri messingiga viilimiseks, on veel päris terav terasele.

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

Teritamist teostame kas liivapritsi joaga (olgu hästi peenike liiv!), lastes seda kaugelt vastu hammastikku, või siis happesse asetamisega.

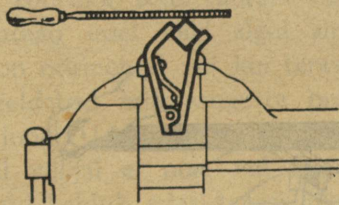


Joon. 144. Viilide kasutamise näiteid.

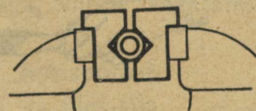
Viimaseks menetluseks puhastame kõigepealt viili piinlikult petrooleumi ja harjaga, keedame teda seebikivilahuses ja peseme siis jooksvas vees põhjalikult. Seejärel paigutame viili vette, kuhu on lisatud ca  $\frac{1}{10}$  lämmastikhapet. Pärast veerandtunnist leotamist loputame teda jällegi puhta veega ja harjame tugevasti piki raiumissooni. Korranud sama toimingut veel kord, alustame alles õiget „teritamist“, mis seisneb selles, et veega pooleks lahjendatud lämmastikhappe vanni valame väävelhapet, liitri kohta umbes teeklaasitäis, kusjuures eraldub aur ja segu kuumeneb (aur on väga mürgine!). Selles vannis hoiaime 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.

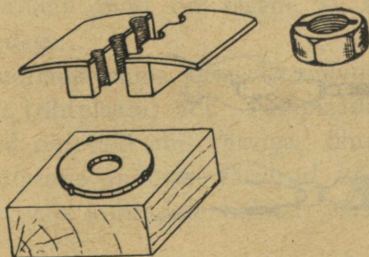
Viilitava töötüki kinnitamist eriolukordadel näitavad joonised 145, 146, 147, 148.



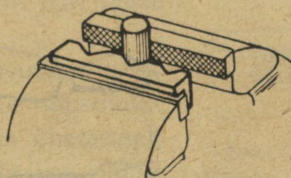
Joon. 145.



Joon. 146.



Joon. 147.



Joon. 148.

Joon. 145 näeme juba eespool kirjeldatud kaldpakkide kasutamist nelinurklõikelise materjali kandi mahaviilimiseks.

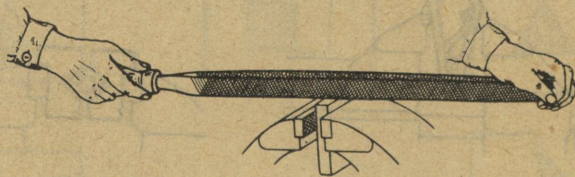
Toru või ümarmaterjali viilimiseks kasutame puidust või mõnest muust pehmemast ainest valmistatud kaitsepakke, nagu näha joonisel 146. Ümarmaterjali otsa viilimiseks kinnitamist näitab joon. 148.

Kruvide viilimisel, et mitte keermetist rikkuda, tarvitame sobiva keermetisega varustatud kaitsepakke või pooleldi läbisäetud mutrit, nagu näha joonisel 147 ülal. Sama joonise alumine osa näitab kinnitust õhukeste esemete viilimisel.

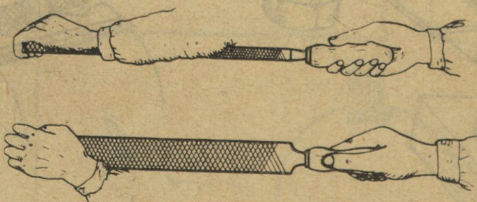
Viilitakse tugevama käega viili peast hoides ja nõrgem käsi kas toetub viili esimesele otsale (jämedama viili puhul on vajalik tugev surve) või hoiab viili esiotsa pöidla ja esisõrme vahel (peene viiliga viilimine). Oeldut illustreerivad joonised 149...153. Tagasitõmme teostub surveta. Tõhusaim viilimine teostub aeglase, aga tugevate lüketega.

Viilimisel sõidetagu kogu viilipinnaga üle töötüki ja ärgu eelistatagu ainult viili keskosa.

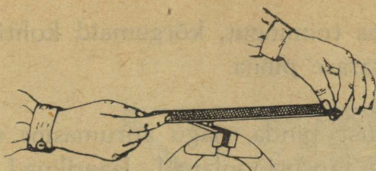
Ärgu püütagu viilida karastatud terast; samuti raiutagu valatud malmesemeilt meisliga või käiatagu smirgelseibil kõva koorik maha, enne kui talle viiliga lähenetakse.



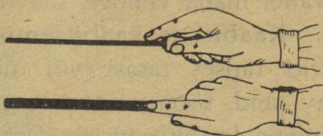
Joon. 149. Viili hoidmine (väga suur viil).



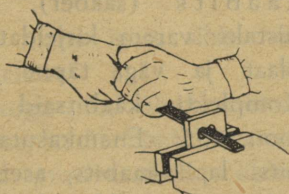
Joon. 150. Viili hoidmine suure viili puhul, ülal kül-, all pealtvaates.



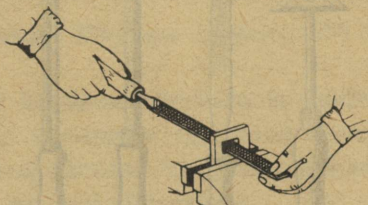
Joon. 151. Viili hoidmine  
(keskmine viil).



Joon. 152. Väikese viili hoidmine.



Joon. 153. Viili hoidmine läbi puuritud ava viilimisel.  
(alustus)



(edasiviilimine)

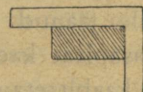
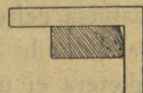
Sobitatagu alati viili suurus töötüki suurusega: mida suuremapinnaline on töötükk, seda suurem viil ja ümberpöördukt.

Kasutatagu uuel viilil algul ainult üht külge, teist alles siis, kui esimene on nürinenud või kui terav viil tõesti tarvilik on.

Eelkirjeldatud mitmesuguste profiilidega viilide kasutamist näitab põgusalt joonis 144.

Algajal viilijal ei püsi viil kogu aja horisontaal-pinnas, vaid kaldub edasi-tagasi liikumisel ka üles-alla, mille tulemuseks on sirge kandi asemel ümmargune. Tööd kontrollida aitab nurgik (joonis 154), näidates, kas viilitav pind on tasane ja kas ta on risti teiste pindadega.

Suurema pinna tasaseks viilimiseks kasutame tasa-plaadi (rihtplaadi) abil. Tasaplaadi katame nuustikuks seotud riidetüki abil värviga<sup>1</sup> õhukeselt ja ühetasasel ja hõõrume mööda värvitud kohta viilitavat pinda. Kõrgemaile kohtadele hakkab värv külge, madalamad



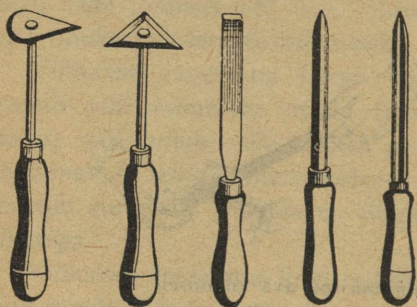
Joon. 154.  
Viilimise kontroll  
nurgikuga.

<sup>1</sup> Trükimust, näiteks, või ideaalselt peeneks hõõrutud värvimuld segatuna vase-liiniga.

(sügavamad) jäävad puhtaks. Korrates toimingut, kõrgemaid kohti vahetevahel maha viilides, saavutame tasase pinna.

### 9. Kaabits ja kaabitsemine.

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



Joon. 155. Kaabitsaid.

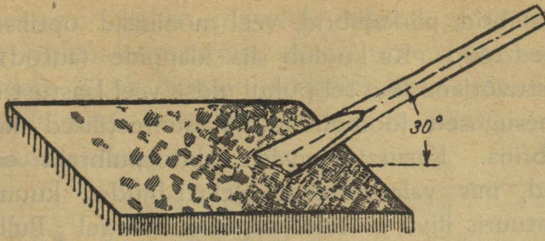
Kaabitsemise tööriistaks on kaabits (šaaber), kontrollriistaks varem kirjeldatud tasaplaat ja väga täpne joonlaud. Komplekti kaabitsaid kujutab joon. 155. Enamkasutatav kaabits, lapik-kaabits, asetseb keskel: selle pikkuseks võetakse 150...300 mm, lõiketera paksus on kuni 3 mm, laius kõigub 5...25 mm piires. Joonisel paremal asetsevad kolmkant-kaabit-

sad, milledega sobitatakse laagriiliudu 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 elteritus sünnib smirgel- või parem liivakivikääl, lõppteritus aga õlikivil. Õlikivi peab olema tasane. Jälgida, et teritusel kaabitsa lõiketera ei ümmarduks!

Kaabitsetavad tasapinnad tavaliselt hõõveldatakse ja pinnale jäänud suuremad ebatasasused kõrvaldatakse peene lihviiliga. 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



Joon. 156. Kaabitsemine.

võetakse maha igast sihist suunatud lüketega. Joonis 156 selgitab eespoolöeldut.

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.

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 völlile sobitamisel.

Valgemetalliga vooderdatud laagriliuad näit. algul treitakse seest veidi väiksemaks kui völlikaela läbimööt ja sobitatakse siis völlikaelale kaabitsemisega. Völlikael 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 pikkusühikul. Täpsete masinaosade kaabitsemisel näiteks nõutakse 10, 14, 20 ja 24 täppi 100 mm pikkusele, kusjuures 10 vastab jäme-kaabitsemisele, 14 — keskmisele ja viimased arvud — täpsemale kaabitsemisele.

## 10. Peensobitamine.

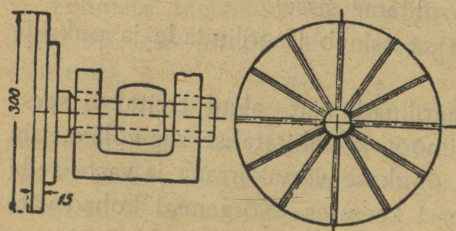
Peensobitamisega (juurdelihvimisega) töödeldakse töötükke mõõteisse täpsusega kuni  $\frac{1}{1000}$  mm. Peensobitamist vajavad peamiselt mõõdu-

riistad, 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 (siliitsiumkarbiid, mis valmistatakse elektriühjades, kuumutades väga kõrges temperatuuris liiva ja koksi segu) ja smirgel. Pulbrite peenust märgitakse numbritega (nagu 150, 200 jne.), kusjuures number tähendab sõelaaukude arvu tolli kohta, millega vastavanumbriine 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 kuival, vaid segatakse neid vedelikega, tavaliselt õlidega. Ka on müügil pastasid, kus pulber on juba valmis segatud tarvituskõlblikuks võideks. Segamisainetena kasutame masinaõli, petrooleumi ja vaseliini.

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



Joon. 157. Peensobituse ketas.

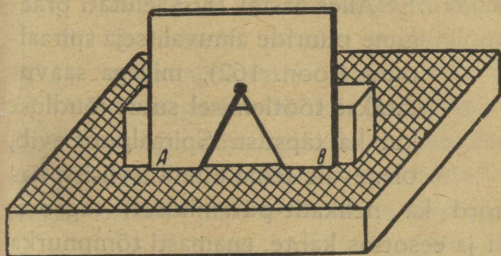
terakeste kandjaks. Karastatud terase peensobitamisel kasutame kandjana väga peenestruktuurilist malmi, teistele metallidele vaske, messingit, pliidi jne.

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

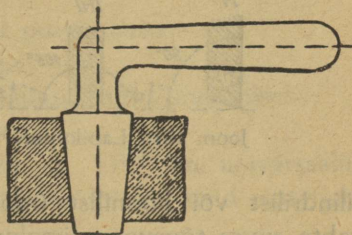
200...500 mm, tiirlemiskiirusega 1000...2000 tiiru minutis. Joonis 157 kujutab üht sellist ketast, mille sisse on lõigatud umbes 1 mm sügavuse ja laiusega radiaalnuudid. Viimaste ülesandeks on koguda üleliigset võiet. Peensobitav ese surutakse nõrgalt vastu tiirlevat ketast ja nihutatakse servalt sentri poole. Jälgida, et töötükk ei kuumeneks!

Täpsem peensobitamine saavutatakse tasaplaadiga sarnival pinnal, millele kantakse sobituspulber, ja aeglaste, tugevate, igakülgselt suunatud

kaarjate liigutustega antakse töötükile täpsed mõõted. Joonis 158 kujutab mingi šablooni sobitamist seisval pinnal. Et otpspind sobituks risti külgpindadele, liigub õhemate töötükkidega kaasa klotsike, mille nurgad on täpselt õiged ja mille vastu toetub töötükk.



Joon. 158. Peensobitamine.



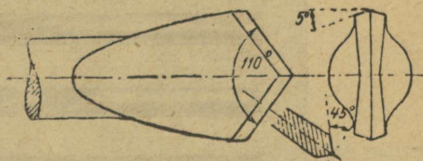
Joon. 159.

Umarpindade peensobitamise lihtsamaks näiteks võtame kraani juurdelihvimise (joonis 159). Pulbrina kasutame: terase puhul karborundi, pronksile smirglit ja messingile klaaspulbrit. 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 kriidijoone. On pärast korgi pesasse asetamist ja korra ringipöörämist kriit kandunud ühetasaselt kogu korgi pinnale, on kraani pidavus hea. Samalaadseid võtteid kasutame ka klappide lihvimisel.

### 11. Puurid, puurmasinad ja puurimine.

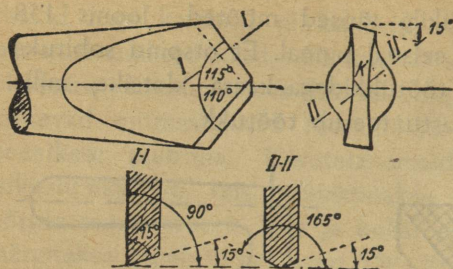
Kui soovime teha töödeldavasse tükki täpselt ümmargust mulku, siis puurime selle, kasutades tööriistana puuri.

Vanemaid puure on lapikpuur, mis leiab kasutamist veel ainult väikeses läbimõõttudes kullasepatöödel. Ürgsem lapikpuuri kuju on toodud joonisel 160. Selline puur, pöörati teda puurimisel kumbapidi tahes, ainult natuke kaapis metalli.



Joon. 160. Lapikpuur.

Õigest laastuvõtmisest ei saanud kõneldagi, seepärast raiskas ta tohult energiat, millest enamik muutus soojuseks. Paremaid tulemusi saavutatakse joonisel 161 näidatud puuriga, sest siin saab juba kõnelda

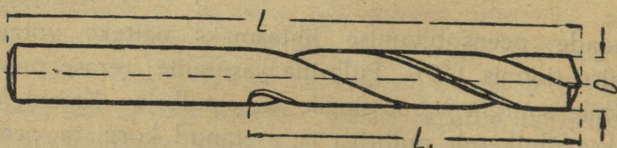


Joon. 161. Lapikpuur.

silindrilist või koonilist (mõnikord ka nelikant-püramiidset) tagaosa, kahte suure tõusuga spiraalnuuti ja eesotsas kahte, enamasti tõmpnurka sünnitavat lõiketera.

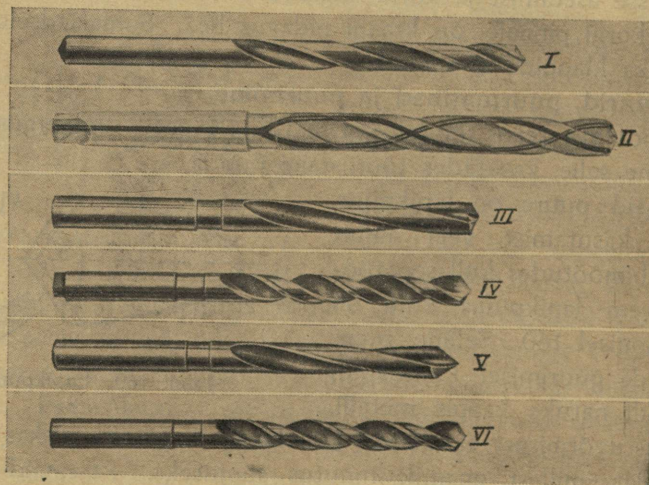
lõiketeradest. Seda puuri, nn. tipp-puuri, mis lõikab ainult ühes pöörmissihis, kasutatakse puukärstiga ja trillidega puurimisel.

Alles aastal 1863 leiutati praegune puuride ainuvalitseja spiraalpuur (joon. 162), millega saavutatakse töötlemisel suurt jõudlust kui ka täpsust. Spiraalpuur evib, olenevalt tema kinnitusviisist, kas



Joon. 162. Spiraalpuur.

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

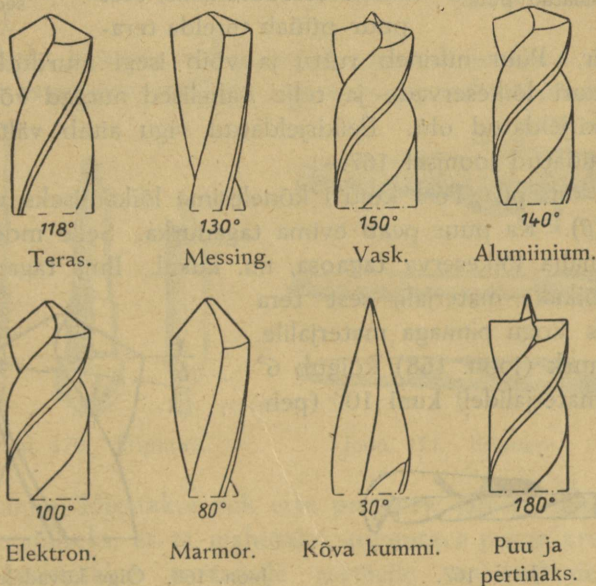


Joon. 163. Mitmesuguseid spiraalpuure.

spiraalitõusu. Joonisel 163 kujutatud spiraalpuurid jagunevad oma otstarbelt, järjekorras ülalt alla, järgmiselt:

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

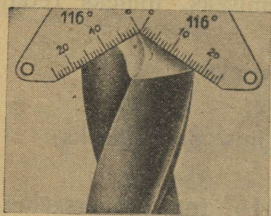
Joonisel 162 näidatud puuriotsa nurk on  $116^\circ$  (nn. universaalne nurk), sobides peamiselt terase jaoks, aga puurides ka muid materjale.



Joon. 164. Sobivaimad puuride otsnurgad.

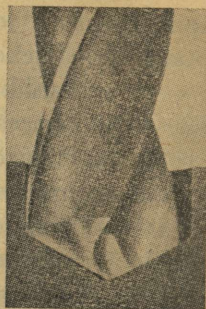
Soovitakse aga puurilt eriti tõhusaid saavutusi, antakse talle puuritava materjalist olenevalt teissuguseid nurki, nagu eriti kõvale terasele  $130^\circ$ , messingile  $130^\circ$ , punasele vasele  $150^\circ$ , alumiiniumile  $140^\circ$ , pehmeile, aga rabedaile metallidele nagu elektron  $80^\circ \dots 100^\circ$ . Joonisel 164 on toodud sobivaimad puuride otsnurgad sõltuvalt puuritava materjalist.

Puuri teritades jälgitagu, et lõikeservad oleksid ühepikkused ja et nurgad, mida servad moodustavad puuri teljega, oleksid võrdsed (joon. 165).



Joon. 165. Terase puurimiseks õigesti käiatud puur.

Kui puuri lõikeservadel on isesugune pikkus (joonisel 166), ei asetse puuri teravik kohastikku puuri teljega, ja kuna üks servadest on suurem normaalpikkusest, muutub puuritav ava normaalsest suuremaks, sest puur püüab tiirelda tera-



Joon. 166. Õige nurk, ebavõrdsed lõikeservad.

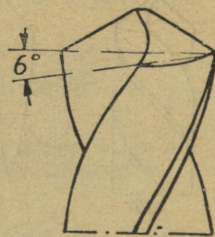
viku ümber. Puur nürineb ruttu ja võib isegi murduda.

Pole puuri lõikeservade ja telje vahelised nurgad võrdsed, tekib samuti eelkirjeldatud oht. Eelkirjeldatud vigu aitab vältida šabloon, nagu on näidatud joonisel 167.

Eespool (vt. pt. „Tera kuju“) kõnelesime lõikamiseks vajalikust taganurgast ( $\beta$ ). 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. 168) kõigub  $6^\circ$  (kõvemal materjalidel) kuni  $10^\circ$  (peh-

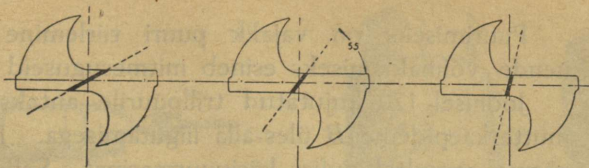


Joon. 167. Teritusšabloon.



Joon. 168. Õige kõvadele materjalidele kohane taganurk.

memal). Lõikemokkade õigest taganurgast oleneb ka nn. põiktera (vt. joon. 169) õige nurk lõikemokkade suhtes. Liiga pikk põiktera — joon. 169 vasakul — nõuab puurimisel liiga suurt survet, liiga lühike lõiketera (joon. 169 paremal) moodustub aga siis, kui lõikemokkade kukalt pole küllaldaselt maha käiatud. Õige põiktera (joon. 169 keskel) peab moodustama lõikeserva projektsiooniga  $55^\circ$  nurga. Õiget

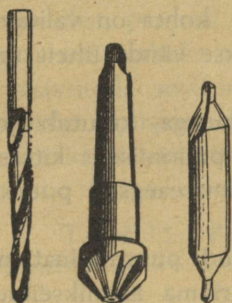


Joon. 169. Põiktera nurk. Keskel õige, äärtel ebaõige.

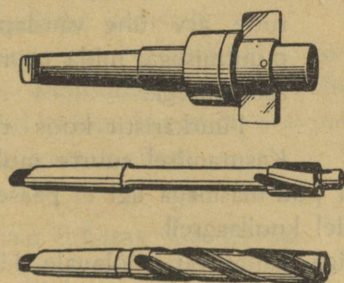
puuri teritamist ei saa õppida raamatust; vahest ainult kõige tähtsamat, nagu eespool toodut, on võimalik paberile tähendada. Õige puuri teritamise oskuse omandamine alles vilumusega.

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

Eriotstarbeks kasutatavaid puure kujutavad joonised 170 ja 171. Joonisel 170 esimesena vasakult näeme puuri, millega kõvadesse puu-



Joon. 170. Eripuure.



Joon. 171. Eripuure.

sortidesse (tamm) lõigatakse auk ette puukruvi jaoks; teisega tehakse auk pealt kooniliseks, et ta mahutaks suputatava peaga kruvisid, kuna kolmandat kasutatakse treitavaile esemeile sentriaukude tegemisel. Joonisel 171 esimesena ülalt on nn. tapp-puur, millega saab teha selle puuri silindrilise juhtotsa jämeduselt varem ettepuuritud augule lameda põhjaga süvendust. Sama tööd teeb ka järgmine puur. Alumisena toodud puuritüüpi kasutatakse varem puuritud aukude ülepuurimiseks.

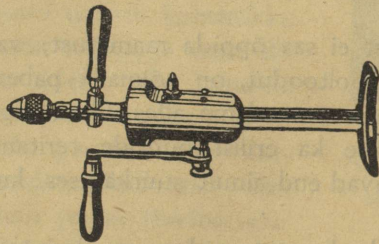
Puure hoitakse puuripakus, mis kujutab paksemat puuklotsi, millesse puurid paigutatakse püstasendis tagaotsapidi enda-jämedustesse aukudesse läbimõõdu järjekorras.



Joon. 172.  
Trillpuur.

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

Joonisel 172 kujutatud trillpuurile antakse tiirlemine mutterkäepideme *B* üles-alla liigutamisega. Joonisel 173 näeme moodsakujulist käsipuurmasinat. Selle puuri tiir-



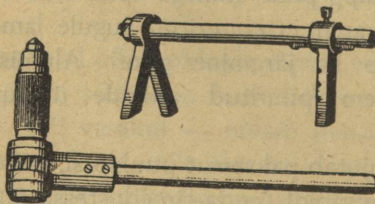
Joon. 173. Käsi puurmasin.

rude arv ühe vändapöörde kohta on valitav ülekande muutmisega, mida toimetatakse vända ühelt tapilt teisele asetamisega.

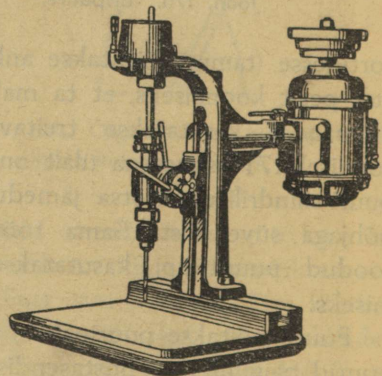
Puurkärstit koos toetusrauaga kujutab joonis 174. Kasutamisel suurte mulkude puurimiseks kitsastes kohtades, kuhu puurmasinaga ligi ei pääse. Viimaseagseil puurkärsteil liigub spindel kuullaagreil.

Elektriga käitatavat töölauale kinnitatud puurmasinat näitab joonis 175. Tiirlemise kiirust muudetakse rihma astmikseibidel ümber asetades.

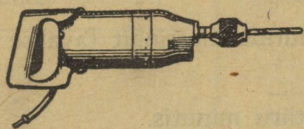
Käsi puurmasin, mida käitab puurmasinasse sisseehitatud pisike elektrimootor, on toodud joonisel 176. Mõ-



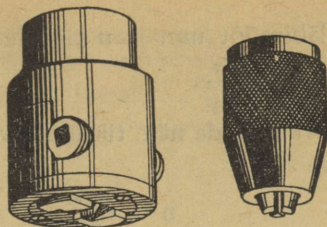
Joon. 174. Puurkäristi.



Joon. 175. Laua-puurmasin.



Joon. 176. Elektri-käsiuurmasin.



Joon. 177. Puurmasina padruneid.

ningaid neist on võimalik ka vastava jalandi külge kinnitada ja kasutada siis kui laua-puurmasinat.

Puuride kinnitamine puurmasinaisse teostub kas koonilise puuriotsa paigutamise ja puurmasina spindli koonuspesasse (jämedamail puuridel) või jälle asetamisega puurpadrunisse, kus puuri (silindrilise otsaga) kinni hoiavad vastavad kõvast terasest pakid. Joonisel 177 näeme vasakul kahepakilist, paremal kolmepakilist padrunit.

Tõhusaks töötamiseks peame teadma, kuivõrd võime puuri koorjata, et saavutada maksimaalset tööjõudlust. Firma Schuchardt ja Schütte annab alljärgnevad tabelid (15 ja 16), mille abil arvutame nii puurile antavaid tiirlemiskiirusi kui ka ettenihet.

Tabel 15. Puuriserva lubatav joonkiirus.

Puuritav materjal	Puuriserva joonkiirus m/min.	
	Puur riistaterasest	Puur kiir- löiketerasest
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 15 abil arvutame puurile antavat tiirude arvu. Puuriserva 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 16 näitab lubatavat ettenihet ühe tiiru kohta.

Tabel 16. Lubatav puuri ettenihe mm ühe tiiru kohta.

Puuritav materjal	Puuri Ø 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 ettenihkeid, kui on toodud tabelis 16.

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  $1000 \cdot 0,08 = 80 \text{ mm (!)}$ . Muidugi on tabelites toodud ringlemiskiirused kui ka ettenihked maksavad ainult täiesti korras riistade puhul. Puurmasinaga, mille spindel „viskub“, või puuriga, mille tera valesti teritatud, murraksime oma puuri jalamaid. Ei tohi ka unustada jahutusvedelikke, sest muidu võib puuri temperatuur tõusta üle  $300 \dots 400^\circ$ , mispuhul riistaterasest puur pehmeneb. Jahutamiseks kasutame seebivett või uuemal ajal seda asendavat puurõli (vt. pt. „Määrdeainetest“).

Jahutusvahendite valikul aitab meid orienteeruda järgmine tabel.

Tabel 17. Jahutusvahendid puurimisel.

Puuritav materjal	Puurõli	Naeriõli	Kuivalt	Petrooleum	Vesi
Alumiinium . . . . .	+ <sup>1</sup>	—	—	—	—
Bakeliit . . . . .	— <sup>2</sup>	—	+	—	—
Pronks . . . . .	—	—	+	—	—
Duralumiin . . . . .	+	+	—	—	—
Elektron . . . . .	—	—	+	—	—
Malm . . . . .	—	—	+	—	—
Eboniit . . . . .	—	—	+	—	—
Vask . . . . .	+	+	—	—	—
Teras . . . . .	+	—	—	—	+
Marmor . . . . .	+	—	—	+	+
Messing . . . . .	+	—	+	—	—
Tempervalu . . . . .	+	—	—	—	—

<sup>1</sup> Märk + tähendab jahutusvahendi kasutatavust.

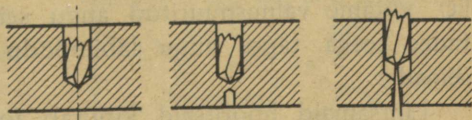
<sup>2</sup> Märk — tähendab jahutusvahendi mittekasutatavust.

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

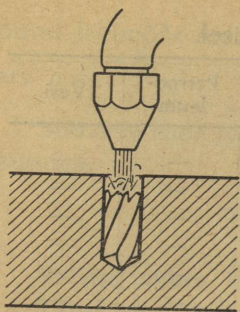
- ettenihked, kiirused ja jahutis oleksid õieti valitud;
- puur õigesti teritatud;
- puur kindlalt padrunisse kinnitatud;
- töötükk püsib liikumatult (kinnitada!);
- pingi spindli telg, puuri telg ja augu telg asetseksid ühel sirgjoonel (puur ei visku);
- puurmasina laud on risti spindli teljega;
- puuri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

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. 178.



Joon. 178.  
Murdunud puuriotsa kõrvaldamine.



Joon. 179. Puuriotsa pehmeks lõõmutamine.

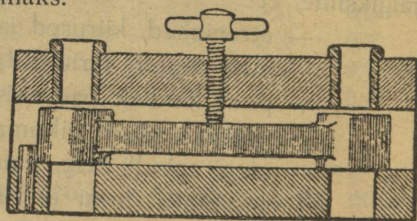
2. Puurisime auku, mis materjalist läbi ei tohi ulatuda: gaasipõleti või jootmislampi leegiga lõõmutame karastatud puuriotsa pehmeks ja puurime ta siis teise puuriga välja (joon. 179). Ka paremini teritatud puur puurib avatuke suurema, kui on tema nimiläbimõõt. Üle 10-mm läbimõõduga puur näiteks võib valetada kuni 0,1 mm. Täpsemamõõdulise augu saame, kui puurime ühte ava kaks korda, esiteks 1...3 mm väiksema kui vaja ja siis õigemõõdulise.

Hädaohlikuks muutub puurimine siis, kui puur parajasti hakkab töötükist läbi ulatuma.

Puuri tipp kaotab toetuspunkti, puur löikab järsku sügavamale ja võib lüüa töötüki, kui seda käega kinni hoiame, tiirlema. Kui vähegi võimalik, püütagu töötükki kinnitada või hoitagu teda käsikruustangidega.

Õige augu asukoha märgime märklilöögiga (kärnilöögiga). Puur leiab ainult siis õigesti märkliava, kui puuri südamik on peenem märkliava pealmisest läbimõõdust. Suurte puuride puhul löikame märkliava enne puurimist süvendipuuriga suuremaks.

Et kiirendada produktsiooni, siis masstootmisel puurimisel sageli kasutatakse nn. konduktorit, sest sel juhul jäävad ära aegaviitev puuraukude ettemärkimine ja märkliga töötamine. Ühte konduktori kasutamise juhtu näitab joonis 180. Puuri juhivad õigeste kohta kõvast terasest puks.



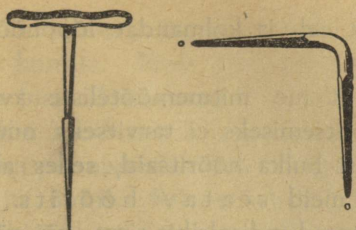
Joon. 180. Puurimise konduktor.

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

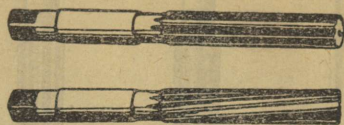
## 12. Hõõritsad ja hõõritsemine.

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 181. Neid kasutame õhemasse metalli puuritud ava suurendamiseks ja neiga hõõritsetud auk tuleb kooniline. Suurema läbimõõduga kui 5 mm neid ei tehta. Vasakul



Joon. 181. Lihtsaid käsihõõritsaid.



Joon. 182. Sirgete (ülal) ja spiraalhammastega hõõritsaid.

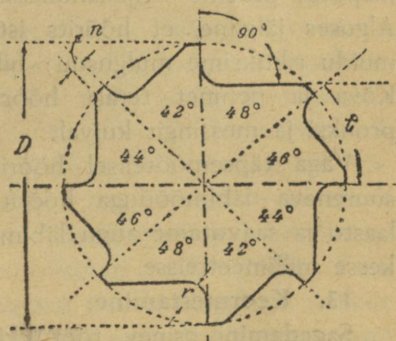
on naaskelhõõrits, paremal nurgikhõõrits, millel üks haru on nelja-, teine kuuekandiline.

Enamkasutatavad hõõritsad käsitsi töötamiseks on joonisel 182, 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 pealesurumine 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 raskuse pärast.

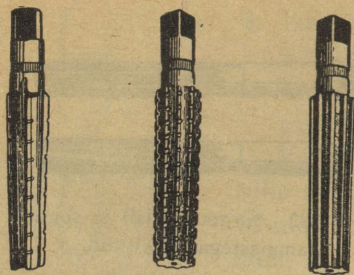
Hõõritsaile antakse esiosas  $\frac{1}{5} \dots \frac{1}{4}$  hõõritsa pikkuse väike koonilisus, et hõõritsemist oleks parem alustada.

Hõõritsa lõiketerad tehakse enamasti paarisarvulised, nii on hõõritsa läbimõõtu hea mõõta. Hammaste sammud, nagu joonisel 183 näeme, pole võrdsed. Seega: kui pöörame hõõritsat keskmise sammu võrra, ei satu hambad eelmise hamba endisele kohale — tagajärjeks on hulga ühtlasem lõikamine.

Kooniliste mulkude jaoks kasutatakse koonushõõritsaid. Auk puuritakse enne silindriline, natuke väiksem kui koonuse väiksem läbimõõt, ja hõõritsetakse siis järgemööda kahe- kolme hõõritsaga. Joonisel 184 esineb kolm ühte komplekti kuuluvat koonushõõritsat, milledest esimest nimetatakse jäme-



Joon. 183. Hõõritsa lõige.



Joon. 184. Komplekt koonushõõritsaid.

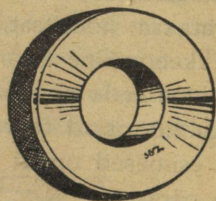
Hõõritsa konstruktsioonist ja suurusest olenevalt saab hõõritsa läbimõtu 0,2 kuni 4 mm piirides muuta. Ka on mõningate juures võimalus neid koonushõõritsaks muuta. Täpse välismõõdu anname neile joonisel 186 näidatud rõngaskaliibriga.

teist eel- ja kolmandat lõpphõõritsaks.

Et me mitmemõõteliste avade hõõritsemiseks ei tarvitseks omada suurt hulka hõõritsaid, selles abistab meid seatav hõõrits. Sel on terad radiaalsihis sisse- või välja- poole nihutatavad ja siis jäigalt soovitavasse asendisse kinnitavad. Üht sellist kujutab joonis 185.



Joon. 185. Seatav hõõrits.



Joon. 186. Rõngaskaliiber seatavale hõõritsiale.

Hõõritsemiseks kinnitame eseme nii, et mulgu telg oleks võimalikult vertikaalne. Hõõritsa tagaosas pistame hõõritsapideme või keerme puuri pideme neljakandilisse avasse ja juhime hõõritsa puurauku. Alguses jälgime, et hõõrits istuks täiesti ühes suunas augu teljega, muidu rikuksime mulgusuu; hiljem juba juhime 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 künivad tuhandikesse millimeetrisse.

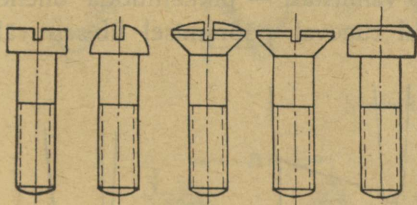
### 13. Keermestamine.

Sagedamini esinev töötükkide ühendamise viis ühiseks tervikuks on kruviühendite kasutamine, sest niisugune ühendus võimaldab meil

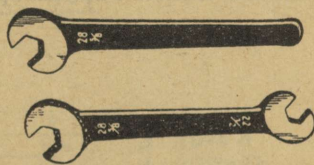
vajaduse korral ühendust jälle lahti võtta või ühendamist soovi kohaselt korrata. Peale nimetatut kasutatakse keermetist veel nn. juhtkruvina (nagu kruustangi lõua liigutajana, treipingi juhtspindel).

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. s i s e k e e r m e g a, millesse pöörame v ä l i s k e e r m e g a varustatud kruvi.

Ühendamiseks kasutatav kruvi koosneb normaalselt kruvivardest, kruvipeast ja mutrist. Mutter võib esineda eraldi või jälle mutrit kujutav keermetis asetseb ühendatava üksikosa ühe poole sees. Kruvipea ja mutter nende pööramise võimaldamiseks, omab tavaliselt kuuekandilist pead — pööramine teostub siis mutrivõtmega või jälle kruvipea varustatakse lõhega ja kruvi pööratakse siis kruvipöörajaga. Mitmesuguste peavormidega kruvisid näitab joon. 187, kus vasakult lugedes



Joon. 187. Kruvisid.

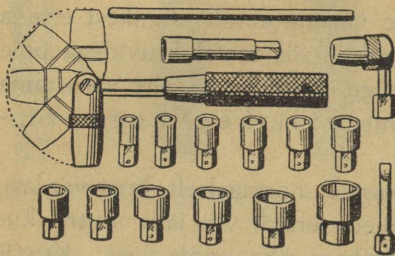


Joon. 188. Mutrivõtmeid.

on kujutatud silindrilise peaga kruvi, ümarpeaga, läätspeaga, suputuspeaga ja nelikantpeaga kruvi.

Õige mutrivõtme ja kruvipööraja kasutamisega väldime kruvide ja mutrite purunemist või nende kiiret reast väljalangemist. Mutrivõti (joon. 188) olgu mutrile paras, liigselt suure võtme kasutamine ümmardab kiiresti mutrikandid ja mutter muutub ümmarguseks. Liiga kõvasti kinniolevat kruvi või mutrit ärgu püütagu lahti pöörata sel viisil, et haamriga vastu mutrivõtit lüüakse. Tagajärjeks on tavaliselt kruvist lahtimurdunud mutripea. Kõvasti kinnioleva kruvi keermetise vahele tilgutame petrooleumi, millesse on lisatud mõni tilk õli. Ärgu pööratagu kruvisid või mutreid mitmesuguste patent-tangidega, millede lõugade vahe moodustab hammastiku ja mis nagu kutsuvad mutrite pööramisele. See pole tööriist õigele töömehele.

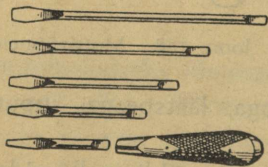
Raskesti lähedalepäästavail mutrikeeramise kohtadel kasutame toru-  
võtmeid, mis võimaldavad ka n. ö. „ümber nurga“ töötamist (joon. 189).  
Peale selle rikuvad nad mutrit palju  
vähem kui tavaline mutrivõti.



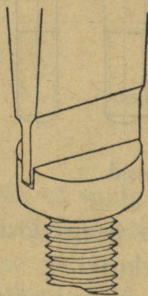
Joon. 189. Toru- ja otsmutrivõtmed.

Kruvid, mille pea on lõhega va-  
rustatud, vajavad pööramiseks kru-  
vipöörajat (joon. 190). Olenedes  
pea suuruselt tuleb valida õige  
kruvipööraja — tema laius vasta-  
ku kruvipäe laiuksle, kruvipööraja  
paksus olgu natuke õhem kruvi-  
päe lõhe laiuksle. Õiget kruvi-  
pööraja kuju ja mõõtu, olenedes

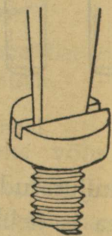
kruvipäe läbimõõdust, näitab joonis 191. Samas on näidatud ka kruvi-  
pööraja tera ehitus; nimelt olgu kruvikeeraja alumine osa rööbikute  
külgedega, mitte selline, nagu senini valmistati — pikkamööda õhenev.  
Viimane nimelt oma kaldpinna mõjul tugeval pööramisel libises välja



Joon. 190. Kruvikeeraja.



Joon. 191.



Joon. 192.

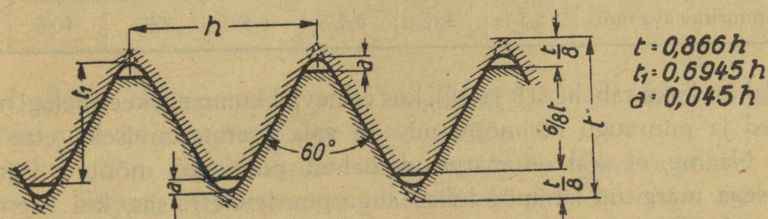
kruvilõhest ja rikkus lõhet. Joon. 192 näitab kruvi pööramist kruvi-  
pöörajaga, kus mõlemad ülaltoodud nõuded pole täitmist leidnud.

Masinatehnikas kasutatavaid keermeid eritleme kõigepealt keerme  
kuju (profili) järgi, näit. enamasti esinev teravnurk-keere, ümarkeere,  
trapetskeere, lamekeere jne.

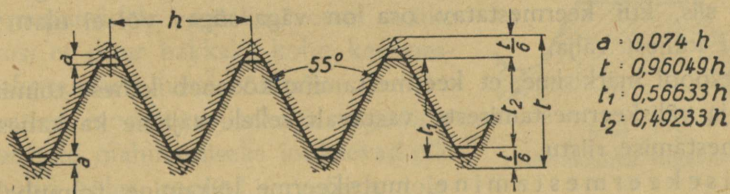
Tavaliselt on kruvikeere nii lõigatud, et kruvi tungib materjali  
(keermestatud mulgu) sisse paremale poole (päripäeva) pööramisel;  
erijuhtudel aga kasutatakse ka ümberpööratud viisi — kruvi kulgeb

sissepoole vasakule pöörämisel. Kõneleme siis p ärikeermetisest ja vastukeermetisest. Kõneleme siin kogu aja ühekordsest keerdest, kuid esineb ka juhtumeid, kus keermetis koosneb kahest või mitmest paralleelselt jooksvast keerмениidist; seega on olemas ühe- ja mitmekäigulised keermed. Lisaks eritleme keermeid mõõdete järgi, kus arvestame keermetise läbimõõtu ja keermetise sammu ehk tõusu.

Kasutatavamad keermed on meetriline ja Whitworth'i kruvikeere, neist esimene lähtub meeter- ja teine tollmõõdustikust. Mõlemad keermed on teravnurgalised, meetrilisel keermel on nurk  $60^\circ$ , Whitworth'i keermel  $55^\circ$  (joon. 193). Nii meetrilisel kui ka Whitworth'i keermel



Meetriline keere.



Joon. 193. Whitworth'i keere.

on erigrupp — suurema tihedusega keermetis (keermetise samm on väiksem) — nn. peenkeermetis. Whitworth'i peenkeeret lõigatakse tavaliselt torudele ja ta kannab gaasitorukeerme (ka gaasikeerme) nimetust.

Joonistelt näeme, et keeme 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, kuna õhkvahesse mahub keermelõikamisel tekkinud kraad.

Tabel 18

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

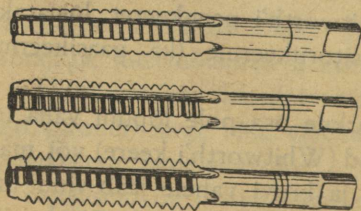
Tabel 19

Keerme läbimõõt tollides	$\frac{1}{8}$	$\frac{3}{16}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{5}{16}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{5}{8}$
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

Ülal on kaks tabelit (18 ja 19), kus esinevad kummagi keermeliigi nimimõõded ja puuraugu läbimõõded, mis on vaja keermestamiseks ette lõigata. Näeme, et seal on märgitud kahed puuraugu mõõded I ja II. Esimesega märgitud läbimõõdulise augu puurime 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.

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

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



Joon. 194. Komplekt keermepuure.

Joonis 194 näitab kolme keermepuuri, mis kõik kuuluvad ühte komplekti. Esimene ja teine keermepuur on õigest läbimõõdust peenemad, neid nimetatakse eellõikajaks. Kolmas, lõplõikaja, on valmistatud õiges mõõdus. Tavaliselt märgitakse I, II ja III ühte komplekti kuuluvat keermepuuri

## 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

## Whitworth'i keere.

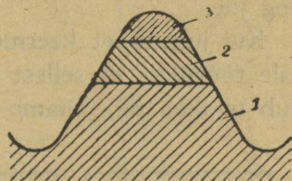
$\frac{3}{4}$	$\frac{7}{8}$	1	$1\frac{1}{8}$	$1\frac{1}{4}$	$1\frac{3}{8}$	$1\frac{1}{2}$	$1\frac{5}{8}$	$1\frac{3}{4}$	2
16,3	19	21,8	24,5	27,5	30	33	35	38,5	44
16,6	19,3	22	24,8	27,8	30,5	33,5	35,5	39	44,5

vastavalt 1...3 ringjoonega puuri sabal (vt. joon.) — samas järjekorras tulevad nad ka keermestamisel kasutamisele.

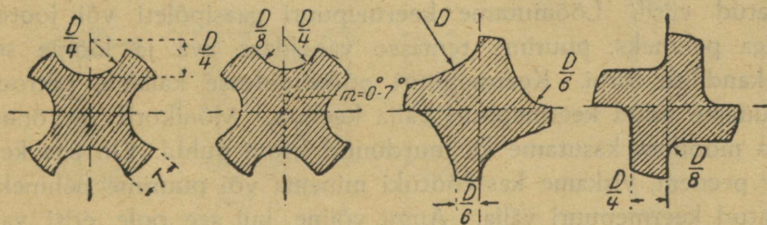
Joonis 195 näitab kolme ühe komplekti keermepuuri terade lõikeid. Näeme, et suurima osa lõiketööst sooritab I eellõikaja, järgmised ainult süvendavad esimese poolt lõigatud soonestikku.

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 läbimõõdust) kolm ja rohkem. Soonte sügavus on nii arvestatud, et nad mahutaksid kogu puuri poolt lõigatud puurmed. Joonis 196 kujutab mitmesuguste lõigetega keermepuure (allotsast vaada-



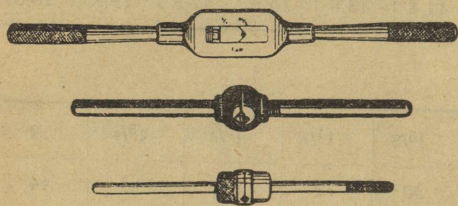
Joon. 195.  
Keermelõike sügavused.



Joon. 196. Keermepuuride profile.

tuna). Sitkema materjali jaoks on lõikenurk  $75^\circ$  piires, malm ja pronks vajavad ligikaudu  $90^\circ$  lõikenurka.

Käsitsi keermestamisel kasutatavaid keermepuuride pidemeid, millega keermepuuri tema neljakandilisest sabast keerame, näitab joon. 197.

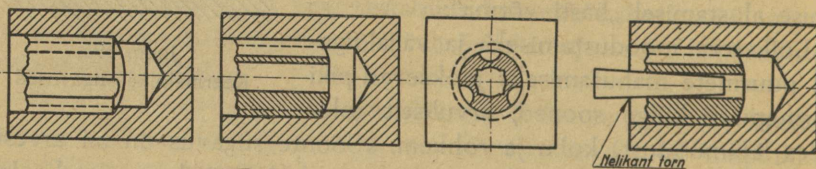


Joon. 197.

Pidemeid keermepuuridele ja hõõritsaile.

Samaseid käepidemeid kasutame ka hõõritsaate keeramiseks. Sisekerme lõikamiseks kinnitame valmispuuritud mulguga töötüki kruustangide vahele, laseme keermepuuri otsale paar tilka õli (masinaõli, seebivett või puurõli, kergemetallidele petroõleumi) 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.

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, joon. 198

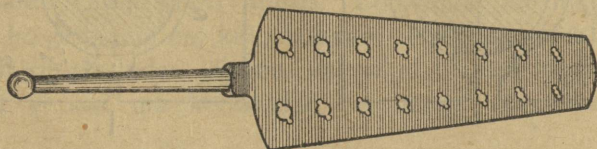


Joon. 198.

näidatud viisil. Lõõmutame keermepuuri gaasipõleti või jootelambi leegiga pehmeks, puurime temasse väheldase ava ja lööme sellesse neljakandilise torni. Keermepuuri põiksoontesse kallame petrooleumi ja püüame nüüd keermepuuri välja keerata. Mõnikord see õnnestub. Sama moodust kasutame ka murdunud kruvi puhul. On aga keermepuur peenem, viskame kas töötüki minema või puurime pehmeks lõõmutatud keermepuuri välja. Augu võime, kui see pole eriti vastutaval kohal, metallpunniga täita ja uue keermelõikamise ette võtta.

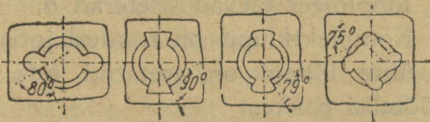
Väliskeerme lõikamiseks kasutame keermeplaate, kluppe koos keermepakkidega, treipingil treimiseks ka keermekamme.

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



Joon. 199. Keermeplaat.

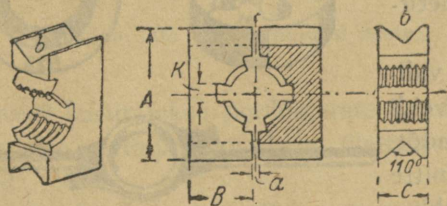
moodustatakse keermeavasse osaliselt sisseulatuvate augukestega. Joonis 199 kujutab niisugust keermeplaati, joonis 200 keermeplaatides asetsevate lõikeaukude kujusid ja lõiketera nurki. Keermelõikamist



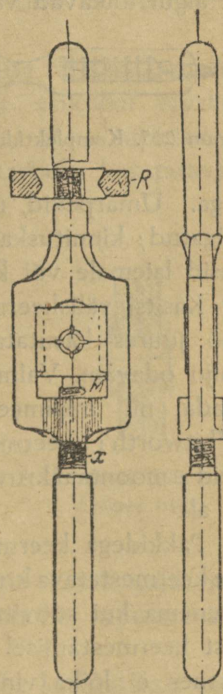
Joon. 200. Väliskeermestaja lõikeavasid.

teostame kahe lõikamisega; kaks järjestikku või kõrvuti seisvat auku kuuluvad tavaliselt ühemõõtelisele keermele (eellõikaja ja lõplõikaja).

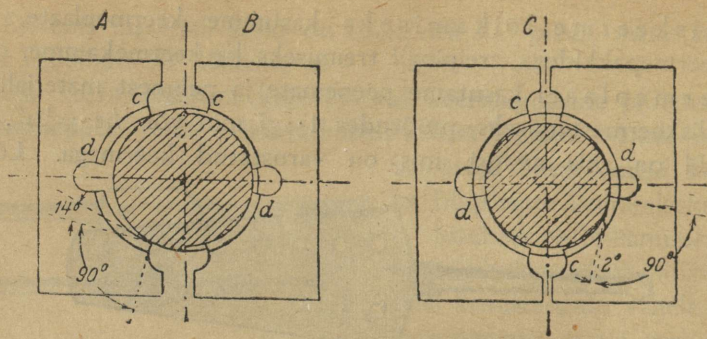
Täpset ja tugevat tööd tehakse keermepakkidega. Ühe komplekti keermepakid moodustuvad kahest poolest (joon. 201), milliseid, asetatuna vastavasse kluppi (joon. 202), on võimalik teineteisest kaugemal hoida ja lähemale nihutada,



Joon. 201. Keermepakid.

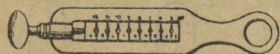


Joon. 202. Klupp.



Joon. 203 ja 204. Keermestamine pakkidega.

saavutades seega mitme sügavusega lõikeid (eellõikamisest kuni lõpp-lõikamiseni). Joonis 203 näitab keermestamise alustamist, 204 lõpp-keermestamist. Neilt joonistelt näeme ka, et pakkidel on selline kuju, et algul lõikavad välisterad *c*, lõpplõiget teevad siseterad *d*.



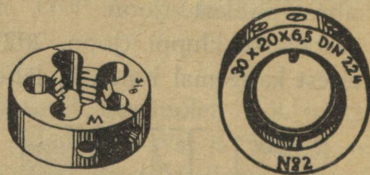
Joon. 205. Komplektklupp.

Komplektklupp on toodud joonisel 205 — ühte kluppi on asetatud rida mitme-mõõtelisi pakke.

Ümarlõikepakki näitab joonis 206 ühes tema kinnitamist võimaldava kapsli ja klu-piga. Ümarpakid, nagu sellelt jooniselt näeme, on ühest kohast läbi lõigatud; kinnituskapsli seintes asetsevate kruvidega surume paki ha-rusid laiemale või koomale, kohandades neid eel- ja lõpplõikamiseks.

Käsitsi väliskeermestamine on aegaviitev töö. Mitmegei 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 nimetu-se all.

Pakkidega keermestades vali-me keermestatava kruvivarva veidi peenema kui soovitav välismõõt, sest keermestamisel pakid mitte üksnes ei lõika vintsoonestikku, vaid pressivad osa materjalist ka



Joon. 206. Rõngasklupp ühes kapsli ja ümarlõikepakiga.

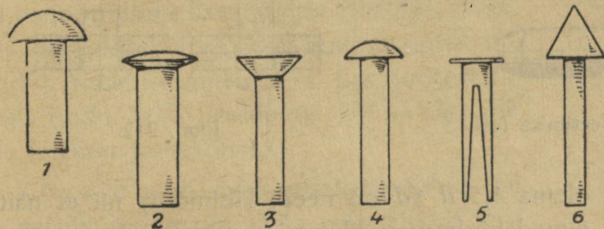
kõrgemaks. Väliskeermestamist toimetame nagu sisekeermestamistki — pöörame kluppi terve ringi edasi, poole tagasi, terve edasi, jälle poole tagasi, — niimoodi eriti esimesel lõikamisel. Lõplõikamist teeme juba nii, nagu keeraksime mutrit poldile. Pikka kruvi keermestades lõikame ta 4·0·5 korda üle, iga lõikekorra järel pakke ainult veidi kokku pitsitades — muidu võime kruvi murda. Lõikamisel kasutame mineraal- või puurõli, kõige parem on, kui tõmbame õlinirekese mööda varba ülalt alla. Lõikamist alustades jälgime, et pakid oleksid lõigatava varvaga risti, muidu ei saa me korralikku keermetist, või rikume koguni poldi.

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

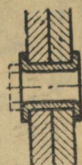
#### 14. Neetimisest.

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 207 näeme esikohal tavalist pool-ümarpea-, nn. katlaneeti, edasi on karraneet, 3 — suputatava peaga neet, 4 — läätspeaneet, 5 ja 6 on eriotstarbeks kasutatavad needid.



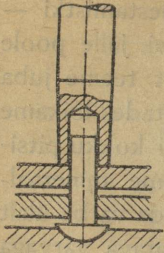
Joon. 207. Mitmekujulisi neete.



Joon. 208.  
Õõnes neet.

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

Õhemate kardade ja väiksemate osade liitmiseks kasutatakse veel õõse ja õõnsaid neete (joon. 208).

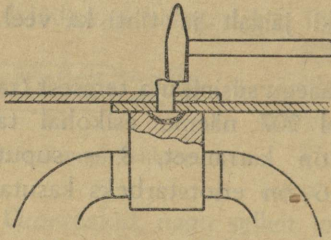


Joon. 209.

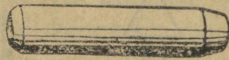
Joonisel 210 näeme neetimist lukksepele tavaliselt tarvismineval viisil: kruustangi vahele on kinnitatud terasalus, milles on needipea-suurune süvend; läbiulatava neediotsa taome vasaraga enamvähem poolümaraks ja neetamise torniga (joon. 211) moodustame ilusa puhta needipea. Enne needipea tegemist on soovitatav neet ühe vasaralöögiga veidi jämedamaks teha ja siis needitavad karrad torniga, millel needijämedune auk, kokku lüüa (joon. 209).

Neetamiseks töötükki puuritud avad olgu  $0,2 \dots 0,3$  mm jämedamad kui needi läbimõõt, väga palju suuremas avas lähevad aga needid kõveraks.

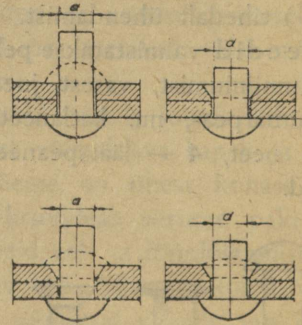
Joonisel 212 näeme needi läbiulatava osa pikkust, mida on vaja, et materjali jätkuks õigekujulise needipea tegemiseks. Esimesel juhul



Joon. 210. Neetimine.



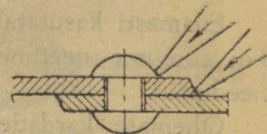
Joon. 211. Neetamise torn.



Joon. 212.

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 —  $0,7 d$ .

Gaasitihedad neetühendid temmitakse, milline toiming seisneb selles, et nii karraservad kui ka needipead taotakse temmrauga, erilise tõmbiotsalise meisliga, tihedalt teineteise vastu (joonisel 213).



Joon. 213. Temmimine.

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 ribasid.

### 15. Jootmine.

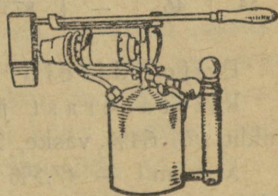
Jootmiseks nimetatakse toimingut, kus metalle ühendatakse teineteisega sel moel, et nende vahele sulatatakse ja lastakse seal tarduda mõnda metalli või metallisulamit, mis liidetavaid metalle tardunult jäigalt seob. Metall, mis seob, kannab nimetust joodis. Tugeva jootekoha saamiseks on tarvilik, et jootmise juures tekiks joodise ja töötüki 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 kaheksugust jootmist — kõvajootmine ja pehmejootmine: vastavalt sellele on ka joodised — kõvajoodis, sulamistemperatuuriga  $500 \cdots 1000^\circ$ , ja pehmejoodis, sulamistäpiga alla  $300^\circ$ . Kõvajootmist teostatakse ääsil puusõetules või jootelambiga. Pehmejootmiseks kasutatakse tavaliselt jootetõlvikut (jootekolbi), mida kuumutatakse üle joodise sulamistemperatuuri kas jootelambi leegis (joon. 214), 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 terasesemele sobib peitsimine — eriti nõrgas soolhappes. Peitsimiseks võtta soolhapet lahjendatult 1:1 või 2:1 ja peitsida pool kuni 1 tund. Peitsitavad esemed puhastatagu enne rasvollustest. Väikse-



Joon. 214.  
Jootetõlvik jootelambil.

mate ja sirgete pindade puhastamiseks jätkub ka lihtsalt viilimisest või kaabitsemisest (šaaberdamisest).

Kuna eriti kõvajoote kohta kehtib nõue, et jootekohad peavad hästi sobima ja ka jootmise juures hästi koos püsima, siis püütagu joodetavate pindade vahet võimalikult vähendada ja joodetavate esemete eelkinnitust teostada kas traadiga kokkusidumisega, neetimisega või kasutades nn. kalasaba-ühendust.

Tabel 20. Kõvajoodiste koostis ja kasutatavus DIN järgi.

Koostis %			Sulamis- temp.	K a s u t a t a v u s
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°	Vaskeemete jootmiseks.

Erijoodiseid harvemini esinevatele 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 viiakse<sup>1</sup>.

Tempervalu — 65% vaske, 18% niklit, 16,5% tsinki ja kuni 0,5% siliitsiumi<sup>1</sup>.

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

<sup>1</sup> Stoffhütte andmed.

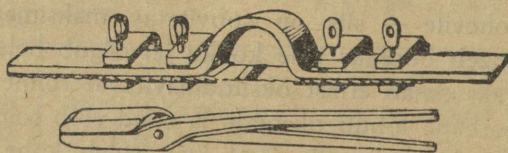
välditakse tavaliselt: 1) püüdes vältida joodetava eseme õhuga kokku-  
puutumist, 2) püüdes tekkivat oksüüdi keemiliselt siduda. Viimati-  
mainitust on rohkem tuntud booraksiga sidumine. Booraks niisu-  
tatakse vee või petrooleumiga ja asetatakse jootekohale. Joodis järg-  
neb hiljem, kuid tihti segatakse joodis koos booraksiga pudruks (vahe-  
korras 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 eilist oksüüdihävitavat toimet, sest boorak-  
sist 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 töö-  
tüki ülepoletamist.

Õhu jootekohast eemalehoidjana võib kasutada savi (meil vähetun-  
tud menetlus). Töötüki joodetav koht raputatakse üle joodisega,  
mähitakse paberisse ja ümbritsetakse mittepaksu savikihiga. Savile  
olgu juurde segatud veidi tagi, et savi paremini koos hoiduks. Selli-  
selt ettevalmistatud töötükki kuumutatakse pikkamööda, et ta puru-  
nematult kuivaks, ja kuivanult antakse talle kõva ääsituld. On savi-  
kuul hõõgvalge ja kui sellest väljuvad sinakad leegikesed, siis on see  
märgiks, et joodis on sulanud. Kuul võetakse tulest välja ja liiguta-  
takse teda põrandal edasi-tagasi, et joodis igale poole pragudesse val-  
guks. Pärast vähest jahutamist purustatakse savikiht ja töötükk väljub  
sealt puhtamalt ja paremini joodetult kui ühegi muu menetluse pu-  
hul — kui ainult õiget vilumust omatakse.

Lõppeks veel näide otstarbekast puusepa-lintsae jootmisest. Tava-  
liselt 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 lõomu-

tatakse pehmeks ca 20 mm pikkuselt ja sobitatakse üksteise peale esiteks nii, et hambad ühtivad, ja teiseks viilitakse nad libamisi otsa poole õhemaks. Nõnda libamisi sobitatud teineteist katvad otsad peavad koos üldise saelehe paksuse välja andma. Lintsaag asetatakse joonisel 215 toodud latt-terasest valmistatud lihtsa kinnitusabinõu vahele ja joote kohta, kahe saelehekese vahele, paigutatakse umbes 0,2 mm paksune messingileheke või ka joodist. Joote kohale riputatakse peale booraksit ja teostatakse jootmine. Soovitatav on leeki juhtida mitte hammaste poolelt. Kui joodis ilusasti „jookseb“, pigistatakse joote koht tublisti ettesoojendatud tangidega (joon. 215, all) jahtumiseni kokku.



Joon. 215. Abinõu lintsaag jootmiseks.

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

Kellel on soov saada erilist hästipainduvat joodist lintsaagidele, valmistagu järgmine sulam — vaske 56%, tsinki 23%, niklit 21% (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 puusõepulbrit. Sulatis valatakse nurkterase õnarustesse tarduma; terakujulise joodise saamiseks valatakse sulam kõrgelt läbi luua või terasharja vette.

Pehmejoodet 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 soolhapest ja tsingist valmistatud jootmisvedelikku (vt. pt. „Abiained“), kolofoniumi pulbris ja lahustatuna piirituses, müügilolevaid jootmispastasid ja tsingi jootmiseks puhast 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 enamkasutatavaid pehmejoodiseid.

Tabel 21. 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-kardsepatööd
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 (tinutamisevahend)

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 tõlvikut jämeda viiliga.

Jootmise teostamiseks niisutatakse jootekoht 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 leigeiks, tõmbame selle korra veega üle ja pühime lapiga puhtaks, et eemaldada salmiaagi ja happe jääke, mis müüdi roostetamist ja korrosiooni esile kutsuksid.

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 juhitaugu ikka tõlviku jämedamasse ossa.

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

Alumiiniumi jootmist takistab ta kiire oksüdeerumine. Öhu käes katub 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 enamvähem 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 sünteetilist (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 peentalalisi 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 (magneesiit ja silikaat) või keraamilised (koosnevad kaoliinist, tulekindlast savist ja põllupaost) või siis orgaanilise päritoluga (nagu kummi, bakeliit ja šellak). Lihviomaduselt lähenevad silikaat-sideainega lihvimiskettad 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 juhtudel, kui on vaja õhu-kesi, aga tugevaid kettaid, nagu näiteks kettad sügavate kitsaste nuutide lihvimiseks, kettad kõvametallide mahalõikamiseks jms.

Antud hõõraine puhul on lihvimisketta kõvadus sideaine võimest hõõraine terakesi kinni hoida. Lihvimist uuel lihvimiskettal alustades on terakeste tipud teravad ja vajavad lõikamiseks väiksemat pealesurvet, nürinemisel aga tuleb survet suurendada, mispuhul 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 lihvitav aine võib sulada terakeste vahele, sest nürinenud terakesega hõõrumine tekitab kuumust isegi kuni 2000°. Liigselt pehme ketas kulub kiiresti.

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

• Kõvadusmärgid on igal lihvimisketaste vabrikul isesugused; Nortoni tehase 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, lihvitavate 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:

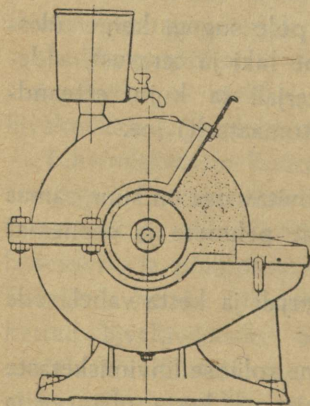
siselihvimine . . . . .	15····35 m/sek.
pinnalihvimine . . . . .	20····25 m/sek.
käsitsilihvimine (keraamiline sideaine)	25····30 m/sek.
käsitsilihvimine (bakeliit-sideaine) . . . . .	45 m/sek.
terariistade lihvimine märjalt . . . . .	25····30 m/sek.
bakeliit-sideainega lihvimiskettad ma- terjali mahalõikamiseks . . . . .	45····80 m/sek.

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

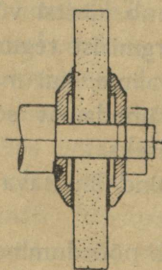
Raamatu lõpus tabelite osas on andmed tiirude arvu kohta, olene- des ketta läbimõõdust ja ümbekiirusest.

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 millimeetrites,  $n$  — tiirude arv minutis.

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



Joon. 216. Lihvimisketas.



Joon. 217. Lihvimis- ketta kinnitamine.

Joonis 216 näitab lih- vimisketas, joonis 217 lihvimisketta kinnitamist.

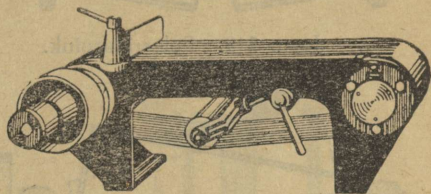
Puu- ja viltseibe kuuma liimiga kattes ja üle riputades smirgel- pulbriga saame lihvimis- kettaid pehmemaile me- tallidele ja puhtamaks tööks. Liimimist ja smirg-

liga üleriputamist teeme mitu korda, lastes liimil vahepeal 24 tundi kuivada ja tasandades kihti (surudes vastu tiirlevat ketast teravakandilist teraslatti).

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

Valmistades hõõrriidest lõputu lindi ja pannes selle eripingile üle rullide jooksma, saame pingi tasapinnaliste töötükkide lihvimiseks (joon. 218).

Tööriistu lihvides peame meeles, et puhta lõikepinna saame ja soovitud kõvaduse säilitame ainult töötükki rikkalikult jahutades. Selleks olgu lihvimisketta juures või sellele monteeritud nõu



Joon. 218. Lihveseadis lõputu lindiga.

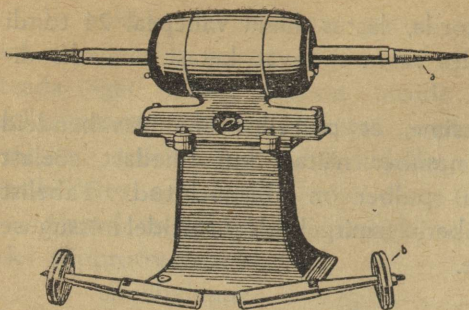
veega, milles on umbes 5% soodat lahustatud. Vesijahutuse puudumisel peetagu lihvimisel korrapäraselt vahet, nii et töötükk liigselt ei kuumeneks. Väikesi tööriistu, nagu märgitsanõelu, sirkliharusid, pintsette jms. lihvime smirgelketta asemel liivakivil.

Tabel 22. Hõõrpaberi hõõraine terasus.

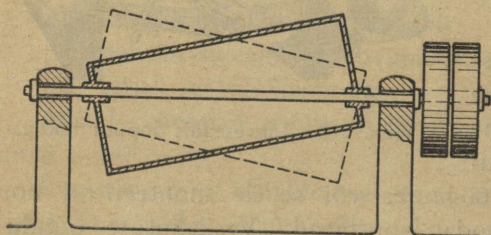
Hõõrpaberi numbrid	0000	000	00	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Hõõraine sõmerus (sõelaauke 25 mm kohta) . . . . .	250	220	180	150	120	100	80	60	48	40	36	30	24	20

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 kalts-seibidega. Poleerimisvahendina kasutatakse müügil leiduvaid eripastasid, samuti viini lupja, triplit vms.



Joon. 219. Poleerimispink.



Joon. 220. Poleerimistrummel.

Joonisel 219 näeme mootoriga kokkuhitatud poleerimispinki, mille koonusekujulistele völliotsetele asetame soovitavaid poleerimisketasteid. Poleerimisketastele antakse suur tiirude arv — ca 1500·4000 minutis.

Väikesi stantsitud esemeid poleeritakse joonisel 220 näidatud ekstsentrilise teljega trumleis, kuhu nad paigutatakse ühes poleerimisvahendiga (nagu vahukivi, trippel, liiv, saepuru jne.). Trumli aeglasel (30·40 tiiru minutis) pöörlemisel ja sealjuures kaldumisel hõõrduvad esemed üksteise vastu koos poleerimisvahendiga ning omandavad sileda pinna.

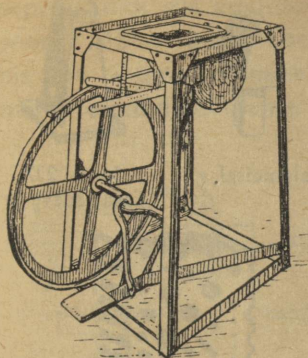
### 17. Sepistamine.

Töötüki töötlemist hõõgkuumas olekus ja vasaralöökide abil nimetame sepistamiseks. Sepistame tavaliselt terast, kuid ka paljud muud metallid on sepistatavad.

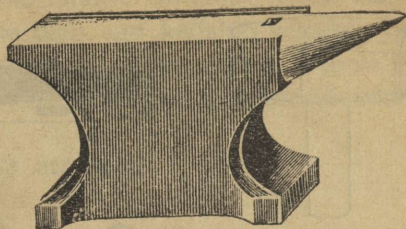
Töötüki kuumutamine toimub ääsil ja nimelt ääsileegis. Joon. 221 näeme kerget, ümberpaigutatavat väliääsi. Ääsil on malmist tulepessa ja leegi intensiivsemaks õhutamiseks ventilaator (varem kasutati ventilaatorite asemel lõõtsu). Ääsi lähedal asetsegu nõu veega, milles jahutatakse pihte. Vett kasutatakse veel nn. koorikust läbi-murduvate leekide summutamiseks ja sel viisil kuumuse tõstmiseks.

Ääsi lähedal, igast küljest juurdepäästavana, asetseb alasi. Alasi on valmistatud terasest, evib tasast kõva pealispinda ja ühte (joon. 222) või kahte sarve. Alasi koos alaspakuga ei tohi aetseda vetruval põrandal — parem on, kui ta toetub kindlale vundamendile.

Hõõguvate esemete kinnitamiseks tarvitatakse suuri kruustange, nn. kuumaraua-kruustange (joon. 223).

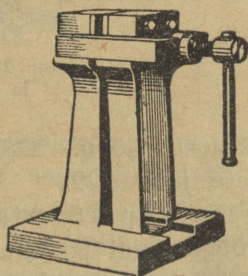


Joon. 221. Väliääs.



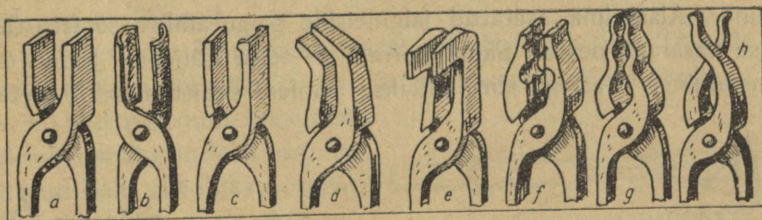
Joon. 222. Ühe sarvega alasi.

Sepistatavaid esemeid, mis käega pidamiseks on liiga lühikesed, või jälle kuumuse kaitseks, hoitakse pihtidega. Joon. 224 on kujutatud rida enamkasutatavaid sepapihte.



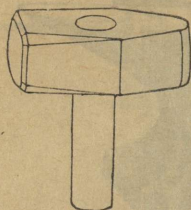
Joon. 223. Kuumaraua-kruustangid.

Vasar ehk sepahaamer on raskem kui tavalises lukksepatöös kasutatavad. Sepistamisel kasutatavad vasarad kaaluvad kuni 8 kg. Joonis 225 kujutab nn. pealelöögivasarat.



Joon. 224. Sepapihte.

Kuumade metallilattide lõikamiseks (maharaiumiseks) kasutatakse varrega sepameisliit ja alasilmulku (-silma) pistetavat jalgmeisliit (joon. 226), sepistatud pinna tasandamiseks tasandushaamrit (siluhaamrit) (joon. 227), ümaralõikeliste esemete sepistamiseks ümardusvasarat ja



Joon. 225. Vasar.



Joon. 226. Sepameisel ja jalgmeisel.



Joon. 227.  
Tasandusvasar.



Joon. 228. Ümardusvasar  
ja ümardusjalus.

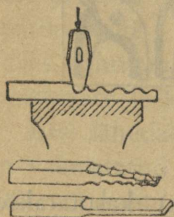


Joon. 229. Mulkplaat.

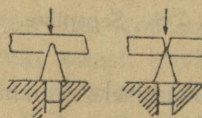
ümardusjalust (joon. 228), mulgustamiseks mitmekujulisi torne ja mulkplaate (joon. 229).

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

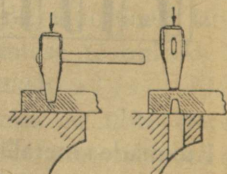
Joonis 230 — õhendamine ja venitamine. Ümaralõikelise vasaraga taotakse sepis esmalt lainjaks ja tasandatakse siis. Joonisel 231 — raiumine. Alasisilma asetatud jalgmeislile paigutatakse sepistustükk ja lüüakse vasaraga peale. Sama korratakse teise küljega. Joonis 232 — mulgustamine. Varrega torn lüüakse pooleni sepistustükki, asetatakse



Joon. 230.

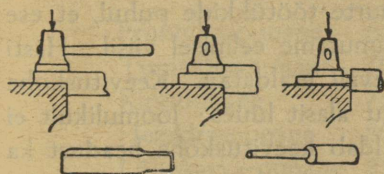


Joon. 231.  
Sepistamisvõtteid.

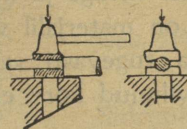


Joon. 232.

sepistustükk siis alasisilma kohta ja korratakse tornimist teisest küljest. Joonis 233 — peenendamine. Pilt ise teeb end küllaltki selgeks. Joonis 234 — ümmardamine ümardusvasara ja -aluse vahel. Joonis 235 näitab erikujulise eseme sepistamise kolme üksteisele järgnevat võtet.



Joon. 233.



Joon. 234.



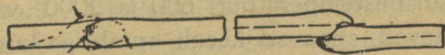
Joon. 235.

Sepistamisvõtteid.

Sepistades terast kattub ta õhukese tagikihiga, mis kas terase sisse taotakse või töötüki pinnale kleepudes selle inetult mustaks, krobli-seks teeb. Selle pahe vältimiseks, kui töötüki enne kuumutamist seebiga sisse hõõrume. Hästi tasase pinna saame, kui terast sepistades alarit ja vasaraid sageli veega niisutame. Ärgem unustagem ka pihte vahetevahel vees jahutada.

Sepp keevitab (nn. „kokkukeetmine“, tulega keevitamine, surukeevitamine) terast, kasutades materjali kuumutamiseks ääsileeki. Temperatuur terase keevitamiseks läheneb  $1350^{\circ}\text{C}$ ; ses temperatuuris on teras helevalge, ta heidab helendavaid sädemeid ja pinnale tekivad helendavad mullikesed.

Kahe terasetüki kokkukeevitamist näitab joonis 236. 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 räniliiva või kõvemate teraste keevitamisel booraksi ja teraseviilmete segu. On keevituseks sobiv temperatuur saavutatud, haaratakse töö-



Joon. 236. Keevitamine.

tükid kiiresti ääsilt, kõrvaldatakse räbu mõne pörutusega 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. Tuleb tähele panna, et kogu keevitamise ja tasandamise protsess peab toimuma ühekordse kuumutamisega. 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 üha rohkem elektrilise ja atsetüleengaasiga keevitamise eest, sest et viimased, kuigi palju kallimad, on siiski käepärasemad ega raiska (ei põleta) nii palju materjali kui eelkirjeldatud ääsil keevitamine.

#### 18. Karastamine<sup>1</sup>.

Teatavast süsinikusisaldusest alates 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 üsna kõrged, mida termomeetritega pole võimalik mõõta, siis määratakse sobivaid temperatuure suuris käitisis eriliste püromeetritega, väikesis aga kas hõõgvärvuste järgi (kus vilunudki silm võib üle 50° eksida) või siis, kui kuumutamine toimub karastusahjudes, nn. Segeri keeglitega.

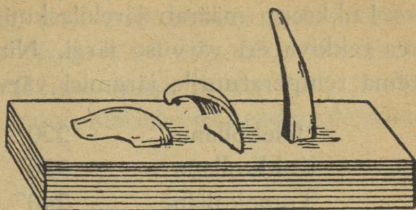
Segeri keeglid on 40...60 mm kõrged kolmetahulised püramiidid, valmistatud mitmesuguseist silikaatidest ja sooladest ning omavad sulamistemperatuuri 600 ja 2000° vahemikus. Vabrikud, kes neid toodavad, annavad keegli numbriga koos vastava sulamistemperatuuri. On meil vaja näiteks määrata temperatuuri 1250°, siis asetatakse ahju keeglid nr. 7, 8, 9, kusjuures esimene sulab 1230°, teine 1250° ja kolmas 1280° juures. Sulamist jälgides määrame temperatuuri (joon. 237).

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

<sup>1</sup> Pikemalt vt. E. Olving, „Terase karastamine“.

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

Pruunikaspunane	650°
Tumekirsspunane	700°
Kirsspunane	750°
Helekirsspunane	800°
Lõhekarva-punane	850°
Kollakaspunane	900°
Kollane	950°



Joon. 237. Segeri keeglite sulamine.

Sidrunkollane	1000°
Kollakasvalge	1100°
Valge	1200°

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

Lihtsaid tööriistu, nagu haameid ja meisleid, hõõgutame ääsil koksivõi 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 sama kiirusega. Jahutamiseks kasutatav vesi (soovitav on vihmavesi) 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 (masinaõli, glütseriin, 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 järgmisi värvusi:

Helekollane	220°	Violett	280°
Kuld kollane	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. Ülejäänud osas peituv soojus soojendab jahtunut ja sellel hakkavad tekkinud eespool toodud värvused. On terale sobiv värvus saabunud, jahutame ta lõplikult.

Teine viis sobivaid järelelasketemperatuure saavutada on järelelasktavate esemete paigutus sulatistesse, mis hoiavad püsivalt oma temperatuuri, nagu vann sulatatud pliiga jms.

Alamal mõningaid näiteid karastamisest.

1. Karastades meisli, märkli, torni jne. kuumutame riista (kuu ta on riistaterasest valmistatud) pikkamööda 40...60 mm pikkuselt (terast või teravikust alates) kirsspunaseks ja pistame siis ca 20 mm pikkuselt vette, seal teda liigutades. Enne lõplikku jahtumist võtame ta välja ja haljastame tera nii, nagu eespool öeldud. On rukkilillsinine värvus teraotsale jõudnud, jahutame töötüki lõplikult.

2. Märgitsanõela karastamiseks, et nõelaotsa mitte ära põletada, kuumutame suurema tüki latt-terast kollakaspunaseks ja hoiame sellel 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 järgmiselt: Vedru kuumutame ettevaatlikult kuni helekirsspunaseni ja jahutame naeriõlisse kastmisega. Seejärel hoiame vedru ühes külgejäanud õliga hetke mõnes lahtises tuleleegis, kusjuures õli põleb ära ja vedru saab tarvilikku järelelaskesoojust, ja jahutame uuesti õlis.

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

Sügavamale ulatuva tsementeerumise saame, kui pakime eseme koos allpool loeteldud 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). Metallkast, milles tsementeerimist toimetatakse, peab andma end õhutihedalt sulgeda (saviga tihendada!).

Esineb töötükil kohti, mis peavad pehmeks jääma, siis kas jäetakse nad töötlemisel jämedamaks ja lihvitakse enne karastamist sealt tsementeerunud kiht maha või kaetakse (kui on tegemist ümarate pindadega) kokkupandavate malmrõngastega. Pindade osalisest tsementeerumisest hoidumiseks 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° piirides. Kihi pakusus, mis terasele tsementeerub, oleneb segust ja kuumutuse kestusest. Näit. segu 60% puusütt ja 40% soodat annab kahetunnise kuumutamise järel 1 mm pakuse, 4 tunni järel 1,5 ja 8 tunni järel 3 mm pakuse tsementeerunud kihi. Pärast tsementeerimisprotsessi kuumu-

tatakse esemeid uuesti ja lastakse jahtuda, mistõttu teras muutub peeneteraliseks. Pärast veelkordset kuumutamist  $750\cdots 800^\circ$  karastatakse töötükki vees või õlis ja teostatakse järelelaskmine.

## 20. Autogeenkeevitamine.

Autogeenkeevitusel kokkuliidetavate metalliosade pinnad või servad viiakse keevitusleegi abil sulamiseni, nii et nad üksteisesse voolavad ja pärast sulamiskoha tardumist moodustavad ühtse terviku. Nimetatud menetlus leiab laialdast kasutamist jootmise, neetimise ja kruviühendite asendajana, kohati asendab ta ka tihendust, valtsimist ja isegi valutöid (vigastatud masinaosad — hammasrattad jne. võib keevitamisega peagu uueks parandada). Muudel juhtudel võib keevitusleeki kasutada ka eseme kohalikuks soojendamiseks, nagu kõvajootmisel, painutamisel ja karastamisel.

Keevitusleegi toitaine koosneb hapniku ja põlemisel kõrget kuumust andva gaasi segust — viimasena võib esineda valgustusgaas, vesinik, bensooliaur ja atsetüleen. Erandita enamkasutatav on viimane, tingituna oma käepärasusest ja temaga saavutatavast kõrge temperatuuriga leegist (kuni  $3600^\circ$  C).

Atsetüleen tekib vee kokkupuutel kaltsiumkarbiidiga. 1 kg karbiiti annab kuni 310 liitrit gaasi. Atsetüleengaasi keevitustöödeks valmistatakse keevituskohal erilistes atsetüleenitekitamise aparaatides või hangitakse vastavast tehasest, laetuna erilistesse teraspudelitesse. Karbiiti turustatakse  $50\cdots 100$  kg mahutusega valtsitud kardnõudes, mille avamisel tuleb täita kindlaid ettevaatuse eeskirju, et vältida plahvatusõnnetusi. Nimelt tuleb vältida, et kaane avamisel tangidega mingit sädet ei löödaks; samuti on rangelt keelatud kaane lahtijootmine. Endastmõistetavalt on lubamatu lahtine leek karbiidinõu läheduses.

Pudel-atsetüleeni kasutamisel välditakse keerukat atsetüleeni tootmise aparatuuri, mistõttu ta on eriti eelistatud, kuigi temaga töötamine tuleb kallim. Pudel-atsetüleen (nimetame teda alamal ainult atsetüleeniks) on atsetoonis lahustatud atsetüleengaas. Pudelik on terasest ja sisaldavad poorset ainet (puidusüsi jm.) ja atsetooni, millele peale pumbatakse atsetüleengaasi. 40-liitri mahuga pudel võib  $15\cdots 18$  atmosfäärilise surve juures vastu võtta kuni 6000 l atsetüleengaasi. Atsetüleenihulka arvutame kaalu abil —  $1\text{ m}^3$  atsetüleeni kaalub 1,177 kg.

Atsetüleenipudelik on värvitud kollase või punase vööbaga.

Iga atsetüleenipudel on varustatud sulgventiiliga, kuhu kinnitatakse survetasandaja kas kruviühendiga või erilise klambersidemega. Atsetüleenipudeleid hoitakse alati püstses asendis, et atsetooni väljavoolamist vältida. Joon. 238 kujutab atsetüleenipudelit koos manomeetritega (pudelile lähedasem näitab pudeli survet, teine – voolikus esinevat survet), gaasi avamise ventiiliga, survetasandajaga ja juhtmevooliku algusega.

Hapnik turustatakse teraspudelites surve all ca 150 at. Hapnikupudeli tunnuseks on sinine (või must) vööp.

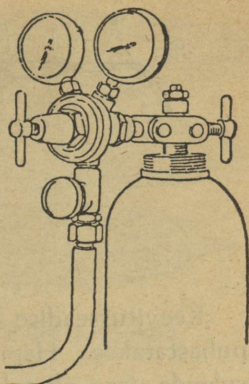
Ka hapniku survetasandajal on kaks manomeetrit, kus jällegi pudelile lähedasem näitab pudelis olevat survet, teine – töösurvet. Gaasihulka arvutame korrutades pudeli mahtu survega (näit.  $40\text{ l} \times 140\text{ at} = 5600\text{ l}$ ). Pudeli maht on märgitud pudeli kaelale.

Plahvatusohu vältimiseks on väga tähtis, et hapnikupudeli ja selle manuste juures ühtegi osa ei tohi õlitada või rasvatada. Tihendid ei tohi olla nahast. Survetasandajat tuleb kaitsta löökide, tõugete, õlide ja mustuse eest.

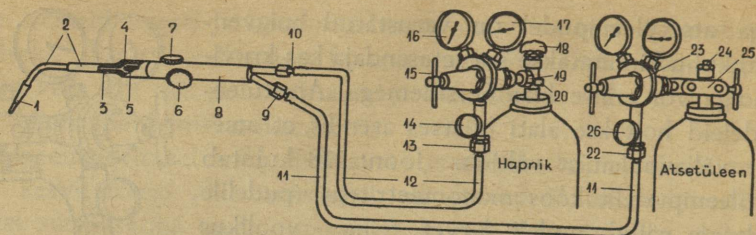
Transportimiseks on pudelid varustatud kaitsekorkide ja kaitsemütsidega, tühjenenud pudelitele tuleb need peale tagasi keerata. Soovitatav on tühjendatud pudelitele märkida kriidiga „Tühi“.

Transpordil vältida tõukeid, põrutusi ja pidevat päikesepaistet. Tarvitamisel pudelid kindlustada ümberlangemise ohu vastu. Tulikahju puhul töökojas päästa esmajärjekorras gaasipudelid või neid pidevalt veega jahutada.

Põleti on osa, kus hapnik ja atsetüleen segunevad, pika leegiga põlevad ja millega leek keevituskohale juhatakse. Pudel-atsetüleeni kasutades vajatakse nn. kõrgesurve-põletit, millel on esiotsas suulik leegi juhtimiseks ja käepidemel kaks rattakujulist ventiilipidet — pealne on enamasti hapniku juurdevoolu reguleerimiseks, vasakul küljel asetsev aga atsetüleeni reguleerimiseks. Igaks juhuks uut põletit kasutusele võttes enne ventiilide paigutuses veenduda. Põleti tagaosas asetsevad tüllid voolikute ühendamiseks. Põletisuulikud puhastatakse erilise kalibreeritud messingnõelaga või veel parem puupulgaga.



Joon. 238.  
Atsetüleenipudel ühes manustega.



Joon. 239. Autogeenkeevituse seadis.

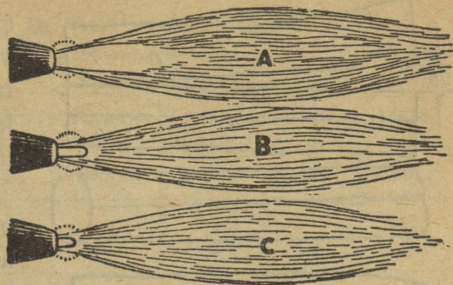
Keevitusseadise töölerakendust jälgime joon. 239 järgi. Suulik 1 puhastatakse. Hapnikupudeli ventiil 18 korraks avada ja kohe jälle sulgeda (see oli tehtud mustuse eemaldamiseks). Hapnikupudeli manused (survetasandaja komplekt 13, 14, 15, 16, 17) laitmatute tihenditega mutri 19 abil 20 külge kinnitada. Sinine hapnikuvoolik 12 ühendada tülli 13 ja põleti tülli 10-ga ja voolikuklemmidega kinnitada. Enne kui 18 avatakse, tuleb kontrollida, et survetasandaja 15 oleks välja kruvitud, s. o. survetasandaja siseklapp suletud. Survetasandaja sulgventiil 14 ja hapnikuventiil põletil 7 ja siis 18 aeglaselt avada. Atsetüleenipudeli ventiil 24 momendiks avada, sulgeda. Redutseerimisventiili komplekt (22, 23) klambriga 25 pudelile kinnitada, tihendust mitte unustades. Atsetüleenivoolik 11 ühendada 22-ga ja põleti atsetüleenitülliga 9, kasutades voolikuklemme. Enne kui ventiil 24 avatakse, tuleb kontrollida, et survetasandaja 23 oleks välja kruvitud, s. o. survetasandaja siseklapp suletud. Survetasandaja 26 ja põleti 6 avada. Ventiil 24 pikkamööda avada. Survetasandaja 23 pikkamööda paremale keerata ja kui vastu kätt (mitte vastu nägu) hoida<sup>1</sup>, tundub, et suulikust gaas välja voolab, see süüdata ja survetasandaja 23 seada, et leegi tahmumine ära kaoks, siis survetasandaja 15 seada, paremale keerates, kuni põhileek silindrikujuliseks muutub. Suulik tuleb valida töö suuruse järgi. Nüüd võib alustada keevitamisega.

Hea põleti peab võimaldama sobivalt leeki seada. Näiteks kui põleti täiesti avatud ventiilide puhul näitab leek atsetüleeni rohkust (joon. 240, tähistus A), mis on äratuntav mattvalge, mitte kindlapiirilisel eraldatava leegisüdamikujärgi, siis põleti atsetüleeniventili keeratakse kinni seni, kuni mattvalge loor väheneb ja läheb üle helenduv-

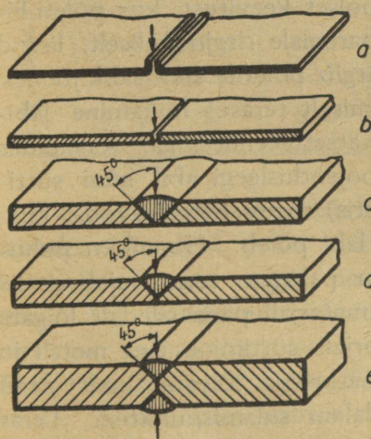
<sup>1</sup> On esinenud juhtumeid, kus atsetüleen mõnest juhuslikust sädemest süttib ja näo põletab.

siniseks, teravalt piiratud südamikuku (B). C näitab hapniku liigsust — leegisüdamik on lühike ja omab violetset värvust. Pikemaegsel keevitusel tuleb vahetevahel leeki uuesti reguleerida.

Põletit hoitakse tavaliselt töötüki kohal horisontaalselt, suulik omab siis töötükiga umbes  $45^\circ$  nurga, paksemad töötükid vajavad suuremat nurka (leek läheneb vertikaalsele asendile). Leegi helenud teravik olgu töötükist eemal  $2 \cdot \cdot 4$  mm. Põletit juhitakse rahu-likult ja ühtlases kõrguses üle liidetava koha — liitekoht ja keevituslisand (traadi kujul) soojendatakse üheaegselt ette, kuid keevitatav materjal peab ikka enne sulama kui lisandustraad.



Joon. 240. Põleti leegi kuju.

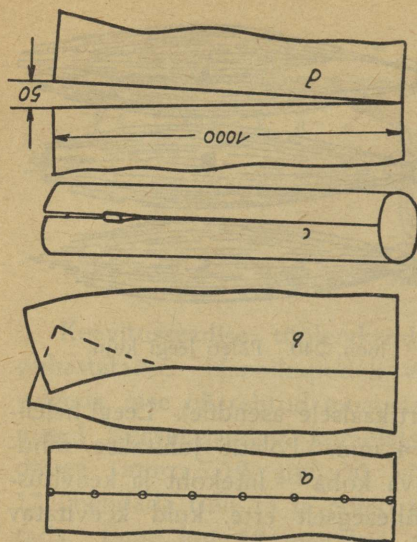


Joon. 241. Õmbelus olenevalt karrapaksusest.

raga, kasutades kahte põletit („e“, nn. X-õmbelus).

Keevitades pikka õmblust tekib oht, et tingituna materjali paisumisest kuumutamisel, karrad keevituskohalt eespool painduvad üksteise peale, nagu joon. 242-b tähistatud. Selle vältimiseks needime karrad iga 200 mm tagant kokku või teeme punktikujulisi keevitusi

Kui soovitakse saada head keevitist, tuleb keevitusmaterjali ette valmistada. Näiteid teraskarra keevitusest on toodud joon. 241. Õhukestel kardadel, kuni 1,5 mm paksusega, valtsime servad natuke üles, nagu „a“ tähistatud. Ülespööratud osa sulatatakse keevitusel tasaseks, keevituslisand pole vajalik. Karrad 1,5··3 mm keevitatakse serv serva juurde („b“). Üle 3 mm kardadel viilitakse liidetavad servad ca  $45^\circ$  all („d“, nn. V-õmbelus), kuid mitte terves karrapaksuse ulatuses, nagu on näidatud tähistusega „c“. Väga paksud karrad (üle 15 mm) keevitatakse mõlemalt poolt, kui võimalik — kor-



Joon. 242. Keevitusõmbeluse kiivumine ja selle vältimine.

**Lõikamine.** Metallmaterjalide (peamiselt terase) lõikamine läbi-sulatamise toimel teostub jällegi hapniku-atsetüleeniileegiga. Kasutades erikujulist põletit kuumutatakse metall soojendusleegi abil kuni süttimispunktini, millele järgneb (samas põletis) tugev hapnikuvoog, kusjuures lõigatav materjal kohe sulab ja läbi põleb. Hapnikku puhutakse suure survega lõikekohale (300 mm paksune teras vajab ca 13 atü), et isegi kuni 1000 mm paksust materjali päris siledalt lõigata saab. Kuna lõikamisel on oluline materjali süttimine (iga metall ju põleb!), siis lasevad ülalkirjeldatud menetlusega lõigata ainult need metallid, millede süttimispunkt on madalam sulamispunktist. Teras näiteks süttib 1250...1350° C juures, sulab ca 1450° C juures, seega on hästi lõigatav; malm aga (sulab 1200°, süttib 1350°) mitte. Vask, messing, pronks on mittelõigatavad.

Et anda pilti autogeenkeevituse töö kiirusest ja gaasihulga tarvitu-sest, on alamal toodud (ülevaatlikkuse mõttes) tabel (di Michiel'i järgi). Andmed on ligikaudsed, sest nad olenevad materjalist ja keevitaja oskusest ning võimest. Teadlikul käsitsemisel saab atsetüleeni tarvitust kuni 10% tabelist toodud väärtusest vähendada.

(„a“) ja siis alles teostame päris keevituse. Samal joonisel „c“ ja „d“ tähis-tatuna on näidatud teine võimalus — keevitusprao vahele asetatakse kiil, mille laius on umbes 5% pikkusest.

Kui keevitaja poolt vaadatuna põletit ühtlaselt, pisut pendeldava liigutamise-ga paremalt vasakule üle keevituskoha juhatakse ja lisandus-materjal seejuures sirgjoonelisel põleti ees liigub, siis kõneldakse vasakpoolsest keevitusest. Kasutatakse materjali paksuse puhul alla 5 mm, samuti ka rõhtsihis ja üle pea (alt üles) keevitamisel. — Muudel puhkudel kasutatakse pa-rempoolset keevitust, kus põleti liigub paremale sirgjoonelisel, lisand aga järgib põletile sikk-sakk joones.

Tabel 23. Gaasi tarvitus ja jõudlus keevitamisel.

Materjali paksus	Kasut. põleti tähistus	H a p n i k			A t s e t ü l e e n		K e e v i t u s e	
		Töösurve atü	Tarvitus liitrit tunnis	Tarvitus 1 m keevit. kohta	Tarvitus liitrit tunnis	1 m keevit. kohta	Aeg min. 1 m keevit.	Meet Reid tunnis
0,5 1	0,5—1	1	80	6,6 14	80	6,6 14	5 8,5	12 7
1 2	1—2	1	150	15 30	150	15 30	6 12	10 5
2 4	2—4	1,25	300	40 100	300	40 100	8 21	7,5 2,8
4 6	4—6	1,5	500	100 250	500	100 250	13 30	4,6 2,0
6 9	6—9	1,5	750	225 535	750	225 535	18 42	3,3 1,4
9 14	9—14	1,75	1250	545 1390	1250	545 1390	26 65	2,3 0,9
14 20	14—20	2	1800	1200 3000	1800	1200 3000	40 100	1,5 0,6

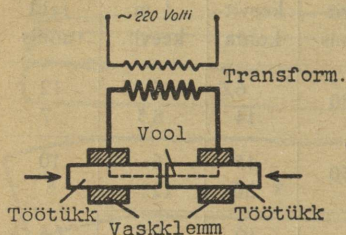
Kaitseabinõud. Keevitamisel ja gaasloikamisel kasutada silmade kaitseks tumedaid prille (roheline klaas, mitte sinine!). Mõningate materjalide, nagu tsiingi, messingi, tina keevitamisel tekib mürgiseid gaase, mis puhkudel kasutada hingamiskaitse abinõusid. Ruum, kus keevitust teostatakse, peab hästi õhutatav olema. Gaasloikamisel tähelepanu juhtida gaasivoolikute ja tööriietuse kaitsele.

## 21. Elekterkeevitamine.

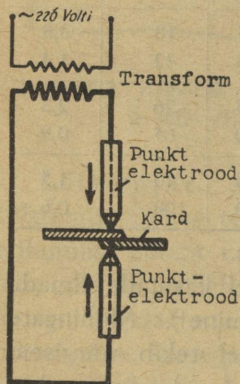
Elekterkeevitus jaotatakse, olenedes menetlusest, kahte gruppi: takistuskeevitus ja elektrihaarkeevitus.

Takistuskeevitus. Elektrivool, läbides juhtmeid (s. t. ületades elektrilist takistust), soojendab neid seda rohkem, mida tugevam elektrivool juhtmes voolab. Voolutugevust tõstes võime elektrit juhtivat materjali hõõguma ajada (elektrilamp!) või teda isegi sulatada (elektri kaitsekorgid ja -padrunid). Mida suurema löikepinnaga (jämedam) on elektrit juhtiv materjal, seda tugevam peab olema elektrivool,

et sulatavat temperatuuri esile kutsuda. Üllalkirjeldatud elektrivoolu omadust kasutatakse elektriliseks takistuskeevituseks. Takistuskeevitus esineb kolmel eri viisil: tüvik-, punkt- ja joonkeevitus.



Joon. 243. Tüvikkeevitus.



Joon. 244. Punktkeevitus.

Tüvikkeevituse (ehk tömpkeevituse<sup>1</sup>) puhul kaks liidetavat metalli (menetlus tingib, et nad peavad olema latikujulised) surutakse oma tasaste tömpide otstega vastava masina abil teineteise vastu. Liidetavad on kinnitatud masinasse tugevate vasest kinnituspakkide vahele, millel on veel ülesandeks elektrivoolu töötükkidesse juhtida. Juhitakse nüüd madalapingeline, aga tugev elektrivool<sup>2</sup> üle kinnituspakkide läbi

liidetavate esemete, siis kuumeneb elektrivoolu mõjul kõige rohkem see koht, kus on suurem elektriline takistus, tähendab — kahe metalli liitekoht (joon. 243). Keevituskoht lastakse kuumeneda kuni sulamiseni, katkestatakse siis elektrivool ja surutakse liidetavad pooled masina abil suure jõuga kokku. Tekib keevitus.

Keevitusvool võetakse vooluvõrgust üle transformatori. Tüvikkeevitust kasutatakse rasketööstuses ahelate, torude, vaguniosade, väntvõllide, talateraste jne. või jälle masstootmisel pisiesemete ühendamiseks<sup>3</sup>. Tüvikkeevitus on palju kordi majanduslikum sepsikeevitusest — ta on alati töövalmis, töö teostub kiiresti ning puhtalt ja kuumutusmaterjali ning tuha transport langeb ära.

Punktkeevitusega asendatakse neetimist. Kahe hästi elektrit juhtiva pulgakujulise elektroodi abil surutakse keevitavad esemed, näiteks

<sup>1</sup> Eesti keeles puudub senini vastav oskussõna, sest menetlus on meil senini peagu kasutamata.

<sup>2</sup> Suurelõikeliste esemete keevitusel tõuseb voolutugevus kuni 100 000 amprini.

<sup>3</sup> Moodsail metall-raadiolampidel ühendatakse pealmine pool alusega tüvikkeevituse abil.

kaks karratükki, kokku ja juhatakse elektrivool elektroodidesse (joon. 244). Elektroodide kaudu läbib vool liidetavaid kardasid, kokkupuute-punkt, eriti just kahe karratüki vahel, omab suuremat elektrilist takis-tust, see kuumeneb kuni sulamiseni ja elektroodide survele karrad sulavad kokku. Tekib punktikujuline ühendus.

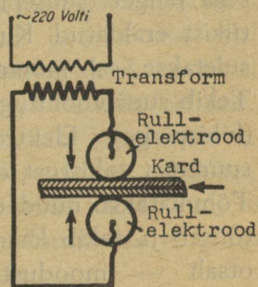
Punktkeevitus leiab mitmekülgset kasutamist — eriti karra-, emaili- ja raadiotööstuses. Ahjutorud, raudkorstnad, laekad, raudvoodid, terasmööbel, samuti käepidemed emailtoidunõudele, raadioaparaatide aluskonstruksioonid, raadiolampide üksikosade ühendused jne., kõik need leiavad punktkeevituses endale puhta ja kiire ühendusviisi.

Punktkeevituse majanduslik tasuvus on selge — 1 sekund ja ühen-dus on valmis, neetimisel aga — märkimine, aukude puurimine või stantsimine, siis neetimine mitme operatsiooniga. Ka neetide kulu langeb punktkeevitusel ära. Voolukulu on vaevalt nimetamisväärne.

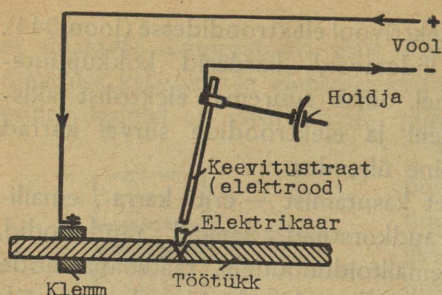
Kahte karda võime gaasi- või vedeliku-tihedalt punktkeevitusega kokku liita, kui punkte üksteise kõrvale ritta keevitame või isegi neid üksteist osaliselt katta laseme. Lühikeste keevituskohtade puhul võib nii toimida, pikemad liitekohad aga lähevad nii toimides kalliks. Asendame aga pulgakujulised elekt-roodid kahe rulliga, millede vahelt keevitata-vad karrad surve all läbi sõidutame, saame ühtlase pika joonkeevituse (joon. 245).

Joonkeevitus leiab mitmekülgset kasutamist karratööstuses ja autotööstuses, asendades kokkuvalt simist, neetimist ja kõva- ning pehmejootmist (bensiiini- ja ölinõud, ämbrid, kannud, torud, kardarmatuurid, autokarossierid jms.).

Elektrikaarkeevitus. Tunneme elektrikaart (nn. Volta kaart) — kahe süsielektroodi vahel tekib elektrivoolu toimel kaarekujuline leek, mis levitab intensiivset valgust ja omab mõningais leegiosades kuni 4000° C temperatuuri. On mitu moodust, kuidas selliselt saavutatud kõrget temperatuuri metallide keevitamiseks rakendada. Enamkasuta-tav on menetlus, kus elektrikaar tekitatakse keevitatava metalli ja metalltraadi (elektroodi) vahel, kusjuures nimetatud traatelektrood ka ise kaarleegis sulab ja keevituslisandi moodustab (nn. Slavianoffi me-netlus). Joon. 246 näitab menetlust skemaatiliselt.



Joon. 245. Joonkeevitus.



Joon. 246. Elektrikaarkeevitus.

Elektrikaar võib keevituseks toita nii alalis- kui ka vahelduvvooluga; esimesel juhtumil kasutatakse vooluallikana kas umformerit, keevitusagregaati või suurt õgvendusseadist, teisel juhtumil transformatorit, et saada sobivaid tööpingeid, mis leegi süütamiseks on vajalikud, 40...60 volti ja keevituseks 16...35 volti.

Pinge alanemine keevitusmomendiks teostub automaatselt — elektriliselt. Keevitusvoolu suurus, 40...300 amprit, oleneb töötüki mõõteist.

Elektriline töökäik on järgmine: Vooluallikas annab teatava suurusega pinget (süütepinget) — voolu ei voola, sest elektrood on töötükist eraldatud. Kui elektrood süütamiseks vastu töötüki asetatakse, suletakse sel momendil vooluring, mis omab väga väikest takistust. Tekib suur voolutugevus, millest tingituna pinge muutub väga väikeseks (lühispinge). Elektroodi ja töötüki kokkupuutekohas, mis suhteliselt suuremat takistust evib kui vooluring mujalt, tekib kõrge temperatuur. Tõmmatakse nüüd elektrood natuke eemale, suureneb takistus, pinge tõuseb ja tekib kaarleek. Kõrges elektrikaare kuumuses sulab elektrood otsalt — moodustub sulametalli-tilk. Nende tilkadega täidetakse keevituskoht.

Keevitatavad kohad valmistatakse samuti ette nagu autogeenkeevitus (V- ja X-õmblus). Elektroode tunneme paljaid ja kaetuid — esimesi kasutatakse lihtsamaiks töödeks alalisvooluga, teisi vahelduvvoolu puhul ja keerukamate, vastutusrikkamate tööde puhul.

Elektrikaar kiirgab peale valguskiirte veel ohtlalt ultraviolettkiiri, mis silmadele ja ka, kui pikemaajalist mõju esineb, nahale väga ohtlik on. Selle vältimiseks kantakse keevituse ajal käsimaski või tanu, mis on varustatud rubiinpunase aknaga, ja ainult selle läbi võib leegile vaadata. Tähelepanu ka elektri pingestatud osade kaitsele!

## 22. Roostekaitse.

Terase nõrgemaks küljeks on roostetamine. Niiske õhuga kokkupuutudes 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 pakseneb. 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 kasutamatault seisavad, kaetakse paksema täiesti happevaba määrdekorraga, mida ärapäühkimisega on võimalik kergesti kõrvaldada. Selleks sobib paremini tavott või omavalmistatud määre loomarasvast ja silindriõlist. Viimast võõbatagu kuumalt pintsli 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 korraga 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 vasekorraga, teda enne peitsides ja hoolikalt ära loputades ning siis vasevitrioli (silmakivi) lahuses hoides.

Õige rohkesti kasutatakse metallitamiseks tina, tsinki, niklit ja kroomi. Puhtaks peitsitud 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, mis, olles mittehügrokoopiline, kaitseb allasetsevat tsingikihti ja ühtlasi ka terast edasi-oksüdeerumisest. Tsingitud karda kasutatakse kohtadel, kus roostetamise võimalused on eriti soodsat (katusekard).

Malmtorusid hoitakse lühikest aega kuumas tõrvas, mis annab neile üsna roostekindla katte. Veetorud, mis maasse paigutatakse, mähi-

takse paelaga üle ja tõrvatakse. Suuri teraskonstruksioone kaitstakse õlivärviga. Teras katmiseks tarvitavad värvid segatakse värnitsast ja metallioksididest, kasutades selleks peamiselt tinavalget ja menningit. On värvikiht mõnest kohast aja jooksul maha varisenud, tuleb värvkatet uuendada ning kui rooste on juba tekkimas, viimane enne värvimist hoolikalt kõrvaldada.

Mõnel juhul 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. raualakiga (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 petrolleumi, 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 kate-metalli pealepritsimisega. Selle menetluse puhul põlev gaas surutakse tugeva surve all pihustist vastu automaatselt etteantavat katemetallist traati. Metall sulab ja kantakse gaasi surve mõjul peenikese tolmana kaetavale terasele, kus ta sünnitab õhukese, kuid püsiva katte. Kirjel-datud menetluse eeliseks on asjaolu, et teda saab rakendada ka siis, kui konstruktsioon, ükskõik kui suur (raudsillad, antennimastid jne.), on juba kokku monteeritud.

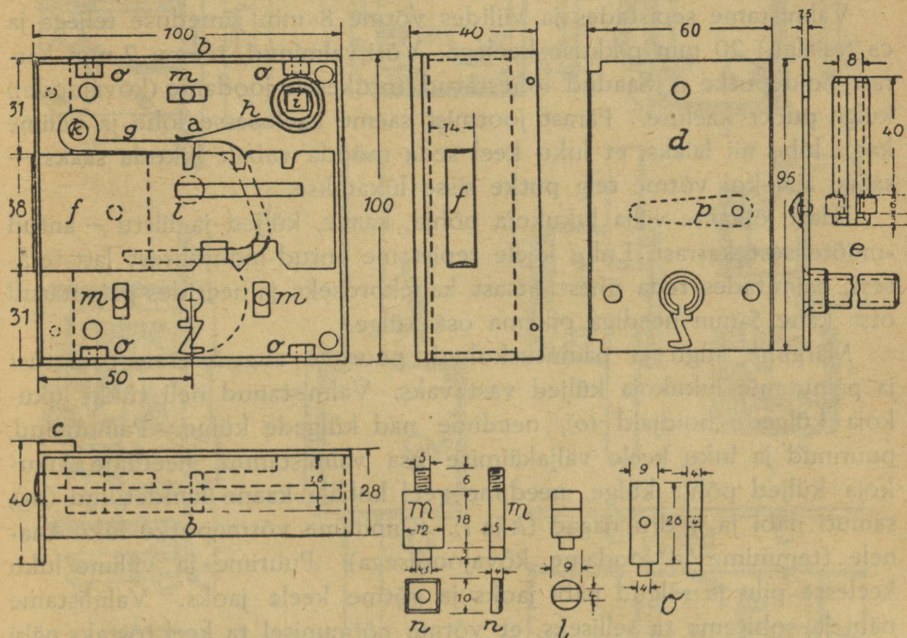
### 23. Lukust.

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 raskeima 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 ostetud), siis püüame siin luku valmistamist kirjeldada. Et alljärgnevad read on mõeldud juba tööd mõistvale mehele, siis pole siin üksikute tööoperatsioonide teos-

tamist üksikasjaliselt kirjeldatud. Samuti on joonestusel antud ainult tähtsamad mõõted, kuna vähemtähtsad, nagu aukude asukohad jne., jäävad valmistaja enda sobitada.

Joonisel 247 toodu kujutab nn. karplukku kahelükkelise riiviga.



Joon. 247. Karplukk 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  $3 \times 12$  mm;
- d* — luku kaas — 1,5-mm kard;
- e* — võtmeputk;
- f* — luku keel  $5 \times 40$ -mm latt-terasest;
- g* — näbi — sepistatud ja viilitud  $5 \times 20$ -mm latt-terasest;
- h* — vedru;
- i* — vedru naga  $6 \times 6$ -mm terasest;

- k* — näbi naga 6-mm ümarterasest;
- l* — lukukeele juhtija 9-mm ümarterasest;
- m* — kaane kandetikud  $5 \times 12$ -mm latt-terasest;
- o* — lukukoja külgede hoidjad  $4 \times 10$  mm;
- p* — luku keelt pidurdav vedru 0,5-mm karast. terasest.

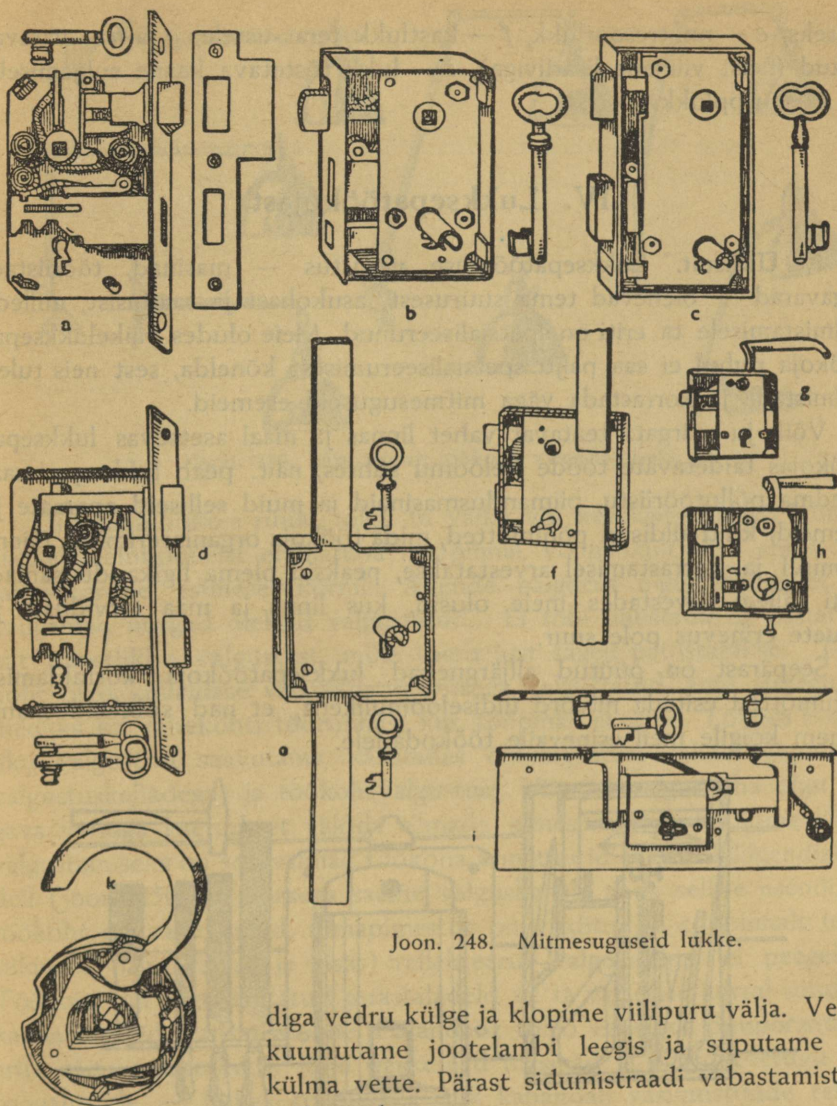
Valmistame sepistades ja viilides võtme 8 mm jämeduse teljega ja ca (esialgu) 20 mm pikkuse keelega. Võti valminud, teeme 2-mm karast hoideputke *e*. Saadud lõhestatud torukesele joodame (kõvajoode!) külge putke kaeluse. Pärast jootmist saame kaelusesse lõhe ja viilime kogu lõhe nii laiaks, et luku keel 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 *l*). 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 kõrra, kui õli külge kleepub, viilmeid. Käsikruustangiga vedrulindi vaba otsa haarates keerame lindist vedru, tähele panes, et keerud tugevasti ja ühetasaselt kokku tõmmataks.

Viilipuru ülesandeks oli hoida sobivat vahet naaberkeerdude vahel. Kerimise lõpetanud, kinnitame lindi otsa ajutiselt mõne sidumistraa-



Joon. 248. Mitmesuguseid lukke.

diga vedru külge ja klopime viilipuru välja. Vedru kuumutame jootelambi leegis ja suputame siis külma vette. Pärast sidumistraadi vabastamist on vedru valmis.

Järgneb lõplik luku kokkupanek ja lukukaane kinnitamine mutritega.

Joonis 248 näitab sagedamini esinevaid lukke: nendest *a* ja *d* on tavalised ukسلukud sisseehitamiseks, *b* ja *c* — kastlukud külgeehita-

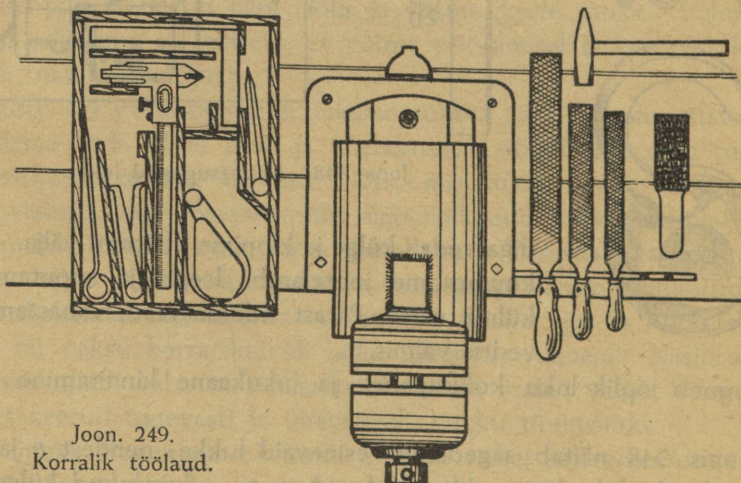
miseks, *e* — nn. tresoorlukk, *f* — kastlukk teras-ustele, *g* ja *h* — väravalukud (neist viimane lisariiviga), *i* — lukk tõstetava kaane sulgemiseks ja *k* — ripplukk.

#### IV. Lukksepatöökojast.

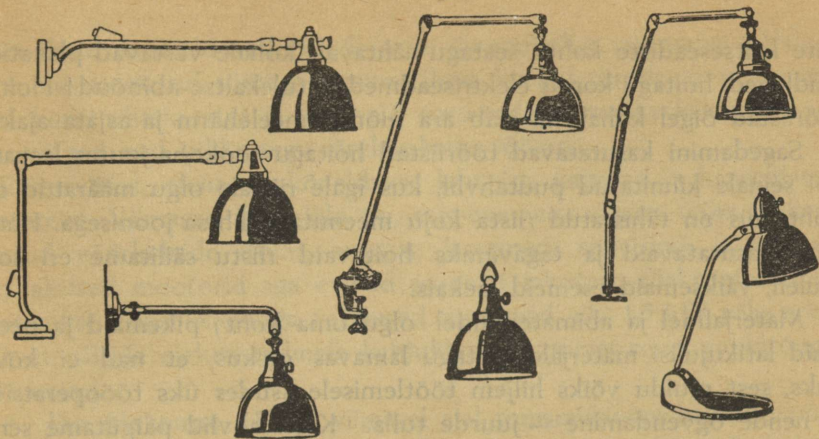
1. Üldiselt. Lukksepatööstuse varustus — masinad, tööriistad, tagavarad — olenevad tema suurusest, asukohast ja saadusist, millede valmistamisele ta eriti on spetsialiseerunud. Meie oludes väikelukksepatöökoja puhul ei saa palju spetsialiseerumisest kõnelda, sest neis tuleb valmistada ja korrastada väga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

Võib ju märgata teatavat vahet linnas ja maal asetsevas 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 üldiseloomulikena, et nad sobiks enam-vähem kõigile meil esinevaile töökodadele.



Joon. 249.  
Korralik töölaud.



Joon. 250. Armatuure töökoja valgustamiseks.

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. Töökoja lähisvalgustamiseks on sobivaimad töökoja-armatuurid liikuvail liigendjalandeil (joon. 250). 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 alased 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 jõumasi-

nate 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 asjata ajakulu.

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 riiuleil, 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. Jõumasinad** on energia ümbervormijad, muutes mõne energia-liigi liikumisenergiaks ja kohaseks töömasinate käitajaks.

Lukksepatöökojale sobivaimaks, s. o. käepäraseimaks, tõhusaimaks ja ohutuimaks jõumasinaks on 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, seadme 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 re-

monti, kuid võimaldavad tiirude arvu suurepiirilist muutmist. Vahelduvvoolu mootorid töötavad enamvähem kindlal tiirude arvul, on aga lihtsa konstruktsiooniga ja kui neid varustada vastavate kaitseadmetega, võivad nad pikki aegu järelevalveta töötada.

Ehitusviisist olenevalt kõneldakse lahtisist, kaitstud ja kapseldatud mootoreist. Viimased kaks liiki on, esimene neist vähem, teine rohkem, kaitstud võörkehade (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 voolutõuget käivitamisel.

**3. Jõu ülekanne.** Kuigi viimasel ajal transmissiooniseadmeid püütakse vältida, esineb neid siiski ja ehitatakse uusigi, olenevalt kohalistest oludest.

Transmissioonivõll koosneb 4...7 meetri pikkusist ümarterasvõllidest, mida jätkatakse vastavate ühendusmuhvidega, et saada võllile soovitud kogupikkust (ulatub tavaliselt üle kogu töökoja). Iga võlliosa kahe naabermuhvi vahel peab toetuma vähemalt kahele laagriale. 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 edasiandvad rihmakettad asetsegu laagrite lähedal, et vältida võlli paindumist. Rihmakettad kinnitatakse võllile kiilul. 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,  $n_2$  soovitav 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 korrashoiust. Tavaliselt puistatakse rihma sisepinnale kolofooniumi või vaiku, kuid see on õige kõva mürk rihmale, muutes paindumatuks ja soodustades ta kulumist kuni kolmekordselt. Rasvained on head libisemise soodustajad, kuid rihma määrides saavutame hoopis vastupidist. Määrides 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 24. Andmeid metallidest.

	Erikaal	Sulamis- temp. C <sup>0</sup>	Tõmbetugevus kg/mm <sup>2</sup> (hõõgutatult)
Alumiinium . . . . .	2,70	658	8
Elavhõbe . . . . .	13,59	— 38,9	—
Hõbe . . . . .	10,5	960,5	18
Kadmium . . . . .	8,64	321	6
Kroom . . . . .	6,7	1765	—
Kuld . . . . .	19,3	1064	10
Mangaan . . . . .	7,3	1260	—
Nikkel . . . . .	8,8	1450	40
Plii (seatina) . . . . .	11,34	327	1,3
Raud (puhas) . . . . .	7,88	1500	25
Tsink . . . . .	7,1	419	15
Vanaadium . . . . .	5,6	1715	—
Vask . . . . .	8,9	1083	22
Vismut . . . . .	9,8	271	—
Volfram . . . . .	19,1	3500	110

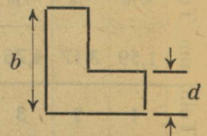
Tabel 25. Umberarvestus tollilt millimeetritele.

Tollid	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
Tollid	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
Tollid	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 26. 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 27. Võrdkülgne nurkteras.



Nr.	Laius $b$ mm	Paksus $d$ mm	Kasut. needi läbi- mõõt mm	Jooksva meetri kaal kg/m	Nr.	Laius $b$ mm	Paksus $d$ mm	Kasut. needi läbi- mõõt mm	Jooksva meetri kaal kg/m
1 <sup>1/2</sup>	15	3	6	0,64	2 <sup>1/2</sup>	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 27 (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 <sup>1/2</sup>	35	4	10	2,10	5 <sup>1/2</sup>	55	6	16	4,95
		6		3,04			8		6,46
							10		7,90
4	40	4	10	2,42	6	60	6	16	5,42
		6		3,52			8		7,09
		8		4,55			10		8,69
4 <sup>1/2</sup>	45	5	13	3,38	7	70	7	20	7,38
		7		4,60			9		9,34
		9		5,76			11		11,23
5	50	5	13	3,77	7 <sup>1/2</sup>	75	8	20	9,03
		7		5,15			10		11,07
		9		6,47			12		13,11

Tabel 28. Raskuste tabel nelikant-, kuuskant- ja ümarterasele.  
Jooksva meetri kaal.

Paksus mm	Nelikant kg/m	Kuuskant kg/m	Ümar kg/m	Paksus mm	Nelikant kg/m	Kuuskant kg/m	Ümar 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 29. Metallplaatide raskus kilogrammides ühe ruutmeetri kohta.

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

Tabel 30. 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 <sup>2</sup> kaal ca kg	3	3,5	4	4,5	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16

Tabel 31. 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 32. Vask- ja messingkarra tähistus ja ühe ruutmeetri kaal.

Tähistuse nr.	Paksus mm	Messing kg/m <sup>2</sup>	Vask kg/m <sup>2</sup>	Tähistuse nr.	Paksus mm	Messing kg/m <sup>2</sup>	Vask kg/m <sup>2</sup>
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 33. Raskuste tabel nelikant-, kuuskant- ja üarmessingile.

Paksus mm	Ümar kg/m	Nelikant kg/m	Kuuskant kg/m	Paksus mm	Ümar 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 34. Traadi kaal kilogrammides 1000 meetri kohta.

Ø	Pehme teras (raud)	Vask	Messing	Ø	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 35. Traatide mõõteid mm.

Saksa DIN		Tähistus	Prantsuse IdP	Ameerika B&S	Inglise mõõted			Klaveriteras (spiraalvedrud)	
Tähis- tuse nr.	Ø				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	—	11,78	0,24	—	
82	8,2	5/0	—	13,12	12,70	10,97	0,25	—	

Tabel 35 (järg).

Saksa DIN		Tähistus	Prantsuse	Ameerika	Inglise mõõted			Klaveriteras (spiraalvedrud)	
Tähis- tuse nr.	Ø				IdP	B&S	BWG	HWG	SWG
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

Tabel 35 (järg).

Saksa DIN		Tahistus	Prantsuse IdP	Ameerika B&S	Inglise mõõted			Klaveriteras (spiraalvedrud)	
Tähis- tuse nr.	Ø				BWG	HWG	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 36. 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 37. Völlide läbimõõdud mm vastavalt ülekantavale võimsusele.

Võimsus hobujõududes	T i i r u d e a r v m i n u t i s									
	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  $d = 120 \sqrt[4]{\frac{N}{n}}$  järgi; tulemused on ümmardatud.

Tabel 38. Riistmasinate jõutarvitus.

M a s i n	Keskmine jõutarvitus HJ
Treipink . . . . .	<u>Kärni kõrgus mm</u> 100
Plaantreipink . . . . .	<u>Treitava eseme maksimaal-läbimõõt mm</u> 500
Puurmasin . . . . .	<u>Puuritava augu läbimõõt mm</u> 15
Freespink . . . . .	10-kordne laudsaani pind m <sup>2</sup>
Lihvipink . . . . .	<u>Lihviketta läbimõõt mm</u> 40
Sepping . . . . .	<u>Käik mm</u> 125
Stants . . . . .	<u>Karra paksus x ~ augu läbimõõt mm</u> 60
Masinkäärid . . . . .	<u>Karra paksus mm</u> 3

Näiteks: Puurmasin, mis suudaks puurida 30-mm läbi-  
mõõduga auke, peab evima veoks mootorit ca 2 HJ;  $\left(\frac{30}{15} = 2\right)$ .

Tabel 39. Rihma laius, rihma paksus, ülekantav võimsus HJ ja rihma kiirus.

12

Rihma laius mm	Rihma paksus mm	Rihma jooksu kiirus meetrites sekundis															
		1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30
		Ülekantavate HJ arv															
50	4	0,3	0,6	1,3	2,0	2,6	3,3	4,0	4,6	5,3	6,0	6,7	7,3	7,9	8,6	9,2	10,0
60	4	0,4	0,8	1,6	2,4	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8,0	8,8	9,6	10,4	11,2	12,0
70	5	0,6	1,2	2,3	3,5	4,6	5,8	7,0	8,1	9,3	10,5	11,7	12,8	13,9	15,1	16,3	17,6
80	5	0,7	1,4	2,7	4,0	5,3	6,6	7,9	9,3	10,6	11,9	13,3	14,5	15,8	17,2	18,6	20,0
90	6	0,9	1,8	3,6	5,3	7,1	8,9	10,7	12,5	14,3	16,0	17,8	19,6	21,4	23,2	24,9	26,8
100	6	1,0	2,0	4,0	6,0	8,0	10,0	12,0	14,0	16,0	18,0	20,0	22,0	24,0	26,0	28,0	30,0
110	6	1,1	2,2	4,4	6,5	8,7	10,9	13,1	15,3	17,5	19,6	21,8	24,0	26,2	28,3	30,5	32,8
120	7	1,4	2,8	5,6	8,4	11,2	14,0	16,8	19,6	22,4	25,2	28,0	30,8	33,6	36,4	39,2	42,0
130	7	1,5	3,0	6,1	9,1	12,2	15,2	18,2	21,3	24,3	27,3	30,4	33,4	36,5	39,5	42,6	45,6
140	7	1,6	3,2	6,5	9,7	13,0	16,2	19,4	22,7	25,9	29,2	32,5	35,6	38,9	42,1	45,4	48,8
150	7	1,8	3,5	7,0	10,4	13,9	17,4	20,9	24,4	27,8	31,4	34,9	38,3	41,8	45,2	48,7	52,4
160	7	1,9	3,7	7,4	11,2	14,9	18,6	22,3	26,0	29,8	33,5	37,3	40,9	44,6	48,4	52,1	56,0
180	7	2,1	4,2	8,4	12,5	16,7	20,9	25,0	29,3	33,5	37,7	41,9	46,0	50,2	54,4	58,2	62,8
200	7	2,3	4,6	9,3	14,0	18,6	23,3	28,0	32,6	37,3	42,0	46,6	51,3	56,0	60,5	65,3	70,0
225	7	2,6	5,3	10,6	16,0	21,3	26,6	32,0	37,3	42,6	48,0	53,3	58,5	64,0	69,3	74,6	80,0
250	8	3,3	6,6	13,3	20,0	26,6	33,3	40,0	46,6	53,3	59,9	66,6	73,3	80,0	86,6	93,2	100,0
275	8	3,6	7,3	14,6	22,0	29,4	36,6	44,0	51,4	58,8	65,9	73,3	80,5	88,0	95,2	102,5	110,0
300	8	4,0	8,0	16,0	24,0	32,0	40,0	48,0	56,0	64,0	72,0	80,0	88,0	96,0	104,0	112,0	120,0
350	8	4,6	9,3	18,6	28,0	37,3	46,6	55,9	62,2	74,6	83,9	93,3	102,5	111,8	121,2	130,5	140,0
400	8	5,3	10,6	21,2	31,8	42,4	53,0	64,0	75,0	85,0	96,0	107,0	117,0	128,0	139,0	149,0	160,0
450	8	6,0	12,0	24,0	36,0	48,0	60,0	72,0	84,0	96,0	108,0	120,0	132,0	144,0	156,0	168,0	180,0
500	8	6,7	13,4	26,8	40,2	53,6	67,0	80,0	93,0	107,0	120,0	133,0	147,0	160,0	173,0	187,0	200,0

177

Tabel 40. Elektriseadme kaitsepadrunite tunnusläätsede ja põhjakruvide värvus.

Väiksed kaitsmed		Keskmised kaitsmed		Suured kaitsmed	
Nimivool amprites	Värvus	Nimivool amprites	Värvus	Nimivool amprites	Värvus
6	roheline	25	kollane	100	punane
10	punane	35	violett	125	kollane
15	hall	60	must	160	sinine
20	sinine	80	valge	200	sinine

Tabel 41. Sègeri keeglite sulamistemperatuur.

Tähistus	022	021	020	019	018	017	016	015a	014a	013a	012a	011a	010a	09a
Sulamis-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
Sulamis-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	
Sulamis-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
Carl Otto	—	Metallarbeiter
Carl Otto	—	Werkzeugschlosser
Max Kurrein	—	Messtechnik
Fr. W. Hülle	—	Werkzeugmaschinen
Fr. W. Hülle	—	Maschinenschlosser
Haeder	—	Konstruieren und Rechnen
		„Tehnika Ajakiri“
		„Tehnika Kõigile“
M. A. Соколов	—	Слесарное дело
—	—	Norton
H. v. Renesse	—	Werkstoff Ratgeber
H. Dubbel	—	Taschenbuch für den Maschinenbau I
—	—	Hütte I, II
—	—	Stoffhütte
H. Gramm	—	Maschinenbau I
—	—	Mathematische und technische Tabellen
—	—	Messen im Maschinenbau
F. Spitzer	—	Rezepte für die Werkstatt
—	—	Grundlehrgang für Maschinenbehandlung
—	—	Feilen, Anreissen, Sägen
Stolzenberg	—	Fachkunde für Maschinenbauer 2.
Uhrmann-Schuth	—	„ „ „ „ 1.
Bonnemiann	—	Fachkunde für Bauschlosser

TEHNILISE KIRJASTUSE  
varem ilmunud raamatud.

Toim. : dipl. ins. A. Põdrus.

- Metallide tehnoloogia.** Dipl. ins. E. Olving.  
132 lk. 65 joon. A 5. 1944. a. Rmk. 3,30.
- Metallide freesimine ja hõõveldamine.** Ins. E. Olving.  
110 lk. 104 joon. A 5. 1943. a. Rmk. 2,30.
- Metallitreimine.** Ins. E. Olving.  
142 lk. 131 joon. A 5. II trükk. 1943. a. Rmk. 3,70.
- Tehniline joonestamine.** Metallitöö. T. Ussisoo.  
61 lk. 128 joon. A. 5. 1940. a. Rmk. 0,96.
- Terase karastamine.** Ins. E. Olving.  
100 lk. 49 joon. A. 5. II trükk. 1940. a. Rmk. 3,20.
- Treiali ja freesija käsiraamat.** Ins. E. Olving.  
152 lk. 136 joon. 1939. a. Rmk. 2,16.
- Lukksepa käsiraamat.** Tehn. A. Kaskneem.  
152 lk. 185 joon. A 5. 1940. a. Rmk. 5,28.
- Elektromontaaž I. Elektriteooria.** Ins. V. Sephans.  
80 lk. 40 joon. A 5. II trükk. 1941. a. Rmk. 2,25.
- Elektromontaaž II. Mõõtmistehnika.** Ins. V. Sephans.  
72 lk. 51 joon. A 5. 1941. a. Rmk. 2,40.
- Elektromontaaž III. Jõujaamad ja vooluallikad.** Ins. V. Sephans.  
104 lk. 36 joon. A 5. 1941. a. Rmk. 3,20.
- Elektromontaaž V. Elektervalgustus.** Ins. V. Sephans.  
63 lk. 25 joon. A 5. 1942. a. Rmk. 1,50.
- Elektromontaaž VI. Elektrimootorid.** Ins. V. Sephans.  
103 lk. 51 joon. A 5. 1943. a. Rmk. 2,80.
- Hoonete ehituskonstruksioone.** Arh. K. Bõlau.  
210 lk. 231 joon. 1938. a.
- Maalri käsiraamat I. Maalri materjalid.** Ins. A. Krik.  
201 lk. 9 joon. 1938. a. Rmk. 2,64.
- Maalri käsiraamat II. Maalritööd.** Ins. A. Krik.  
264 lk. 47 joon. 1942. a. Rmk. 4,25.
- Pottsepa käsiraamat.** Ins. M. Luht ja A. Veski.  
229 lk. 164 joon. 1940. a. Rmk. 2,40.
- Naha tehnoloogia.** Mag. chem. V. Kangro.  
74 lk. 25 joon. 1939. a. Rmk. 1,36.
- Üldine ametiarvutus.** Dipl. ins. J. Jakk.  
104 lk. A 5. 1944. a. Rmk. 2,40.



A-27272

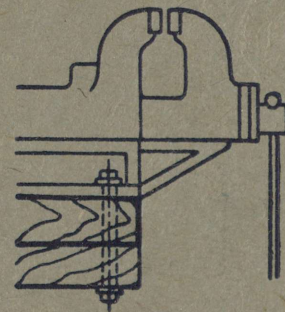
A-27272

TEHNILISE KIRJASTUSE TOIMETISED

# Lukksepatöö

INSENER

ALEKS KASKNEEM



INS. ALEKS KASKNEEM · LUKKSEPATUU

EESTI KIRJASTUS · TALLINN