

Tööõpetus poistele

A-2 55451

R. LAHI, J. NIKLUS, I. UIBO

TÖÖÕPETUS POISTELE

V—VIII KLASS

METOODILINE KÄSIRAAMAT

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1961

6
L 11

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
51237

SISSEJUHATUS.

1. Tööõpetuse eesmärk ja ülesanded.

Tootmise kiire mehhaniseerimine, automatiseerimine, elektroonika ja kiirete arvutusmasinate ulatuslik kasutamine, igakülgne elektrifitseerimine ja teised suure produktiivsusega meetodid muudavad radikaalselt töö iseloomu. Tööliste ja kolhoosnikute töö läheneb oma olemuselt üha rohkem inseneride, tehnikute, agronoomide ja teiste spetsialistide tööle. Sotsialistlikus tootmises peavad töötajad oskama käsitseda täiuslikke tööpinke, kõige täpsemaid mõõteja kontrollaparaate, tundma keerukaid tehnilisi arvestusi ja jooniseid. Mitmekülgne haridus muutub meil seepärast eluliselt vajalikuks.

Meie keskkool peab ette valmistama noori inimesi, kes tunnevad hästi teaduse aluseid ja on ühtlasi võimelised süstemaatiliselt füüsilist tööd tegema. Tuleb kasvatada noorsoos püüet olla ühiskonnale kasulik, võtta aktiivselt osa ühiskonnale vajalike väärtuste tootmisest.

Need seisukohad määravad tööõpetuse eesmärgi ja ülesanded koolis. Vana kool on asendatud uuega ning koos sellega on muutunud ka õppetöö süsteem ja meetodid. Õppeained on oma sisult ja laadilt kohandatud tänapäeva elu vajadustele.

Kapitalistlikus tootmissüsteemis on üksiktöötaja osatähtsus suhteliselt väike. Tööline täidab siin ainult kitsapiirilisi funktsioone, mis võtab võimaluse tema vaimsete ja füüsiliste võimete arendamiseks ning nende kasutamiseks loominguliseks tööks. Sotsialistlik tootmisvorm on aga teistsugune, siin kulgeb töö eeskujuliku organiseerimise, tehnika kasutamise, eesrindliku töökultuuri, toodangu kõrge kvaliteedi ja ratsionaalsuse taustal. Ülaltoodut arvesse võttes on tööoskuse õpetamisel meie haridussüsteemis tähtis koht. Eriala omandamiseks osutub juba üldhariduslikes koolides vajalikuks noorte väljaõppeks kindla programmilise aluse loomine.

Tööõpetus peab andma noortele aluse kaasaegse tootmise mõistmiseks. Võimete mitmekülgne arendamine juba koolis loob noorele võimaluse lülituda pärast kooli lõpetamist aktiivsesse ja loovasse töösse vaba kutsevaliku alusel.

Tänapäeval on nõutav tööoskuse ja hariduse ühendamine. Sotsialistlikus ühiskonnas vajatakse piisava üldhariduse omandanute kõrval ikka enam ja enam kutseharidusega noori. Seetõttu on kooli kohuseks näitlike õppevahendite, hästi sisustatud õppekabinettide jne. abil ühendada teoreetiline õpetus praktikaga. Õpetamise protsess peab haarama õpilase kõiki füüsilisi, vaimseid ja moraalseid võimeid. Tööõpetuse tundides seostuvad need õppeprotsessi küljed kõige vahetumalt.

Suur tähtsus on õpilaste praktilistel töödel töökodades, laboratooriumides ja kabinettides. Katsete, vaatluste ja aparaatide ning seadmete käsitsemise kaudu omandavad õpilased primitiivse oskuse leiutada ja konstrueerida. Praktilised tööd aitavad luua orgaanilist seost teooria ja praktika vahel. Spetsiaalse praktilise õpetuse olemasolu loob reaalse aluse kasvandiku kutsealasele ettevalmistusele. Lihtsamate tööriistade ja masinate käsitsemine, nende korrashoid ja remont on meie aja praktilise töökultuuri lahutamatuks osaks.

2. Töö kasvatusvahendina.

Juba enne Oktoobrirevolutsiooni kavandas V. I. Lenin laste ja noorte kasvatamise sotsialistlikus ühiskonnas kooliõpetuse ja tootliku töö alusele. Kasvatustöö tulemustest on eriti väärtuslikud need, mis saavutatakse töö kaudu. Seepärast on praktilistel töödel koolikasvatuses tähtis koht. Kommunistliku ühiskonna tulevase liikme peamiseks jooneks ongi tema terve suhtumine töösse, olgu see töö siis kas vaimne või füüsiline.

Meie maal on töö kangelaslikkuse ja kuulsuse asjaks. Töö käigus väljenduvad töötaja kõrgemad ja täiuslikumad moraalsed omadused. Töö kaudu on võimalik kasvatada patriotismi, arendada inimest kõlbeliselt ja esteetiliselt. Töö kaudu õpib inimene hindama väärtusi ning seostab seda nähtud vaeva, ajakulu ja kokkuhoiurežiimiga. Töö sisendab inimesesse õige arusaamise tootmisvahendite kasulikkusest, nende hoidmise vajalikkusest. Saab selgeks, et hea tööriist on kvaliteetse töö saamise üheks põhiliseks teguriks. Samuti kujuneb välja töökultuur ning heaperemehelik suhtumine oma töökohasse.

Oma pedagoogilises tegevuses rõhutas A. S. Makarenko veenvalt töö tähtsust kasvatussüsteemis. Enamikus kuritahtlikest ja raskestikasvatatavatest alaealistest koosnevas koloonias lähtus ta kasvatuslike eesmärkide taotlustel kasvandike jõukohasest kehalisest tööst.

Välja arvatud elementaarne eneseteenindamine, on töö enamasti kollektiivne. Seetõttu tuleb ka kooli tööõpetuses rakendada võimalikult kollektiivse töö vormi.

Tööõpetuses teostub lastepärasuse nõude rahuldamine loomupärasemalt ja kergemalt kui mõnes teises õppeaines. Siin rakendatakse tegevusse eeskätt lapse meeled ja kehaliikmed, mida laps

püüab spontaanselt arendada. Meelte arenemine on aga eelduseks ja aluseks mõistuse arenemisele. Võimalus liikuda ja vabalt tegutseda kutsub esile huvi tööõpetuse kui õppeaine vastu. Mõnegi teise õppeaine õppematerjal jääb lapsele tihti abstraktseks. Töötunni tulemused on seevastu resultatiivsed ja konkreetsed. Pealegi on füüsiline töö puhkuseks pärast vaimset tööd.

Vaatamata sellele, et lapsed on kodudes näinud mitmesuguseid tööriistu ning nendega töötamist, on neil, vähesed erandid välja arvatud, praktiliste tööde tundmine veel algeline. Kooli ülesandeks on seetõttu õpilasele kindlate oskuste ja vilumuste andmine. Õpilases ärkab uus mõtlemislaad, tal tekib huvi tööriistade, tööviiside, tehnika, konstrueerimise jne. vastu. Kõige selle kõrval areneb õpilaste praktiline taip, silmamõõt, töövilumus ja püsivus.

Praktiliste tööde tund võimaldab õpetajal õpilasi paremini tundma õppida kui mõni teine tund. Tavaline õppetunni režiim on nüüd asendatud vaba tegevusega, kus palju selgemini ilmnevad õpilase kalduvused ja iseloomujooned.

Oma laadilt on tööõpetus konkreetne õppeaine. Eseme valmistamisel on õpilase tegevus koondatud meeltega tajutava eseme ümber. Töö täitmisel arenevad lapse kehalised võimed, aga samuti ka mõtlemisvõime, sest töö juures mõtleb õpilane sellest, kuidas eset kõige otstarbekamalt valmis saada. Samuti rakendub praktikasse osa tema poolt varem omandatud teoreetilisi teadmisi. Valmis töö on õpilase loominguliseks saavutuseks. Selles ilmneb valmistaja isikupära ja suhtumine töösse. Valmis tööst selgub, kas töö tegija on arvestanud õpetaja poolt esitatud nõudeid, kas töö on vajalikult täpne ja puhas, kas see on valmistatud hästi või pealiskaudselt. Valmis töö kutsub esile kriitika ja enesekriitika. Avardub kasvandiku kriitiline suhtumine oma lähemasse ümbrusse, tekib arusaamine eseme otstarbest, kasulikkusest, ilust, odavusest, materjali kokkuhoiust, ajakulust jne.

N. Krupskaja ja A. Makarenko on veenvalt näidanud, kui tähtis osa on tööl täita esteetilises kasvatuses. Lapse esteetilised tunded ei arene ega kujune mitte ainult ilusa ja maitseka ümbruse mõjul, vaid suurel määral just töö mõjul. Iga töö on suuremal või vähemal määral looming. Juba see üksi sunnib valmistatava eseme praktilise kasutamise kõrval mõtlema ka ilusale ja otstarbekohasele välimusele. Juba tööülesannete andmisel tuleb õpilastele selgitada, et iga valmistamisele tulev ese peab olema 1) vastav määratud otstarbele, 2) vastupidav, 3) konstruktsioonilt praktiline ja 4) meeldiva välimusega, s. t. peab rahuldama nii eseme valmistaja enda kui ka selle kasutaja esteetilist maitset.

Oma mängus ja töös on laps sageli praktik. Eseme praktiline kasutamine on selle valmistamisel esikohal. Laps ilustab enda valmistatud esemeid heameelega, kui sellele aga tähelepanu juhitakse. Tarvitseb vaid jälgida, kui suure innuga õpilased värvivad oma töid või kasutavad põletusaparaati põletuskirjade valmistamisel. Seda indu tuleb ära kasutada laste esteetilise meele arendamiseks.

On õige, et laste maitse on sageli primitiivne ja vastuolus üldiste arusaamadega ilusast ja inetust. Õpetaja selgitus, õpilaste tööde omavaheline võrdlus, heade eeskujude vaatlemine, katsetamine ja rõõm õnnestunud nägusast tööst ongi nendeks stiimuliteks, mille kaudu areneb lapse värvimeel ja maitse.

Tööõpetuse kaudu saab õpilasele selgeks, et inimesed püüavad töötada sihipäraselt ja loominguliselt, luua väärtusi. Temas areneb soov luua ka ise vajalikku ja ilusat.

I. TÖÖÕPETUSE KLASSID.

1. Ruumid.

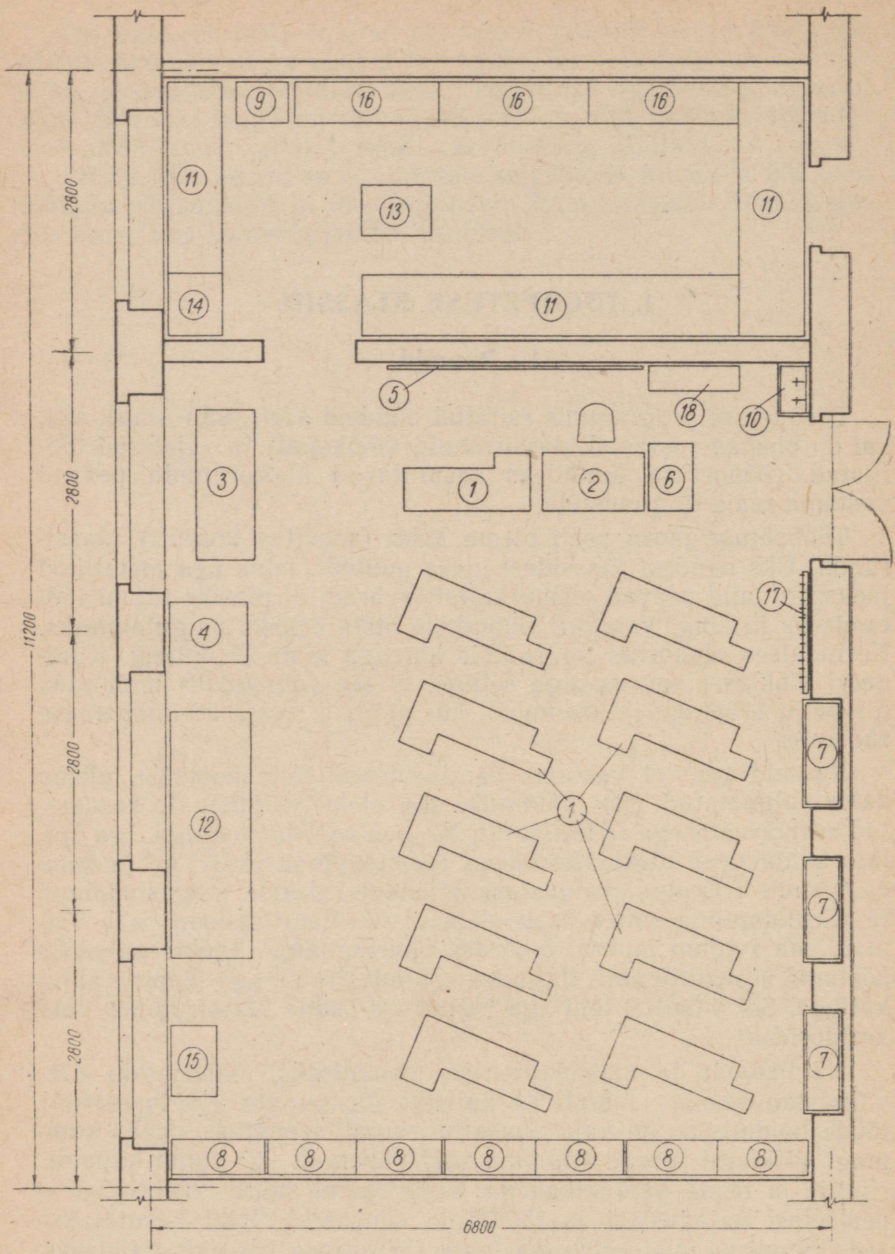
Tööõpetuse programmis esitatud nõudeid saab täita ainult siis, kui on olemas vastavad klassiruumid (töökojad) ja vajalikud tööriistad. Tööõpetuse tundideks kasutatavad klassiruumid peavad vastama reale tingimustele.

Tööõpetuse jaoks peab olema kaks (soovitav kõrvuti) klassiruumi. Üks nendest klassidest oleks puutöö-, teine aga metallitöö jaoks. Ruumid peavad olema küllalt avarad, et piisaks ruumi töötamiseks ja kõigi vajalike tööpinkide otstarbekaks paigutamiseks. Normaalses olukorras on ruumis korraga kuni 20 õpilast. Kummagi tööklassi suurus olgu selline, et see võimaldaks mahutada nii palju tööpinke ja seadmeid, kui palju on vaja 20-liikmelisele rühmale.

Ruumid peavad vastama sanitaartehnilistele nõuetele, olema hästi valgustatud (kui võimalik, siis elektrivalgustus), varustatud vesivarustusega ja laitmatult töötava ventilatsiooniga. Iga õpilase kohta peab tööklassis olema põrandapinda ca 3,5 m^2 ja õhku ca 5,0 m^3. Tööruumi valgustuskoefitsient (akende valgustuspinna ja põrandapinna suhe) peab olema 1 : 4. Ventilatsioon peab võimaldama 1 tunni jooksul 3-kordse õhuringkäigu. Tööklasse peaks köetama keskkütte abil. Paljudes kohtades tuleb aga leppida ahjuküttega. Sel puhul ei tohi aga ahjuuksed asuda klassiruumis, vaid koridorides.

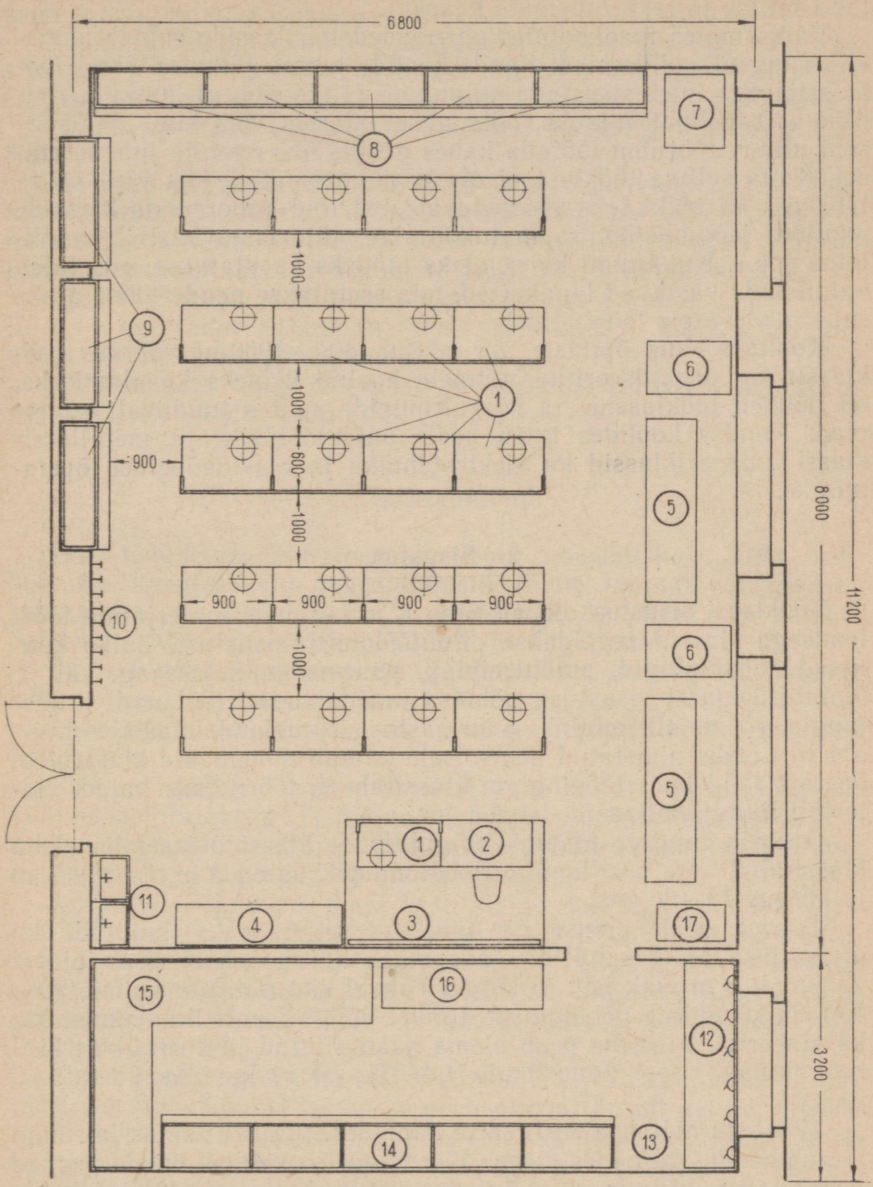
Näidistööde ja materjalivarude hoidmiseks, materjalide ettevalmistamiseks ja samuti ka õpilaste lõpetamata (ja lõpetatud) tööde hoidmiseks on vaja omaette ruumi, seepärast peaks kummagi tööklassi juurde kuuluma veel vähemalt üks ruum kappide, riiulite ja teiste panipaikadega. Selle ruumi suurus oleneb kohapealsetest vajadustest ja töörühma suurusest. Tihti kasutatakse seda ruumi ka mõningate masinate (ketassaag jt.) paigutamiseks, liimi keetmiseks jne.

Loomulikult saab kõiki neid nõudeid arvestada ainult uute, ehitatavate koolimajade juures. Olemasolevate koolimajade juures tuleb leida võimalus mõne ruumi tööklassideks ümberehitamiseks



Joon. 1. Puidutööklass.

1 — höövelpingid; *2* — õpetaja laud; *3* — treipink; *4* — puurmasin; *5* — klassitahvel; *6* — käi; *7* — seinakapid pooleliolevate tööde paigutamiseks; *8* — kahe poolega kapid; *9* — prügikast; *10* — veekraanid valamutega; *11* — laudade kuivatamise riiul; *12* — monteerimislaud pistikupesadega elektripõletite jaoks; *13* — kombineeritud tööpink; *14* — aknaalune näidistööde kapp; *15* — elektripliit; *16* — materjalide ja õppeabinõude kapid; *17* — põllede ja töökitlite nagi; *18* — tööriistade kapp.



Joon. 2. Metallitööklass.

1 — töölaud; *2* — õpetaja laud; *3* — klassitahvel; *4* — tööriistade kapp; *5* — treipingid; *6* — puurmasinad; *7* — muhvelahi; *8* — seinakapid õpilaste tööde jaoks; *9* — sisseehitatud seinakapid õpilaste tööde jaoks; *10* — põllede ja kitlite nagi; *11* — veekraanid valamutega; *12* — montaažilaud pistikupesadega; *13* — prügikast; *14* — seinakapid materjalide paigutamiseks; *15* — riiulid; *16* — õppeabinõude ja näidistööde kapp; *17* — smirgelkäi.

või uute ruumide juurdeehitamiseks. Selleks võib edukalt kasutada šeffide ja lastevanemate kaasabi.

Väiksemates maakoolides on nõuded tööklasside suhtes mõnevõrra tagasihoidlikumad. Nende koolide juures jätkub ühisest tööklassist. See tuleb sisustada nii puutöö (10 töökohta) kui ka metallitöö (10 töökohta) jaoks. Niisuguses klassis võib kuni 20 õpilaseni ulatuv töörühm töötada kahes grupis ühe õpetaja juhendamisel. Kuna selline tööklass ei ole eriti koormatud, siis võib selles läbi viia ka kõiki teisi tööõpetusalaseid töid (nooremate klasside papitöö, punumistöö, raamatuköitmine, tütarlaste käsitöö, voolimine jne.). Kui ruumi ka nendeks töödeks kasutatakse, siis tuleb valmistada vastavad laudkatted, mis asetatakse nende tööde ajaks ruumis olevatele tööpinkidele.

Koolides, kus õpilaste arv ulatub 800—1000-ni või kus tööklassid on organiseeritud mitmele koolile ühiseks kasutamiseks, on nõuded tööklasside ja kõrvalruumide suhtes tunduvalt suuremad. Nendes koolides tuleb peale puidutööklassi ja metallitööklassi luua eriklassid ka elektrotehnika ja masinaõpetuse õpetamiseks.

2. Sisustus.

Tööklassi sisustus oleneb sellest, missuguste materjalide töötlemisega klassis tegeldakse. Puutööklassi sisustuse hulka kuuluvad höövelpingid, puidutreipink, puurmasin, ketassaag, käi jt. Metallitööklassi sisustuse põhiosa moodustavad töölauad, kruustangidega metallitreipink, puurmasin, sirutuslaud, alasi, muhvelahi jt. Lisaks nimetatud sisustusele kuulub mõlemasse klassi veel õpetaja laud koos tööpingiga, klassitahvel, tööriistade kapid, materjaliriiulid, stellaažid, istmed jm.

Õpetaja laud ja tööpink paigutatakse klassi otsaseinas oleva klassitahvli ette poodiumile. Poodiumi pikkus on 3 m, laius 1,7 m ja kõrgus 18—20 cm.

Tahvel peab olema nii suur, et sellel saaks kujutada ka ulatuslikke tööülesandeid. Tööõpetuse klassi tahvel peab olema vähemalt 3 m pikk ja 1 m kõrge. Tahvel kinnitatakse seinale 90—100 cm kõrgusele poodiumist. Tahvel võib olla nii linoleumist kui ka vineerist. Viimane peab olema hästi silutud ja korralikult kititud pinnaga, sest konarlikule tahvlile on raske teha korralikku joonist.

Tööriistu hoitakse vastavates kappides. Riiulite asetus ja ruumi jaotus nendes kappides oleneb tööriistade suurusest. Kapid peavad olema sellise kõrgusega, et õpilane ulatuks ka ülemiselt riiulilt tööriistu võtma. Maksimaalseks tööriistade kapi kõrguseks võib seepärast olla 180 cm. Kui tööriistade hoidmiseks kasutatakse seinadesse sisseehitatud kappe, siis tuleb nende 180 cm-st kõrgemale ulatuv ülemine osa eraldada eri uksega kapiks. Sinna võib paigutada vähekasutatavaid materjale või tööriistu. Sel juhul peab töö-

klassis ülemiste kappide juurde pääsemiseks olema sobiva kõrgusega kerge tõstetav trepp.

Tööklassi ei ole soovitav paigutada lahtisi riiuleid, küll aga võib neid üles seada tööklassi kõrvalruumi. Neid riiuleid võib kasutada mitmesuguste materjalide ja pooleliolevate tööde hoidmiseks.

Istmetena tuleb tööõpetuse klassides kasutada lihtsaid taburette.

Masinad ja muud seadmed tuleb paigutada vastavalt ohutustehnika nõuetele. Samuti ei tohi nende paigutus takistada liikumist ning normaalset tööd klassis. Joonistel on toodud puutööklassi ja metallitööklassi seadmete paigutamise näidisskeemid.

Igas tööklassis peab olema esmaabikapp vajalike arstimitega ja 2—4 veekraani valamuga. Ka puutööklassi materjaliruumis peaks olema veekraan valamuga.

Kõik seadmed ning tööriistad peavad oma ehituselt, kaalult ja mõõtmetelt vastama laste eale.

3. Õppeabinõud.

Igas tööõpetuse klassis peab olema õppeabinõude kogu. Tööõpetuses kasutatavaid õppeabinõusid võime jaotada järgmisteks rühmadeks: 1) tööjoonised, 2) näidistööd, 3) pildid, 4) tabelid, 5) materjaliproovid, 6) diapositiivid ja õppefilmid.

Õppeabinõude kogus peab iga õppeprogrammis oleva eseme kohta olema tööjoonis. Tööjoonised võivad olla kahesugused: suured näidisjoonised ja väikesed, joonestusformaadile nr. 4 tehtud joonised.

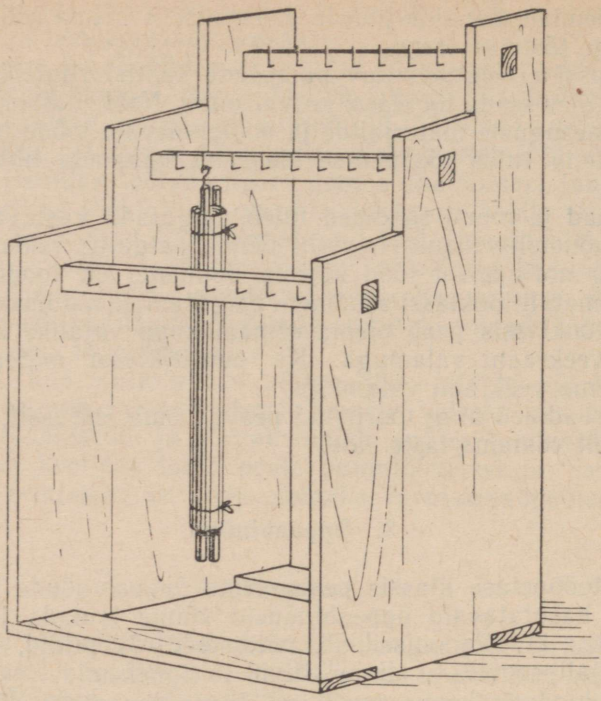
Suured näidisjoonised valmistatakse suurele paberipoognale (joonestusformaat nr. 1) tušiga vastavalt neile nõudeile, mida seatakse õpilase poolt valmistatavatele korralikele tööjoonistele. Suure näidisjoonise valmistab tavaliselt õpetaja.

Väikeste tööjooniste kogu kasutatakse selleks, et anda õpilastele tööjooniste valmistamiseks head eeskuju. Jooniste kogu koostatakse õpilaste parematest tööjoonistest. Need joonised valib välja õpetaja, liigitab klasside kaupa ja säilitab vastavate kaante vahel või mapis. Samal eesmärgil võib koolis säilitada ka õpilaste paremaid töövihikuid.

Igast õppeprogrammis ettenähtud tööst peab koolis olema näidiseksemplar. Näidiseksemplar peab olema täpselt selline, millise õpilased peavad valmistama. Tavaliselt valmistab näidiseksemplari õpetaja, kuid näidiseks võib edukalt olla ka õpilase poolt korralikult valmistatud ese. Tööde näidiseksemplarid liigitatakse õppeaastate järgi ja hoitakse vastavates kappides.

Tööõpetuse tundides saab kasutada fotosid nii valmistamisele tulevatest esemetest (demonstreeritakse õpilastele näidiseksemplaride asemel), materjalide töötlemisest, tehnoloogiast jne.

Edukalt võib kasutada ka mitmesuguseid väljalõikeid ajakirja-



Joon. 3. Nagi tabelite hoidmiseks.

dest, reproduktsioone jne. Need materjalid liigitatakse samuti klasside järgi ja säilitatakse vastavates mappides.

Tabelid, diagrammid ja skeemid, mis aitavad illustreerida ja selgitada läbivõetavat õppematerjali, liimitakse papile või kinnitatakse pulkade külge ning varustatakse nööriga tabeli ülesriputamiseks.

Materjaliproovide hulka kuuluvad eeskätt mitmesugused pinna- ja lõikenäidised töötlemisele tulevast materjalist, näit. piki- ja ristlõiked mitmesugustest puuliikidest, metallplaadid, nende töötlemise näidised jne. Materjaliproovide hulka kuuluvad ka mitmesugused materjalide vastupidavust, kaalu, pinna viimistlemisastet jne. selgitavad näidised.

Parema käsitsemise otstarbel kinnitatakse materjaliproovid papist või vineerist alusele. Tolmumise ja pleekimise vältimiseks hoitakse materjaliproove suletud kappides.

Suure väärtusega on mitmesugused diapositiivid, diafilmid ja õppefilmid materjalide töötlemise, tööriistade käsitsemise ja töövõtete selgitamisel.

Õppeabinõude hulka kuuluvad tingimata ka igasugused ohutustehnikat ja tööõnnetuste vältimist selgitavad tabelid, diapositiivid ja õppefilmid.

II. TÖÖ PLANEERIMINE.

1. Õppeprogrammi sisu.

Polütehniline õpetus koolis on jaotatud mitmesuguste õppeainete vahel eesmärgiga viia kogu õppematerjal omavahelisse seosesse. Töötades õpivad lapsed praktiliselt kasutama oma teadmisi aritmeetika, loodusõpetuse, joonestamise ja teiste õppeainete alalt.

Tehnika võidukäik kohustab tööõpetust seostama tegelikkusega. Paaril viimasel õppeaastal on Eesti NSV-s tarvitusele võetud rida abinõusid, mis on tulnud tööõpetuse õpetamisele kasuks.

Praegu kasutatavates õppeprogrammides on õppematerjal jaotatud vastavalt kooli astmetele. Praktiliste tööde esimeseks astmeks on tööõpetus I—IV klassis. Arvestades poiste ja tüdrukute huvialade ja võimete ühtumist, ei tehta selles astmes veel soolist vahet.

Esimene aste on ettevalmistuseks polütehnilisele õpetusele üldharidusliku kooli vanemates klassides. Sellel astmel valmistavad lapsed tööõpetuse tundides mitmesuguseid lihtsaid mänguasju, mudeleid, õppeabinõusid jne., tutvudes nende ülesannete lahendamise kaudu mitmesuguste töövõtetega ja omandades vilumust. Siin pannakse alus käelise tegevuse teadlikule arendamisele. Seepärast peavad lastele antavad tööülesanded olema paigutatud kindlasse süsteemi, milles töövõtete mitmekesisus, töö raskus ja valmistatavate esemete keerukus pidevalt kasvab.

Arvestades laste psüühikat, tuleb esialgu anda tööülesandeid, mille valmistamine nõuab vähe aega (mitte üle ühe õppetunni). Alles hiljem hakatakse tegema pikemat aega nõudvat töid.

Tööõpetuse tundides tutvuvad õpilased mitmesuguste lihtsamalt töödeldavate materjalidega, nagu paber, papp, plastiliin, savi, vineer jt. Õpitakse tundma nende materjalide omadusi ja töödeldakse neid lihtsamate tööriistade abil.

Teise astme moodustavad V—VIII klasside õpilased. Tööõpetus ei toimu siin enam tavalises klassis, vaid tööõpetuse klassides.

Selles astmes toimub materjalide töötlemise põhiliste võtete omandamine ja mitmesuguste aparaatide, mudelite, makettide, tööriistade, tarbeesemete ja inventari valmistamine. Vanemas ast-

mes tehakse lihtsamaid installatsioonitöid ja parandatakse koduses majapidamises kasutatavaid elektriaparaate.

Erilist rõhku pannakse õppeprogrammis töövõtete kindlale omandamisele. Koos töövõtete ja operatsioonidega võetakse läbi ka tööriistade ja peamiste materjalide õpetus (puit, metall jne.).

Tänapäeva tööstuses teevad enamiku tööst masinad. Seepärast peaksid õpilased juba tööõpetuse tundides tutvuma tööstuses kasutatavate masinatega. Sel eesmärgil tuleks muretseda koolile mõned lihtsamad tööpingid. Need tööpingid oleksid koolis kas õppevahenditeks või tootmismasinateks. Viimatiöeldut tuleb võtta küll problemaatiliselt, sest ohutustehniliselt ei ole õige soovitada koolile sedaliiki masinaid, mis nõuavad töötajalt vilumust juba esimese töövõtte sooritamisel. Õpilastele on eriti ohtlikud ketassaag ja höveldamismasin. Kui olemasolevaid tööpinke kasutatakse tootmismasinatena, siis tuleb rakendada kõiki ohutustehnika eeskirju. Ka õpetajalt nõuab masinate käsitlus täit vilumust.

Programmis esitatud õppematerjali kandvam osa käsitleb puiduja metallitööd. Nendeks töödeks vajalikud materjalid on ka kõige enam kasutatavad, kättesaadavad ja elulähedasemad. Samuti arendab õpilast nende materjalide keerukas ja mitmekülgne tehnoloogia. Käesolevas raamatus on toodud ka mõningaid teisi materjale ja tööliike (raamatuköitmine, harjatöö, kunstsarvetöö, punumistöö jne.), mida saab kasutada vastavalt oludele ja kohapealsetele vajadustele. Samuti annavad need tööliigid head materjali klassiväliseks tööks.

Õpilaste silmaringi laiendamise eesmärgil võiks võrrelda tööd tööõpetuse klassides analoogiliste tööprotsessidega tööstuses. Programmis on selleks ette nähtud ekskursioonid. Samal eesmärgil võib aga rakendada ka mitmesuguseid näitlikke õppevahendeid.

Programmi üksikasjalisema osa moodustab näidistööde loetelu. Näidistööde valik on tehtud selliselt, et nende valmistamisel võetakse läbi kõik töövõtted kindlas geneetilises järjekorras. Tööde arv oleneb muidugi kooli võimalustest. On ju teada, et eduka töö tagatiseks on korralik materiaalne baas, sisseseade ning õpetaja meisterlikkus.

2. Õppematerjali jaotus.

Õppeprogramm on selleks raamiks, mis piiritleb õppematerjali ulatuse ühel või teisel arenemisastmel. Seejuures on õppematerjal klasside vahel jaotatud nii, et toimuks järkjärguline üleminek kergematelt töövõtetelt raskematele, kergemini töödeldavatelt materjalidelt raskemini töödeldavatele materjalidele, kergematelt tööülesannetelt raskematele tööülesannetele.

V klass.

Sissejuhatus.

Tutvumine tööklassi, selle sisseseade ja töökohaga. Tutvumine ohutustehnika nõuetega. Lihtsa tehnilise joonise lugemine.

Vineeri- ja puutöö.

Materjal. Mitmesugused puiduliigid (mänd, kuusk, haab, lepp, kask, tamm, saar, vaher, jalakas), nende iseloomulikud omadused ja erinevused. Liist, laud ja vineer, nende valmistamine ja kasutamine. Naelad ja puidukruvid. Liim. Liivapaber. Peits, värnits ja lakk.

Tööriistad. Joonlaud, nurgik, nööbits, sirkel, õgvendusliistud, mitmesugused saed, höövlid, puurivänt, mitmesugused puurid, vasar, naelatangid, naaskel, kruvikeeraja, lõikenuga. Mitmesugused pintslid, põletusaparaat, viil, raspel, liimipott. Tööriistade hooldamine ja lihtsamate lõikeriistade teritamine.

Töövõtted. Materjalile märkimine tööjoonise järgi. Töötlemisvaru jätmine. Saagimine. Hööveldamine. Puurimine. Osade ühendamine naeltega, puidukruvidega ja liimiga. Liimi valmistamine. Pindade puhastamine höövliga, raspliga, viiliga ja liivapaberiga. Peitsimine, vahatamine ja lakkimine. Tööde kaunistamine lõike- ja põletustehnikas.

Näidistöid. Harjahoidja. Soolavakk. Katseklaaside alus. Lauatennise labidad. Lindude söödamaja. Paberikorv. Riidepuu. Pikeerimispulgake. Lillekepp. Kaardikepp. Harjavars. Taime-etikett. Lauake saviga ja plastiliiniga töötamiseks. Lauake toiduainete lõikamiseks. Kriidikast. Istikukast. Lindude pesakast. Kodulindude söödaküna.

Õppekäik puidutööstusse. Mehhaanilise töötlemise võrdlemine käsitsitööga.

Metallitöö.

Materjal. Raud-, teras-, vask- ja alumiiniumtraat. Pleki põhiliigid (must plekk, tsingitud plekk, tinutatud plekk, lehtalumiinium, messing- ja vaskplekk), nende iseloomulikud omadused ja erinevused. Needid. Jootetina ja puhastusained (jootevedelik, jootepasta, salmiaak). Liivapaber.

Tööriistad. Joonlaud. Nurgik. Märkimisora. Sirkel. Mitmesugused viilid. Plekikäärid. Lapik-, ümar- ja lõiketangid. Kruustangid. Valtsimisraud. Puitvasar. Raudvasar. Torn. Rauapuurid. Trellpuur. Puurmasin. Jootekolb. Tööriistade hooldamine ja ohutustehnilised nõuded tööriistade käsitsemisel.

Töövõtted. Materjalile märkimine. Lõikamine. Õgvendamine. Viilimine. Painutamine. Augulöömine. Puurimine. Osade ühendamine neetimise, lihtvaltsimise ja jootmise teel. Metallesemete puhastamine, lakkimine ja värvimine.

Näidistöid. Võtmerõngas. Liblikavõrgu rõngas. Kett. Palituhaak. Küünlajalg nääripuule. Traadist püsivusmängud-mõistatused. Võtmeripats. Piparkoogivorm. Kaaneta karp. Mängulabidas. Juurviljariiv. Kalariiv. Toiduvorm. Kuupdetsimeeter. Tuulelipp.

Õppekäik plekksepa-töökotta lehtmetalli töötlemisega tutvumiseks.

Elukondlikud tööd.

Põrandate (kivi, puu, värvimata, värvitud, linoleum, parkett), lagede ja seinte (õlivärv, kriitvärv, tapeet) puhastamine. Mööbli (vahatatud, lakitud, värvitud, poleeritud) korrastamine. Elektriseadmete (tolmuimeja, poonimisaparaat jt.) kasutamine.

VI klass.

Puutöö.

Materjal. Tarbepuidu liigid (ümarpuit, saelaud, pind, servatud laud, plank, pruss). Puidu vead. Toores ja kuiv puit. Puidu tehnilised omadused. Tisleriliim. Õlivärv.

Tööriistad (lisaks eelmistele). Mitmesugused peitlid.

Töövõtted (uued). Peiteldamine. Puitosade ühendamine rist- ja kraadtappide abil.

Näidistöid. Nääripuujalg. Ekker. Käterätivarn. Istepink. Riidenagi. Triikimislaud. Saapasulane. Seinariiul. Pildiraam.

Õppekäik saeveskisse.

Metallitöö.

Materjal (lisaks eelmistele). Metallide omadused (kõvadus, rabedus, plastilisus). Metallide töötlemisvõimalused.

Tööriistad (lisaks eelmistele). Kummimisvasarad.

Töövõtted. Pleki serva tugevdamine lihtvaltsimise, toruvaltsimise ja traadi sissevaltsimise teel. Pleki kummimine. Metallesemete oksüdeerimine, puhastamine ja värvimine.

Näidistöid. Aknahaak. Pliidiraua konks. Kalakahvel. Kalaküpsetusrest. Prügikühvel. Pann. Lehter. Sõlg. Sulepeaalus. Laualipu alus. Puuviljavaagen. Küünlajalg.

Punumistööd.

Materjal. Õlg, kõrkjad, luga, juur, koorimata ja kooritud vitsad. Niit. Naelad.

Tööriistad. Nuga. Vitsakäärid. Koorimislaud või -pulk. Vitsalõhestaja. Vitsahöövel. Ora.

Töövõtted. Mitmesugused punumisvõtted.

Näidistöid. Jalamatt. Lavamatt. Puitpõhjaga korv. Marja- või kartulikorv. Turukorv.

Raamatuköitmine.

Materjal. Mitmesugused paberid. Papp. Liim. Linad. Niit. Riie. Köitekalingur.

Tööriistad. Õmblusraam. Raamatupress. Pressilaud. Servahöövel. Haamer. Terasjoonlaud. Naaskel. Käärid. Valtsluu. Nuga. Liimipott.

Töövõtted. Raamatute parandamine ja lihtköitmine.

Näidistöid. Mitmesuguseid lihtköite töid.

Elukondlikud tööd.

Rõivastus- ja pesuesemete nõelumine ja paikamine. Ülikonna puhastamine ja korrastamine. Lihtsamate plekkide kõrvaldamine. Pesupesemine. Särgi triikimine ja pükste pressimine.

VII klass.

Puidutöö.

Materjal (lisaks eelmistele). Ümarpuit.

Tööriistad (lisaks eelmistele). Šabloon. Miiunurgik. Surukruvid. Suruklambrid. Treipeitlid.

Töövõtted (uued). Plaatide liimimine. Surukruvide ning -klambrite kasutamine. Lihtsamad treimistööd.

Näidistööd. Tööriistade kast. Naelakast. Söödaküna. Reha. Joonestuslaud. Nurkjoonlaud. Tööriistade pead. Taignarull. Puitvasar. Sukaseen. Pudrunui.

Metallitöö.

Materjal (lisaks eelmistele). Tarbeterase põhiliike (leht-, vits- ja latt-teras). Nende kasutamisvõimalused. Metallide kasutamisalad ja nende tähtsus tööstuslikus tootmises.

Tööriistad (lisaks eelmistele). Õgvendusplaat või alasi. Meislid. Rauasaag. Käsi- ja elektritrell. Puurmasin. Kruustangid. Nihkkaliiber. Kruvikaliiber.

Töövõtted. Metallide õgvendamine, raiumine, lõikamine, viilimine ja puurimine.

Näidistöid. Kastihinged. Raaminurgad. Saeräsaja. Vasar Lukuvõti toorvõtmest.

Tehnilised mudelid ja õppeabinõud.

Töö toimub varemkasutatud materjalide, tööriistade ja töövõtete baasil.

Näidistöid. Vesiratta mudel. Kummimootoriga liugpaadi mudel. Purjeka mudel. Vee- ja tuuleturbiini töötav mudel. Kraana lihtsustatud töötav mudel. Kangkaalud. Kaldpind. Taimepress. Planšett. Astrolaab. Vesilood. Tahvlimall. Tahvlisirkel. Kolmnurk. Pantograaf. Eklimeeter. Mitmesugused muud koolis vajalikud õppeabinõud ja mudelid.

Elukondlikud tööd.

Ruumide sanitaarremont. Krohvi parandus. Kruvide ja tugede sissekipsimine krohviseina. Värvimine lubi-, liimi- ja õlivärviga. Tapeetimine. Põrandate värvimine.

VIII klass.

Puidutööd.

Puidu mehhaniseeritud töötlemine. Tutvumine puidutöötlemise masinatega ja ohutustehnika nõuetega nendel töötamisel.

Masinad. Ketassaag. Höövelmasin.

Näidistöid. Taburett. Seinakapp. Raamaturiiul. Aiamööbel. Lastemööbel.

Õppekäik mööblitööstusse.

Metallitöö.

Materjal sama, mis eelmistes klassides.

Tööriistad (lisaks eelmistele). Keermelõikeriistad (puurid, pakid, lõikurid, puuripidemed, vändad, klupid jne.). Keermešabloon. Metallitreipink ja lõiketerad.

Töövõtted. Välis- ja sisekeerme lõikamine. Keerme läbimõõdu ja profiili kontrollimine. Silindriliste välispindade treimine käsitsi ja mehhaanilise ettenihkega. Detaili mõõtmete kontrollimine. Täisnurksete sisselõigete treimine.

Näidistöid. Polt. Kruvi. Mutter. Kärn. Torn. Tiibmutter. Suruklamber. Teljed, võllid, poldid ja klemmid õppevahendite, tehniliste mudelite ja tööriistade jaoks.

Installatsioonitööd.

Õppeabinõud. Installatsioonimakett. Majaühenduskast. Induktor. Transformaator. Elektromagnet. Kompass. Elektrikõlisti. Arvesti. Voltmeeter. Ampermeeter. Kaitsmed. Juhtmed. Lambipesa. Pistikupesa. Lüliti. Harukarp. Isolaatorid. Elektrilamp. Taskulamp. Elektrikeetja. Elektritriikraud. Tolmuimeja.

Materjalid. Taskulambi patarei. Mitmesugused juhtmed. Kellatraat. Isoleerpael. Bergmanni toru. Küttespiraalid. Tina.

Tööriistad. Nuga. Lõiketangid. Kett-tangid. Lamemokktangid. Jootekolb. Puur. Mutrivõti. Kruvikeerajad.

Praktilised tööd. Tööd madalpingega: juhtmeotste ettevalmistamine, juhtmete jätkamine, taskulambi töökorda seadmine, elektromagneti valmistamine ja elektrikõlisti ülesseadmine. Tööd maketil madalpingega: juhtmete jätkamine, hargnemine ja ettevalmistamine seadmesse ühendamiseks, voolu võtmine valgustusvõrgust, kaitsmete, lambipesade, lülitite ja seinakontaktide ülespanemine. Majapidamises kasutatavate elektriaparaatide parandustööd (elektrikõlisti, keeduplaat, elektrikeetja, triikraud, tolmuimeja, põletusaparaat jt.), rikete avastamine, küttekehade vahetamine ja rikete parandamine.

Programmis ettenähtud töövõtete ja operatsioonide edukas omandamine on teostatav ainult siis, kui seda tehakse teadlikult. Tutvumine uute tööriistade käsitsemisega peab toimuma koos vastava selgitusega tööriista ehitusest ja konstruktiivsetest iseärasustest. Selgitus tuginegu õpilaste füüsika-alastele teadmistele. Tööriista õiged käsitsemisvõtted ja tööasend, mis tagavad minimaalse jõukulu juures kvaliteetse töö, peavad tööprotsessis õpilasele saama harjumuseks.

Õppetöö õige organiseerimise tulemusena peavad õpilased oskama õigesti valida vajalikku materjali, kasutama seda ratsionaalselt ja tarvitama selle töötlemisel õigeid tööoperatsioone. Samuti peavad õpilased oskama valida materjali töötlemiseks vajalikku tööriista, seda töökorda seada ja tundma selle käsitsemisvõtteid. Materjalide ja tööriistade käsitsemisel tuleb rangelt nõuda ohutustehnika nõuete täitmist.

Programmi iga teema juures antud näidistööde loetelust on õpilane kohustatud teema läbivõtmiseks ettenähtud õppetundide jooksul valmistama 1—2 eset. Töid võib valida õpilane ise, kuid lõplikult määrab tööülesande ikkagi õpetaja, lähtudes õpilase oskustest ja kogemustest.

Tööõpetuse tundides hinnatakse õpilasi viiepallilise süsteemi alusel. Hindamisele kuuluvad kõik õpilase poolt valmistatud esemed. Hindamise aluseks tuleb võtta valmiseseme kvaliteet, välimus, töötlemise ja viimistlemise puhtus, kulutatud aeg, tööriistade õige ja praktiline käsitsemisoskus ning kord ja puhtus töötamisel.

Klassivälise töö raames tuleb soovitada õpilaste osavõttu «Osavate käte» ringist. Selles ringis tehtav töö peab innustama õpilasi tehnika-alasele loomingule ja rahuldama õpilaste tegutsemisvajadust. Ringis valmistatakse mitmesuguseid õppeabinõusid, tehnilisi mudeleid, mänguasju lasteaedadele, esemeid pioneeritoa sisustuseks jne. Ühiskondliku töö korras oleks mõeldav õpilaste abi ka spordiväljaku inventari valmistamisel, koolimaja elektriseadmete korrastamisel, kooliaia tara, kasvuhoonete ja lavade ehitamisel, geograafiaväljaku sisustamisel, laagriehituste püstitamisel ning remontimisel jne. Niisugustel õigesti organiseeritud ühiskondlikel töödel on suur üldhariduslik ja kasvatuslik väärtus.

3. Töö planeerimine.

Edukaks teadmiste, oskuste ning vilumuste omandamiseks on tarvis teha järjekindlalt tööd. Õppematerjali läbivõtmine peab toimuma kindlas, õpetaja poolt planeeritud korras. Üksikut õppetundi ei saa õigesti üles ehitada, kui õpetaja ei tea, missugune osa on täita sellel üksikul õppetunnil kogu õppe- ja kasvatustöö süsteemis.

Õppetöö planeerimisel tuleb arvestada:

a) kehtivat õppeprogrammi,

b) õppetööks ettenähtud aega,

c) õpilaste arengutaset,
d) kohalikke tingimusi ja
e) seost teiste õppeainetega.

On selge, et mitmesugustest asjaoludest tingituna ei toimu tööõpetuse õpetamine kõikides koolides võrdse eduga. Näiteks ei saa programmis ettenähtud õppematerjali läbivõtmist ühesuguste tulemustega ning samade töövõtetega teostada suures, eeskujulikkude töökodade ning seadmetega varustatud musterkoolis ja mõnes väikeses, piiratud võimalustega koolis.

Kehtiv õppeprogramm on koostatud kindla süsteemi kohaselt, arvesse võttes vajalike oskuste ja teadmiste hulka igal arenguastmel. Kuid õppeprogrammi ei tule käsitada kui mingit dogmat, millest tuleb iga hinna eest kinni pidada. Sageli ei ole kohapeal võimalusi ühe või teise programmis märgitud töö läbiviimiseks. Seda seepärast, et puudub kas tööklass, elektrivool või mõni vajalik tööriist. Kõiki sedalaadi takistusi on töö planeerimisel võimalik arvestada. Selliselt kujuneb tööplaan reaalseks ning olemasolevate tingimuste ja võimaluste juures teostatavaks.

Tööplaani koostamisel on soovitatav arvestada kohalikku elulaadi, elanikkonna spetsiifilist tööala, traditsioone ja kohapealset materjali. Kui näiteks kohapealne elanikkond oma põhiosas tegeleb kalapüügiga, siis on loomulik ja vajalik kooli tööõpetuse tundidesse planeerida ka võrgukudumine, kuigi õppeprogramm seda põhitööliigina ette ei näe. Samuti on rajoone, kus on levinud mõni üksik käsitööharu (Avinurmes näiteks puunõude valmistamine jne.), sel juhul tuleks selle tööala sugemeid sisse võtta ka sealse kooli tööõpetusse. Vahel võib kohapeal kergesti kättesaadav materjal põhjustada programmi tööde asendamise uute töödega (näit. kõrkjad punumistöö sissevõtmist jt.).

Tööõpetusele antakse konkreetne sisu õpetaja isikliku t ö ö p l a a n i g a. Tööplaani koostamisel tuleks kõigepealt koostada õppeaasta perspektiivplaan. Õppeaasta perspektiivplaan koosneb ainult tööülesannete loetelust, mis jaotatakse kahele õppepoolaastale vastavalt õppetundide arvule.

Perspektiivplaani alusel koostab õpetaja poolaasta tööplaani. See tööplaan on tegelikult aasta perspektiivplaani ühe osa laiendus, kus tööülesanded jaotatakse kalendaarselt õppenädalatele ja õppetundidele. Et vältida eraldi plaani koostamist iga õppenädala töö kohta, on soovitatav õppeveerandi tööplaanis üksikasjaliselt välja tuua iga õppenädala teema.

Tööplaan peaks sisaldama järgmisi andmeid: 1) õppenädal, 2) teema, 3) eesmärk, 4) käsitluslaad (vestlus, praktiline töö, õppekäik jne.) ja 5) ettevalmistatavad materjalid. Õpetaja tööplaani juurde kuulub ka üksikasjaline seletuskiri. Selles tuleb ligemalt põhjendada õppematerjali paigutust ja tööplaani ülesehituse aluseid. Eriti vajalik on selline seletuskiri siis, kui tööplaan õppeprogrammist oluliselt erineb.

Tööplaani alusel koostab õpetaja õppetunni konspekti. Sisuliselt on õppetunni konspekt tööplaani ühe osa laiendus. Konspekt peaks sisaldama õppetunni üksikasjalise käigu.

Õppetunni konspektis peaks olema märgitud järgmised andmed: 1) tunni järjekorra number õppeveerandi tööplaanis, 2) tunni andmise kuupäev, 3) tunni täpne teema, 4) tunni eesmärk, 5) vajalikud materjalid, 6) materjalide ettevalmistus, 7) tööriistad, 8) tunni käigu lühike kirjeldus, 9) ülesanded õpilastele ja 10) märkused.

III. TÖÖÕPETUSE TUND.

1. Meetodid.

Õppemeetod peab tagama teadmiste esitamises ning omandamises süsteemi- ja järjekindluse. Nõukogude didaktika printsiipidele vastab õpetuse geneetiline käsitluslaad, s. t. õpetust alustatakse kõige lihtsamatest ja kergematest töövõtetest ning järk-järgult minnakse ikka keerulisemate töövõtete õppimisele. Uusi teadmisi omandatakse õpetaja juhendamisel toimuva vestluse käigus.

Tööõpetuses on kõige sobivamaks töövormiks demonstratsioon, kui praktilisele tööle kõige lähedasem vorm. See seisneb materjalide, tööriistade, töövõtete, tööasendite, õppevahendite ja valmistööde näitamises õpilastele. Demonstratsioonile kaasneb õpetaja selgitus. Niisugust meetodit kasutades on õppematerjali esitus õpilastele konkreetne ja hästi tajutav. Demonstratsioon ja vaatlus õppemeetodina annab aga tööõpetuse tunnis häid tulemusi ainult siis, kui õpilaste hulk ei ole väga suur. Seepärast võib ühe töörühma maksimaalseks suuruseks olla 20 õpilast.

Demonstratsiooni kui õppemeetodi kasutamine tugineb õpilaste vahetule ja konkreetsele vaatlusele. Et vaatlustest oleks kasu, tuleb eseme demonstratsioon õpetaja poolt hoolikalt läbi mõelda.

Näiteks tuleb õpilastel valmistada kirjakaalu mudel. Õpetajal peab olema kirjakaalu üksikosade tööjoonised, valmis kaal ja ka mõned üksikosad (alus, skaala, vastukaal jne.), mis oleksid nn. kätteantavaks materjaliks.

Kõigepealt demonstreerib õpetaja kirjakaalu tööd ja selgitab seejuures kaalu töötamise põhimõtet. Seejärel lahutab õpetaja kaalu mudeli üksikosadeks. Järgneb üksikosade vaatlus. Oma jutustuses annab õpetaja selgitusi osade valmistamiseks vajaliku materjali, töötlemise ja viimistluse kohta.

J u t u s t u s on tööõpetuse tunnis ainult siis omal kohal, kui see ei kujune loenguks, vaid jääb lihtsaks, lastepäraseks kujukas vormis demonstratsiooniga vahelduvaks selgituseks. Õpetaja jutustus on eriti tarvilik nende teemade puhul, millest õpilastel pole kujutlusi isiklike kogemuste põhjal, mistõttu nad ei saa vestlusest osa võtta.

Jutustuse kuulamisega kaasnev esemete ja osade tähelepane-

lik vaatlemine tekitab õpilastes küsimusi, millele õpetaja peab pärast jutustust vastama. Tööõpetuse tunnis saab edukalt kasutada *vestlusmeetodit*. On soovitatav, et õppevestlus ei kujuneks ühekülgseks, kus on aktiivne ainult õpetaja, õpilased aga jäävad passiivseks. Tööõpetuses on eriti palju võimalusi kahepoolse vestluse väljakutsumiseks. Seejuures on võimalik toetuda õpilaste isiklikele kogemustele ja varem omandatud teadmistele. Õpetaja poolt õpilastele esitatavad küsimused peavad olema läbi mõeldud, konkreetsed, lihtsad ja esitatud lastele arusaadavas keeles. Iga esitatud küsimus peab sundima õpilasi mõtlema. Õpilaste küsimustele antavad vastused peavad olema selged, läbi põimitud demonstratsioonidega. Küsimuste ning vastuste järgnevus peab olema loogiline. See nõuab õpetajalt vestluse kindlat juhtimist.

2. Tunni struktuur.

Igal tööõpetuse tunnil peab olema kindel eesmärk. Iga tunni teema peab sisaldama teatud hulga uusi teadmisi ja oskusi, mis tuginevad varem läbivõetud materjalidele. Tunnis esitatav materjal peab olema arusaadav ja jõukohane ning vastama õpilaste arenemisastmele. Aine esitus tunnis peab olema selge ja näitlik. Igas tööõpetuse tunnis tuleb uute teadmiste õpetamisega koos ka kasvatada õpilasi.

Tavalise tunni põhielementideks on 1) eelmises tunnis läbivõetud materjali kontroll ja kordamine, 2) uue teema läbitöötamine ja 3) kodused ülesanded. Samad osad esinevad ka tööõpetuse tunnis.

Koolitunni normaalseks kestuseks on ette nähtud 45 min. Kuna tööõpetuse tunni struktuuris kuulub kandvam osa praktilisele tegevusele, millele eelneb tööülesande selgitus, materjaliga tutvumine, tööriistade kohaletoomine jne. ning järgneb töökoha korrastamine, siis osutub tavalise õppetunni kestus liiga lühikeseks. Seepärast on soovitatav tööõpetus kooli tunniplaani võtta paaristunnina, s. t. 90 min. ilma vaheajata. Niisugune korraldus jätab rohkem aega praktiliseks tööks, sest väheneb aeg, mis kulub tunni alustamiseks ja lõpetamiseks (nüüd tuleb ainult kord alustada ja kord lõpetada, kahe eri tunni korral tuleks aga kaks korda alata ja lõpetada).

Ajaliselt tuleks õpetaja jutustuseks, demonstratsiooniks, vestluseks jm. arvestada mitte rohkem kui 25% õppetunni koguajast. Ettevalmistuseks ja töökoha korrastamiseks tunni lõpus peab kuluma suhteliselt vähe aega. Selleks peavad õpilased olema täielikult teadlikud materjalide ja tööriistade asukohast, nende paigutusest ja korrastusviisidest, nõuetest puhtuse suhtes jne. Pärast õpetaja tööülesande selgitust ei tohiks kogu grupil tegeliku töö alustamiseks kuluda üle 5 minuti. Tunni lõpul algavad koristustööd (õpetaja korraldusel) 3—5 minutit enne tunni lõppu. Peab kujunema tavaks, et tunni lõpul seatakse klass, tööriistad, materjalid jne. täielikku korda.

3. Tunni ettevalmistamine ja läbiviimine.

Tunni ettevalmistamine algab tegelikult juba sügisel tööplaani koostamisega. Ettenägelik õpetaja varub vajalikud materjalid juba aegsasti enne õppeaasta algust, valmistab need ette õppetundides kasutamiseks ja paneb siis panipaikadesse. Täiendatakse masinate koosseisu, tööriistade ja õppeabinõude kogusid, remonditakse ja korrastatakse neid.

Tunni ettevalmistamise üheks peamiseks osaks on teemakohase näidise ja sama eseme suuremaformaadilise tööjoonise valmistamine töötunnis demonstreerimiseks. Eeskujulikult valmistatud näidistöö ja hea tööjoonise kaudu saab kõige otsesemalt äratada õpilaste huvi valmistamisele tuleva eseme vastu.

Enne antavat tundi peab õpetaja ette valmistama vajalikud materjalid ja kontrollima seadmete, masinate ning tööriistade korrasolekut (lõikeriistade puhul nende teravust). Samuti kontrollib õpetaja ohutustehniliste seadmete korrasolekut.

Tunni läbiviimine tuleb organiseerida nii, et kõik toimuks kiiresti ja laitmatult.

Tööõpetuse tunnis peavad olema korrapidajad, kes hoolitsevad tööriistade, lõpetamata tööde, materjalide ja muude asjade kiire väljajagamise eest. Klassi minnes võtab iga poiss kuue seljast, riputab selle vastavasse varna ja seob põlle ette või paneb kitli selga. Õpetaja kontrollib tunni algul õpilaste kohalolekut ja teeb vajalikud korraldused. Siis lähevad korrapidajad tööriistade panipaikade juurde ja kontrollivad kõigepealt, kas nende hoolde usaldatud tööriistad on kohal ja korras. Samal ajal annab töödekapi korrapidaja välja poolikud tööd. Õpilased viivad need oma töölaudadele ning lähevad siis tööriistade kapi juurde, kus korrapidaja ja õpetaja annavad igaühele kätte vajalikud tööriistad. Seejärel siirduvad õpilased oma töökohale või, vastavalt korraldusele, kogunevad õpetaja laua juurde, kus toimub tunni teema selgitamine.

Õppematerjali iseloomust ja õpilaste teadmistest ning oskustest olenevalt tuleb õpetajal anda vajalikke selgitusi ka praktiliste tööde käigus ja samuti tunni lõpus. Selliseid selgitusi tuleb anda kas ühele õpilasele, õpilaste rühmale või tervele grupile.

Praktilistel töödel antavad selgitused peavad olema lühikesed ja võimalikult ühendatud näitlike õppeabinõude demonstreerimisega.

Kuna tööõpetuse tunni põhieesmärgiks on praktiline töö, siis tuleb teoreetiline osa läbi võtta lühikeste vestluste näol. Vastasel korral ei täida tund oma eesmärki ja kaotab oma huvitavuse. Nii näiteks teema «Saagimine» eel kirjeldatakse ka saage, nende otstarvet, töökorda viimise, ohutustehnika jm. seisukohalt. Sae teritus kui spetsiaalne toiming võetakse aga läbi hiljem. Analoogiliselt käsitletakse teemat «Höövelda mine ja höövel». Vineeri tarvi-

tuselevõtmisel vesteldakse ka vineeri tootmisest, pinna katmisest ka pintslist, lakist jne.

Uue töö korral demonstreeritakse näidiste varal tööd ennast või vastavat tööjoonist. Antakse üksikasjaline ülevaade töö käigu, materjalide valiku, konstruktsiooni ja vajalike tööriistade kohta. Seletusi ja juhiseid töös tuleb anda järk-järgult. Iga operatsiooni järel kontrollitakse töö tulemusi. Õpetaja teeb tööjoonise klassitahvlile, õpilased visandavad selle oma vihikutesse. Tahvlile kirjutatakse ka punktide kaupa üksikud tööoperatsioonid, aeg ja materjalid (töötlemise viis, naelad vajalikes mõõtmetes jne.). Selline käik meenutab tootmisettevõtetes kehtestatud kalkulatsioone ja töökäsku ühes materjali- ja ajakulu märkimisega.

Näidistöö puudumisel on soovitatav kasutada demonstreeritavaid tööjooniseid. Tööoperatsioonid ja konstruktsiooni üksikasjad fikseeritakse klassitahvlil.

Kui eelmises tunnis võeti läbi teoreetilist materjali või antikoduseid ülesandeid, siis algab tund tavaliselt eelmises tunnis ülesantud materjali kontrollimisega. Kui tunnis jätkatakse eelmises tunnis poolelijäänud töid, siis piirdub õpetaja tunni algul ainult töö jätkamiseks vajalike selgitustega.

Töö juhtimine on tunduvalt lihtsam, kui töö rühmas kulgeb frontaalselt. Sel puhul jagatakse näpunäiteid kõigile õpilastele korraga. Paraku ei jõua aga õpilased töös võrdselt edasi, eriti sel juhul, kui tööriistu ei jätku. Sellisel juhul tuleb töötada paratamatult individuaalselt. Õpetaja võib nõrgemate juhendamiseks kasutada mõne tublima õpilase abi. Sel juhul on soovitatav, et õpetaja võimalikult sageli oma abilise seletust pealt kuulaks ja kontrolliks. Tavaliselt käib õpetaja ise ühe õpilase juurest teise juurde, andes nõu ning parandades töid ja töövõtteid. Tööde uusi, põhilise tähtsusega faase on soovitatav alustada ka sel korral üheaegselt.

Töötunnis on palju müra, sageli ei kuulda õpetaja häält. Seepärast tuleb õpetajal tarbekorral õpilaste töö katkestada. Peatamiseks tuleks tugevasti hüüda. See ei ole eriti otstarbekohane. Heaks märguandeseadeldiseks võib olla elektripasun või -sireen, mis on monteeritud alusele ja asetatakse tööriistade kappi. Selle heli erineb kõigist tunnis esinevatest häältest ning õpilased teavad, et seda kuuldes on tarvis töö katkestada.

Tunnis juhtub sageli, et õpilasel kuhjub töökohale liiga palju tööriistu. Peab saama harjumuseks, et kui õpilane tööriista lähemal ajal enam ei tarvita, siis viib ta selle kappi tagasi. Samuti võib juhtuda, et mõni tööriist saab vigastada. Sellest peab õpilane õpetajale otsekohe teatama.

Umbes viis minutit enne õppetunni lõppu annab õpetaja korralduse töö lõpetamiseks. Iga õpilane kontrollib oma tööriistu ning annab nad õpetajale või korrapidajale üle. Siis tuleb õpilane töökohale tagasi, võtab pooliku töö ja viib selle töödekapi korrapidaja kätte kappi asetamiseks. Seejärel pühitakse käsiharjadega

puhtaks kõik tööpingid ja lauad. Vahepeal kontrollivad korrapidajad tööriistade asetust ja korrasolekut. Kui mingi tööriist on rikutud, siis tehakse kindlaks süüdlane ning hoolitsetakse, et järgmiseks töötunniks oleks tööriist jälle korras.

Ekslik on arvata, et tööõpetuses ei nõuta õpilaselt tunni ettevalmistust ega jäeta järeltööd.

Osa tööst tuleb õpilasel teha kodus. Eeskätt kuulub siia kas suuline või kirjalik selgitus materjalide tehnoloogia, tööriistade käsitsemise, korrashoiu ja töötamise põhimõtte kohta, nõuded ohutustehnikast jne. Järgmise tunni algul kontrollitakse koduseid ülesandeid ja hinnatakse. Koduste tööde hulka kuulub ka töö lõpetamine, mida õpilane tunnis kas hooletuse või muu põhjuse tõttu ei suutnud lõpule viia.

Töö hinnatakse harilikult pärast valmimist. Aluseks võetakse siin antud mõõtmetest kinnipidamise täpsus, töötlemise puhtus, õpilase omapoolne leidlikkus ja maitse. Hinnata võib ka sama töö üksikuid faase. Sel puhul saadakse ühe töö kohta mitu hinnet.

IV. TEHNILISTE JOONISTE VALMISTAMINE JA KASUTAMINE.

1. Tööjoonise tähtsus.

Kooli ülesandeks on õpilaste ettevalmistamine tegelikuks tööks. Tööõpetuse tundides peavad õpilased omandama selliseid töö- ja tootmisharjumusi, mida hiljem oleks võimalik rakendada elus ja kutsetöös. On arusaadav, et tööõpetuse tundides ei pääse mööda ka joonistest. Jooniste lugemis- ja valmistamisoskus moodustab tegelikus tootmisprotsessis niivõrd kaaluka osa ning seepärast tuleb juba esimestest töötundidest peale tutvustada õpilastele tööjoonist, selle valmimise käiku ja tähtsust tööülesande täitmisel.

Tööõpetus koolides algab hoopis varem, kui asutakse õppima tehnilist joonistamist. Seega puudub õpilastel varem igasugune joonise lugemise ja valmistamise oskus. Seepärast tuleb nooremates klassides üks osa tööõpetuse tunnist kulutada joonestamisele. Näiliselt kaotatud aeg tuleb hiljem mitmekordselt tagasi korduvate seletuste ärajäämise arvel. Tööjoonis kasvatab õpilastes harjumusi iseseisvaks tööks ja eeldab suuremat täpsust töös.

2. Jooniste liigid.

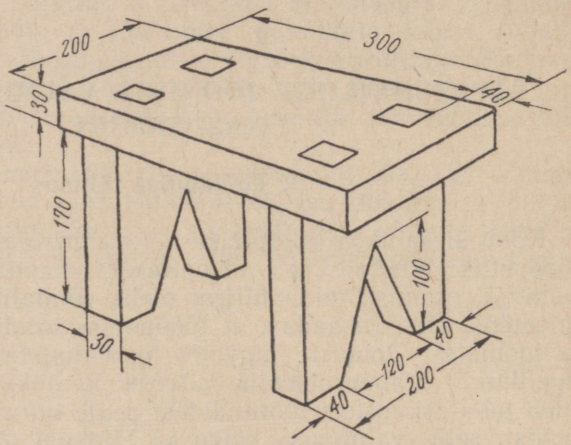
Abstraktse tasapinnalise joonise abil peab õpilasel tekkima konkreetne kujutlus valmistamisele tulevast ruumilisest esemest. Mida täielikum ja üksikasjalisem see kujutlus on, seda vähem esineb töös vigade tegemise võimalusi ja seda täpsem tuleb töö.

Tööjooniseid võib valmistada ja esitada järgmistes vormides: 1) vabakäeline joonis e. plaanvisand, millele on lisatud hädavajalikud mõõtmed, 2) joonis kaldprojektsioonis ja 3) tehniline joonis ristprojektsioonis kõigi vajalike vaadetega. Igal jooniseliigil on oma head küljed ja puudused, mistõttu igaüht neist kasutatakse teatud kindlal juhul.

Koolipraktikas tuleks kasutada kõiki neid kolme moodust vastavalt vajadusele ja õpilaste arenemistasemele.

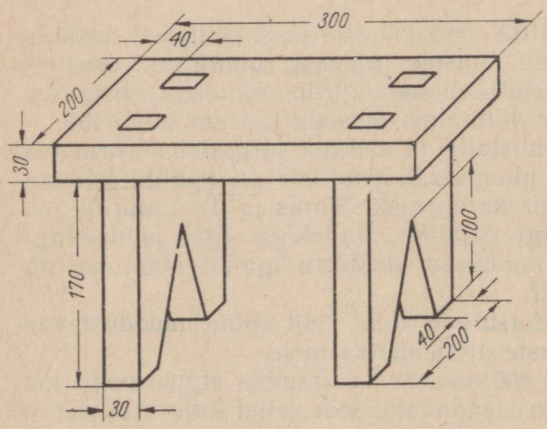
Vabakäeline joonis on tööjooniste kasutamise algperioodil lastele kõige lähedasem ja arusaadavam, sest sellel kujutatakse eset

nii, nagu me seda tavaliselt näeme. Tööjoonis erineb joonistamistunnis vaatluse järgi tehtavatest joonistest ainult selle poolest, et seda ei viimistleta, s. t. ei värvita ega varjutata. Eset tuleb kujutada kõige iseloomulikumas asendis. Mõningaid raskusi on mõõtmete märkimisega niisugusele joonisele, kuid õpetaja täiendav selgitus aitab sellest üle.

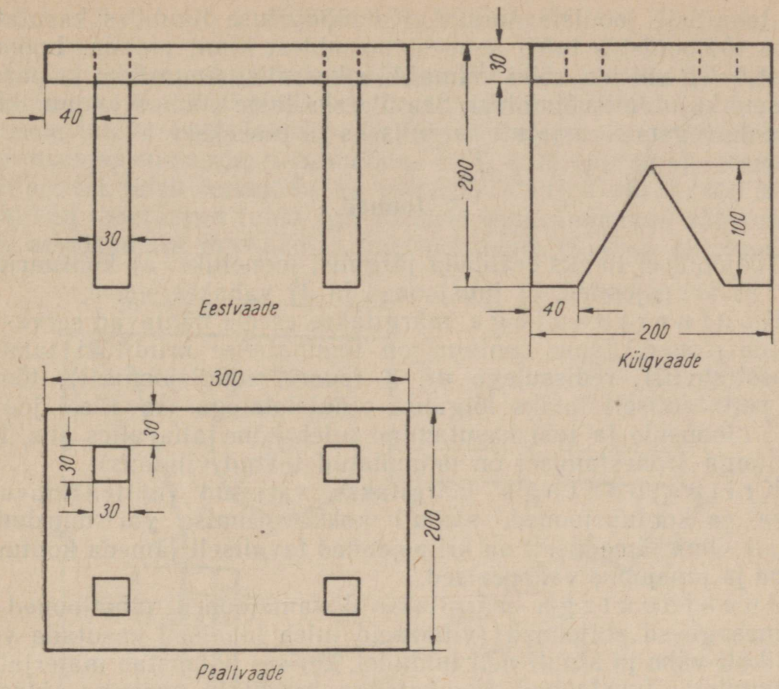


Joon. 4.
Vabakäeline tööjoonis.

Kaldprojektsioon võimaldab saada esemest täieliku ülevaate. Üksikud vaated on seejuures mõningal määral moonutatult edasi antud. Töötükkide ja nende mõõtmete materjalile märkimine on nende jooniste alusel seepärast tülikam, kui teiste jooniseliikide juures. Sellele vaatamata on nende jooniste kasutamine täiesti õigustatud ja kannab praktilist iseloomu. Kasutuselolevatest kaldprojektsioonidest on sobivaimaks kabinetprojektsioon, kuna see annab eseme peavaate edasi moonutamata.



Joon. 5. Eseme kujutis kabinetprojektsioonis.



Joon. 6. Eseme kujutis ristprojektsioonis.

Ristprojektsioon annab esemest täieliku kujutuse üksikute vaadete kaupa. Iga vaade antakse edasi vastavalt eseme osade mõõtmetele, mistõttu osade materjalile märkimine sellise joonise alusel on lihtne. Sellise tööjoonise puuduseks tuleb pidada asjaolu, et nooremate klasside õpilased ei saa valmistamisele tulevast esemest terviklikku ülevaadet, sest nad ei ole küllaldaselt õppinud geomeetriat ega tunne projektsioone.

V klassis tuleks alustada eseme vabakäelisest kujutamisest, sest õpilased on seda joonistamistunnis harjutanud ja suudavad lihtsaid esemeid küllalt hästi edasi anda. Joonistamisel jälgitakse näidiseksemplari. Saadud joonisele lisatakse õpetaja juhendamisel juurde mõõtmed. Otstarbekohane on anda seletused sama eseme joonistamisel klassitahvlile.

Keerulisema ehitusega esemest, mille joonistamine klassitahvlile on aegaviitev, tuleb õpetajal juba varem valmistada klassis demonstreerimiseks küllalt suur joonis. Keerukamate esemete kolme vaate kujutamist ristprojektsioonis ei ole soovitav kasutada aga enne VII klassi, sest alles seal võetakse projektsioonid läbi joonestamistundides.

Et joonis oleks selge, hästi loetav ja arusaadav, s. t. et ta võiks olla täisväärtuslikuks tehniliseks keeleks, selleks on välja tööta-

tud tehniliste jooniste normid. Ka tööõpetuse tundides kasutatavates tööjoonistes tuleb nendest normidest kinni pidada. Loomulikult tuleb vältida kõiki võimalikke keerulisi tingmärke ja paralleelseid kujutamisvõimalusi. See ületaks laste võimed ja muudaks jooniste lugemise asjatult keeruliseks ja raskeks.

3. Jooned.

Tööjoonisel tuleks eraldada järgmisi jooneliike: a) kontuurjooned, b) kriipsjooned, c) juusjooned ja d) vabakäejooned.

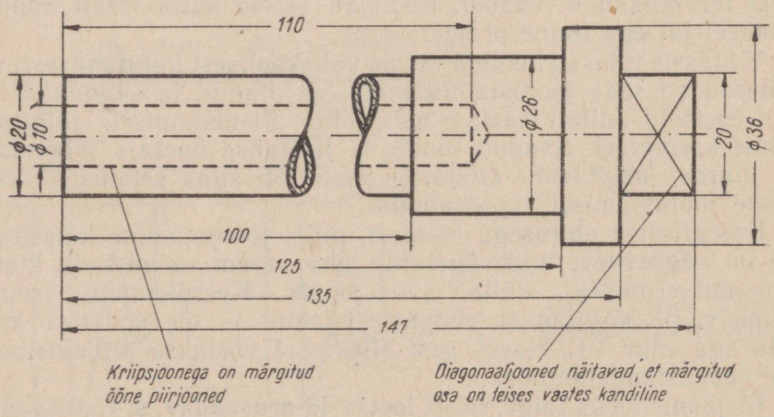
Kontuurjoontega märgitakse eseme nähtavad serva- ja kontuurjooned. Jäme kontuurjoon tõmmatakse kriiditüki tahuga (klassitahvlil), redissulega nr. 3 (suurel näidisjoonisel), tõmbi või peitlitaoliselt laiaks lõigatud pliiatsiotstega (tavalisel joonisel). (Joonsule ja tuši kasutamine tuleb kõne alla alles siis, kui pliiatsiga joonestamisel on omandatud teatud vilumus).

Kriipsjoontega märgitakse varjatud (mittenähtavad) serva- ja kontuurjooned, samuti kokkuvoltimise või -murdmise kohad. Oma jämeduselt on kriipsjooned tavaliselt jämeda kontuurjoone ja juusjoone vahepealsed.

Juusjoontega märgitakse distantsjooned, mõõtjooned ja mitmesugused abijooned (viimaseid tuleb jooniseil kasutada võimalikult vähe ja ainult neil juhtudel, kui see hõlbustab materjalile märkimist). Juusjooned tõmmatakse kriiditüki nurgaga (klassitahvlile), peenikese redissulega nr. $^1/_2$ või $^3/_4$ (demonstratsioonijoonisel) või terava pliiatsiotsaga (tavalisel joonisel).

Punktkriipsjoontega märgitakse kesk- ja telgjooned.

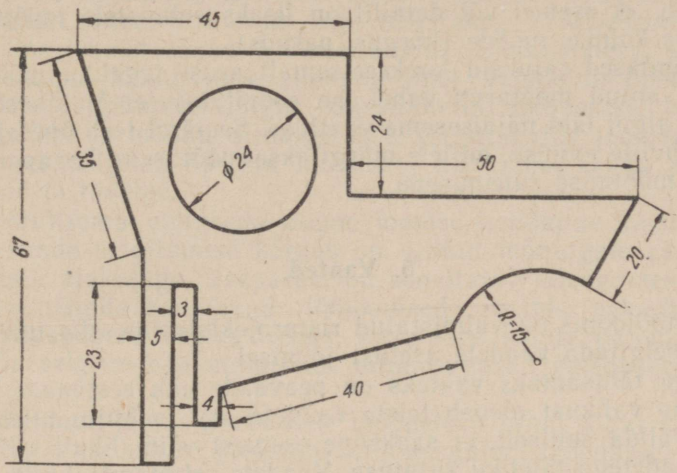
Vabakäejoontega märgitakse katkestused pikkade esemete joonisele mahutamiseks ja plaanvisandid. Ka viimastes on soovitatav kontuurjooni ja juusjooni jämeduselt eraldada, et hõlbustada joonise lugemist.



Joon. 7. Joonte liigitus.

4. Mõõtmete märkimine.

Üheks olulisemaks nõudeks tööjoonistele on mõõtmete selge ja otstarbekohane märkimine, sest heast märkimisest oleneb valmistamisele tuleva eseme täpsus. Tavaliselt kujutatakse esemed joonisel normaalsuuruses, s. o. mõõdus 1 : 1, kuid suuremate esemete kujutamisel tuleb kasutada ka mõõte 1 : 2, 1 : 5 või 1 : 10. Kõik vajalikud mõõtarvud tuleb aga joonisel anda tegelikus väärtuses, s. t. arvestamata mastaabist tingitud joone pikkuse muutumist.



Joon. 8. Mõõtmete märkimine.

Kui mõõtarvu juures puudub nimetus, siis on antud arv alati millimeetrites. Näitab aga mõõtarv suurust mõnedes teistes mõõtühikutes, siis märgitakse mõõtarvu järele mõõtühiku lühendatud nimetus (cm, m jne.).

Kui mõõtjoone märkimine otse mõõtjoonte vahele pole ruumiliselt võimalik või kui mõõtjoon joonise selgust kahjustab, siis tõmmatakse mõõtjoon distantsjoonte vahele väljapoole joonist. Mõõtarv märgitakse mõõtjoonte keskele joone katkestuskohale või joone kohale.

Mõõtjoone otsad lõpetatakse pikkade kitsaste nooleotstega, mis peavad ulatuma täpselt mõõdetava jooneni või distantsjooneni. Mõningate lihtsamate jooniste puhul kasutatakse nooleotsa asemel mõõte ulatuse tähistamiseks distantsjoone ja mõõtjoone ristumiskohale tõmmatud kaldkriipsukest.

Mõõtejooned tõmmatakse paralleelselt nende lõikudega, mida mõõdetakse. Püstasendis ja sellest paremal asuvaile mõõtjoontele märgitud mõõtarvud peavad olema loetavad paremalt poolt. Püstasendi vasakule jäävate mõõtjoonte juures peavad arvud olema loetavad vasakult poolt.

Kui mõõdetav joonevahe on nii väike, et mõõtarvu ja mõõtjoonte jaoks ei jätku ruumi, siis suunatakse nooleotsad joonteni väljastpoolt. Mõõtarv kirjutatakse sel juhul mõõdetavate joonte vahele või noolesaba pikendusele väljaspool mõõdetavat distantsi.

Ringikujuliste detailide mõõtmed märgitakse raadiusele või diameetrile, kusjuures mõõtarvu ees kasutatakse raadiuse puhul tähte R või diameetri puhul märki Ø (vt. joon. 8). Kandiliste esemete puhul (kui antakse ainult üks vaade) märgitakse mõõtmeid kahe arvuga, näit. 300 × 20 mm, s. t. detail on 300 mm pikk ja 20 mm lai. Märkimine kolme arvuga (näit. 300 × 20 × 12 mm) tähendab, et esemel või detailil on lisaks eelmistele mõõtmetele antud ka kolmas mõõde (kõrgus, paksus).

Et õpilased tajuksid konkreetsemalt seost tegeliku mõõdu ja joonisel antud mõõtarvu vahel, on soovitatav, et V klassis viib õpetaja algul läbi näidiseseme vaatluse. Seejärel teeb õpetaja esemest tahvlile joonise, millele märgitakse mõõtarvud kohapeal sooritatud mõõtmise tulemusena.

5. Vaated.

Kui tööjoonis on valmistatud ristprojektsioonis, siis tuleb õpilastele selgitada vaadete asetust joonisel.

Kõige tähtsamaks vaateks on peavaade ehk eestvaade. Kuna eestvaate valikust oleneb teiste vaadete arv ja kuju, tuleb eestvaade valida selliselt, et saaksime esemest võimalikult väiksema arvu vaadetega täieliku kujutuse. Vaadete selgitamisel võib kasutada kas klassitahvlit või suurt paberipoognat, millele paigutatakse eset mitut moodi, kuni õpilased harjuvad leidma kõige tüüpilisema vaate. Selle kontuurjoon tõmmatakse pliiatsiga (kriidiga) paberile (tahvlile), hoides eset vasaku käega paigal.

Seejärel pööratakse eset oma serva ümber 90° võrra paremale. Saadakse *külgvaade* ehk profiil. Järelikult joonistatakse külgvaade alati eestvaatest paremale poole ja ta kujutab vaadeldava eseme vasakpoolset vaadet.

Kui on vaja rohkem vaateid, siis pööratakse ese tagasi algseisu (eestvaade) ja selle järgi pööratakse ese vastava serva ümber ülalt alla 90° võrra. Tekib *pealtvaade* ehk plaan. Pealtvaade ehk plaan joonistatakse alati eestvaate alla (joon. 6).

Väga keeruliste esemete kujutamisel võib kasutada veel altvaadet (eestvaate kohal), külgvaadet paremalt (eestvaatest vasakul) ja tagantvaadet (esimesest külgvaatest paremal), kuid koolipraktikas piirdutakse kahe, äärmisel juhul kolme vaatega. Suurema vaadete arvu kasutamine ei ole koolipraktikas vajalik. Tuleb õpilastele sisendada: mida väiksema arvu vaadetega toime tullakse, seda parem ja ökonoomsem.

Vastavaid leppemärke kasutades püütakse tänapäeva tööjoonistes (kui võimalik) läbi saada üheainsa vaatega. Ka koolis

tuleb mõned sellised leppemärgid kasutusele võtta. Näiteks kujutatakse ruudukujulise põhjapinnaga või ümmarguste esemete juures ainult eestvaade, sest juba vastavad leppemärgid selle vaate juures viitavad kujutatud eseme vormile (joon. 7).

6. Tööjooniste valmistamine ja kasutamine.

Algul peavad lapsed saama valmistatavast esemest võimalikult konkreetse kujutluse, mistõttu tuleb tingimata kasutada näidiseksemplari. Juba V klassis aga hakatakse näidiseseme kõrval kasutama joonist (paberil, klassitahvlil). Lihtsamatest esemestest (kaardikepp, haamrivars, riidepuu jne.) valmistab õpetaja tööülesande selgitamise käigus klassitahvlile tööjoonise. Näidisese mõõdetakse ja mõõtmed märgitakse klassitahvlile joonise juurde. Seejuures selgitab õpetaja mõõtmete märkimise kohta kehtivaid nõudeid ja tavasid.

Keerulisema ehitusega eseme joonise kandmine klassitahvlile tööülesande selgitamise käigus on seotud mõningate raskustega ja asjatu ajakuluga. Seepärast on soovitatav niisugustest esemetest valmistada korralikud tööjoonised suurele paberipoognale (joonistuspaberi lehele) tušiga, kasutades joonte parema nähtavuse ja selguse saavutamiseks mitmesuguse jämedusega redissulgi.

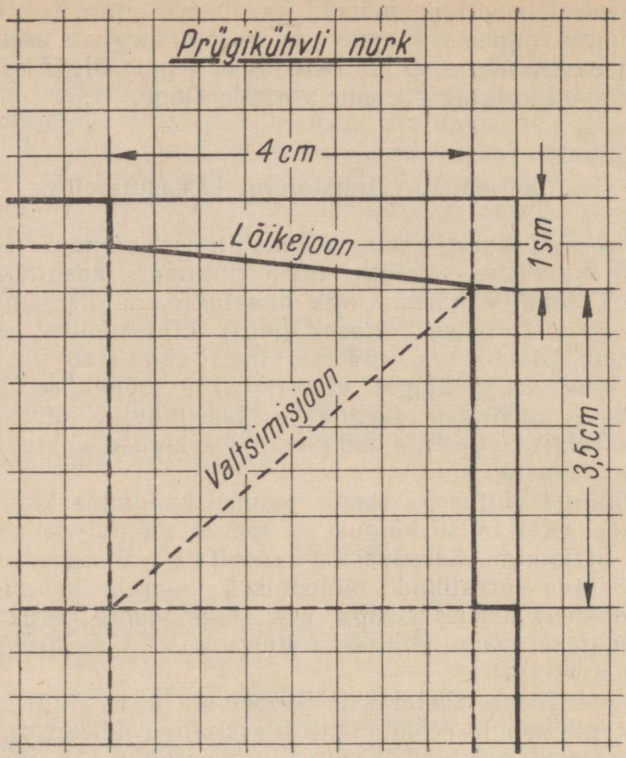
Niisugune joonis asetatakse tööõpetuse tunni algul klassiruumis nähtavale kohale (võimalikult klassitahvli lähedusse, et selgituse käigus oleks võimalik kasutada klassitahvlit) ja tööülesande selgitamisel vaadeldakse ja võrreldakse seda näidisesemega. Tarbe korral võib õpetaja üksikuid osi ja detaile joonistada klassitahvlile seletuse käigus.

Niisugused joonised valmivad kõigi õppeprogrammis olevate tööde kohta ja neist kujuneb aja jooksul kooli juurde tööjooniste kogu, mis on kasutatav rea aastate jooksul.

On soovitatav, et tööjoonis (kas paberil või klassitahvlil) jääks nähtavale kogu joonisel kujutatud eseme valmistamise perioodiks. See võimaldab õpilastel tööprotsessi kestel iseseisvalt jälgida osade välimust, mõõtmeid, osade kokkusobitamist jne. Sellega kasvatame iseseisva töö harjumusi ja aitame vältida võimalikke vigu.

7. Õpilase tööjoonis ja töövihik.

Igal õpilasel on oma töövihik, millesse enne tööülesande täitmisele asumist tehakse antud eseme tööjoonis (eeskujuks on õpetaja joonis klassitahvlil või suurel paberilehel). Joonisele märgitakse mõõtmed ja muud vajalikud andmed. Samasse lisavad õpilased ka andmed materjali, tööülesande täitmise järjekorra jne. kohta ja õpetaja märkused ning korraldused.



Joon. 9. Tööjoonis ruudulises töövihikus.

Selliseks töövihikuks sobib hästi ruuduline vihik. Ruudustik lihtsustab joonistamist ja vastavate suuruste edasiandmist (iga ruudu külg on 0,5 cm).

Tööd joonistatakse töövihikusse tavaliselt klassis. Joonistamisel kasutatakse joonlauda, sirklit ja muid tehnilisi vahendeid. Ka korralikult tehtud vabakäejoonis täidab oma ülesande. Tuleb nõuda joone puhtust ja korralikkust. Joonised ja märkused tehakse harilikult pehmema (M—2M) pliiatsiga. Töö nummerdatakse nende täitmise järjekorras. Õpetaja kontrollib aeg-ajalt seda vihikut ning ühtlasi ka hindab.

Kuna V klassis seisneb töö joonisega peamiselt joonise lugemise ja tööjuhisena kasutamise oskuse omandamises, siis pole otstarbekohane nõuda õpilastelt aegaviitvat jooniste puhtalt ümberjoonistamist eri lehtedele. (Loomulikult ei tule keelata neid õpilasi, kes huvist ja arenenud korratundest seda siiski teevad.) Ümberjoonistamise kategooriline nõue viiks selleni, et tööõpetuse õpetaja kulutaks palju aega täiendavate seletuste andmiseks, ja pealegi rööviks see õpilastelt liiga palju aega. V klassis võiks

aga juba harjutada lihtsamate tasapinnaliste esemete iseseisvat visandamist töövihikusse. Näiteks on teada, et järgmisel tööõpetuse tunnil tuleb valmistamisele leivalõikamislauake. Välimuselt võib see olla väga mitmesugune. Igal õpilasel võivad olla oma soovid lauakese suuruse ja välimuse suhtes. Õpilastele antakse ülesandeks joonistada kodus lauakese tööjoonis oma töövihikusse. Järgneval tunnil toimub valmistatud jooniste vaatlus ja lühike arutelu. Sellele järgneb koolis leiduva näidislauakese vaatlus ja tööjooniste esitamine. Enne tööle asumist lepitakse õpilastega kokku nende muudatuste suhtes, mida tuleb ette võtta iga õpilase enda joonistatud lauakese juures. Eeskätt tulevad muidugi arvesse need muudatused, mis on vajalikud eseme praktilist külge arvestades. Õpilase erisoove tuleb alati arvestada, kui need ei tule esemele kahjuks. Ettevõetud muudatused tuleb fikseerida tööjoonisel enne töö alustamist. Nii kasvatame õpilastes loovat initsiatiivi ja äratame suuremat huvi tehtava töö vastu.

VI klassi õpilaste tööjoonistesse tuleb suhtuda juba suurema nõudlikkusega. Eriti tuleb rõhku panna joonte jämedusvahekordadele, mõõtmete otstarbekohasele ja täpsele märkimisele ning joonise puhtusele.

Mõningate lihtsamate, kuid iseloomulikumate tööde joonised võib VI klassis joonestamistunnis lasta ümber joonistada eripaberile (joonteta joonistamispaber) puhtalt, et õpilased saaksid kogemusi joonlaua, joonsule ja sirkli kasutamises ning tööjooniste viimistlemises. Seda tuleb teha enne vastava eseme valmistamisele asumist. Ka tuleks mõni plaanvisand valmistada millimeetripaberil. Eripaberitele valmistatud visandid ja joonised tuleks teha vihikulehesuurustele paberitele ja hiljem liimida töövihikusse.

Et tehnilise joonise teostamine ja nõuetekohane viimistlemine on aegaviitev töö, siis ei ole õige lisaks joonestamistundides antavaile ülesandeile nõuda tööõpetuses eraldi jooniseid. Tööplaanide koostamisel peaksid tööõpetuse ja joonistamise õpetaja ühiselt läbi arutama õpilastelt aasta jooksul nõutavate jooniste nimestiku. Sel juhul on kindlustatud, et tööõpetuses vajalikud joonised tehakse ilma õpilasi üle koormamata. Tööõpetuse ja joonestamise koostöö on kõige tihedam neis koolides, kus tööõpetuse õpetaja on ühtlasi VII klassis joonestamise õpetaja.

8. Märkimine materjalile.

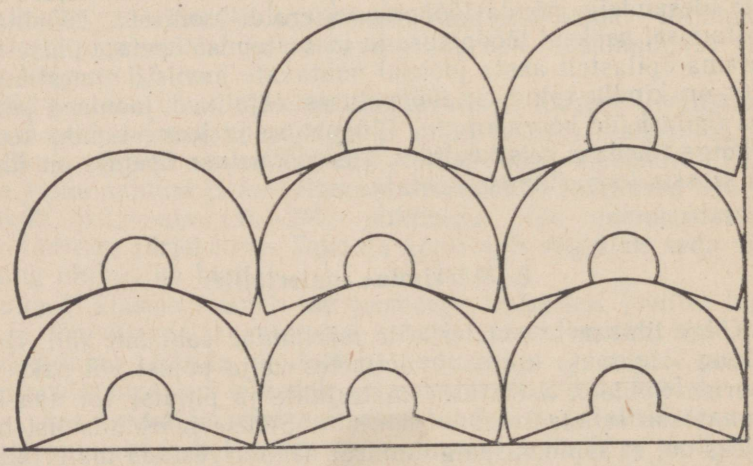
Kõige lihtsam on materjalile märkimine šablooni abil. Detaili šabloon lõigatakse normaalmõõtmetes välja papist või paksemast paberist. Šabloon asetatakse materjalile ja pliiatsi või naaskliga tõmmatakse sellele šablooni kontuur. Sellise märkimisviisi heaks küljeks on, et šablooni paigutamisel saab arvestada materjali ratsionaalsemat kasutamist. Seepärast kasutatakse šablooni abil märkimist eriti kallimate materjalide, näit. naha, pleki jne. juures.

Eriti praktiline on šablooni abil märkimine siis, kui on vaja valmistada mitu ühesugust detaili.

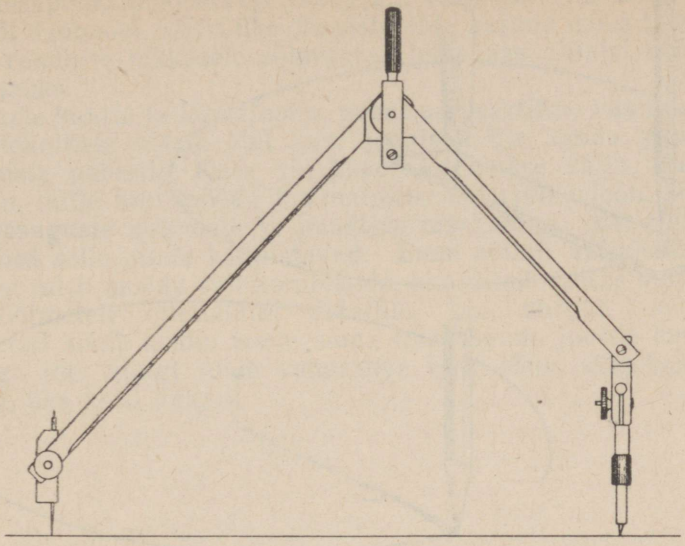
Teiseks tuntumaks ja praktilisemaks märkimisviisiks on kopeerimine. Vastavale paberilehele joonestatakse detail normaalsuuruses. Paberina tuleb kasutada sitket ja vastupidavat paberisorti. Materjal (riie, nahk, vineer jne.) asetatakse kõige alla, sellele paigutatakse kopeerpaber värvipinnaga vastu materjali ja kõige peale eseme joonisega paberileht. Paberilehel olev joonis joonistatakse üle spetsiaalse terasest kopeerimisnõela, kopeerimisratta või kõvema pliiatsi (2T, 3T) abil. Pliiats peab olema nii teritatud, et ots oleks küllalt terav, ei tungiks aga seejuures nõelana paberisse. Kui puudub kopeerimispaber, võib joonisega paberilehe teise külje hõõruda pliiatsigrafiidiga ja siis kopeerida.

Tavaliselt tuleb aga detail joonise järgi materjalile joonistada. Paberile, papile, vineerile, lauale jne. joonistamiseks kasutatakse tavaliselt pehmemat musta või värvilist pliiatsit. Liiga kõva pliiatsit ei tohi kasutada, sest see jätab materjali pinnale vaokese. Samuti on keelatud keemilise pliiatsi kasutamine märkimiseks, sest sellise pliiatsi värvaine tungib sügavalt puusse, eriti puu märgumisel (näit. liimimisel), kahjustades töö puhtust.

Plekile ja teistele metallidele märkimisel kasutatakse terasest märknõela või naasklit. Hea märknõela saab sukavardast, jalgrattakodarast, viilisabast jne. Kui märknõela materjal on pehme ja kulub või paindub märkimisel, tuleb nõela veidi karastada. Märknõelaga töötatakse samuti kui pliiatsiga. Märknõela kasutatakse ka hööveldatud lauale märkimisel, kuid see on seotud teatavate raskustega, sest joone tõmbamisel piki puud kipub märknõel jälgima puu toimet ja kaldub joonlauast tihti kõrvale. Samuti ei jää piki puud tõmmatud märknõela joon hästi nähtavaks.



Joon. 10. Lehtri külgpinna märkimine plekile.



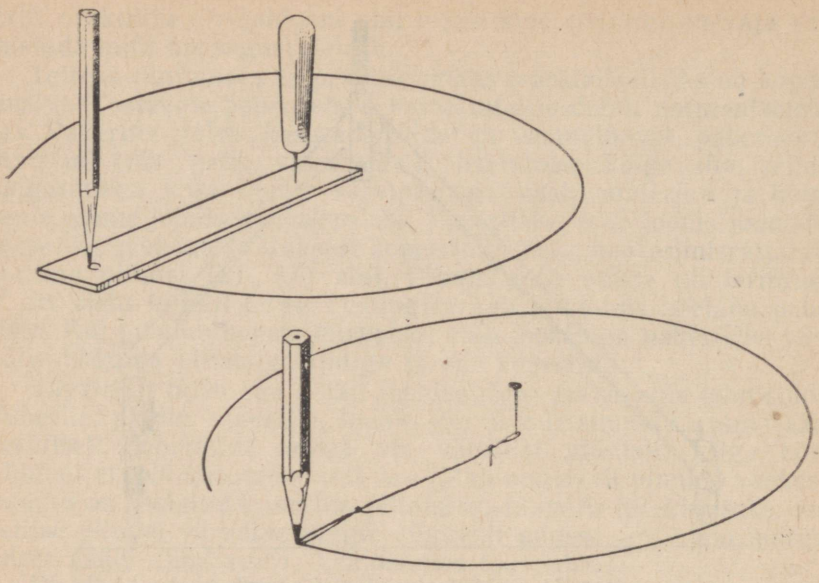
Joon. 11. Sirkli asetus ringi tõmbamisel.

Sirgeid jooni tõmmatakse joonlaua abil. Pikemaid sirgjooni on otstarbekohane tõmmata nööri abil. Peenike, kuid tugev nöör hõõrutakse kokku kriidi, söe või paberitüki vahele puistatud värvimullaga. Nööri ots kinnitatakse naela või naaskli abil märki. Ühe käega pingutatakse nööri teine ots teise märki. Teise käega tõstetakse nöör keskelt üles ja lastakse siis langeda materjalile. Jääb hästi nähtav sirge joon. Nöör tuleb üles tõmmata aluspinnaga risti. Viltu üles tõmmatud ja siis lahti lastud nöör tekitab ebatäpse, kõvera joone.

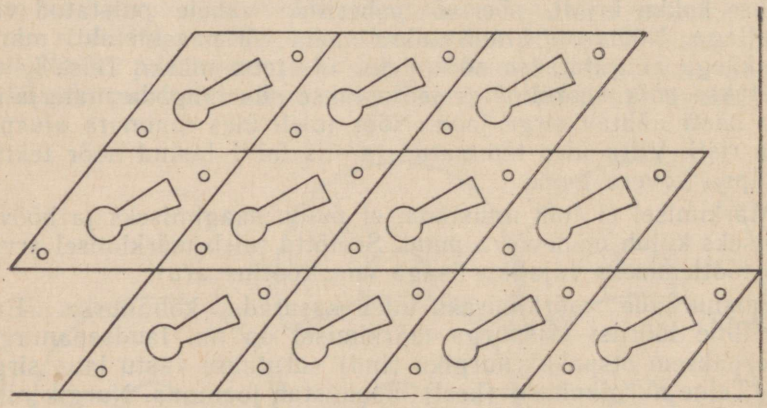
Märkimisel ei tohi unustada, et puidu saagimiseks ja hööveldamiseks kulub mõnevõrra puud. Seetõttu tuleb märkimisel arvestada töötlemiseks vajaliku lisaga (nn. töötlusvaru).

Täisnurkade märkimiseks tuleb kasutada kolmnurka. Eriti praktiline tööriist täisnurga märkimisel on nn. laudsepanurgik, mille paksem otspakk (nurgiku rind) surutakse vastu laua sirget äärt. Teine nurgikuharu (keel) moodustab joonlaua. Nurgik nihutatakse märgini ja tõmmatakse siis joon. Teistsuguste nurkade märkimiseks kasutatakse kas malli või liikuva haruga nurgikut ehk miiunurgikut.

Väiksemaid ringjooni märgitakse materjalile sirkliga. Pehmemate materjalide (paber, papp, puit, nahk jne.) puhul varustatakse sirkel pliiatsiteravikuga, kõvemate materjalide (metall, plastmass jne.) puhul aga märkimisteravikuga. Seejuures tuleb tähele panna, et sirkli töötavad osad (tsentrinõel, pliiats, märkimisteravik) asetseksid materjali pinnaga risti. Vastasel korral vajuvad sirkli otsad



Joon. 12. Ringi tõmbamine vineeriliistu ja nööri abil.



Joon. 13. Lukusildi märkimine tselluloidile.

ringi tõmbamisel laiemale või tsentrinõel tekitab materjalisse laia loperguse augu.

Suuremate ringide tõmbamisel kasutatakse vineeririba, mille ühte otsa on puuritud auguke pliiatsiotsa või märkimisnõela jaoks. Läbi teises otsas oleva augukese pistetakse naaskel. Suuri ringjooni võib joonistada ka tugeva peenikese nööri abil. Joonistatava

ringi keskpunkt mõõdetakse materjalil välja ja sinna kinnitatakse nael või nööpnõel. Nööri üks ots pistetakse aasana naela taha. Vastavalt raadiuse pikkusele sõlmitakse teine aas pliiatsi või märknõela jaoks.

Suurte kaarte ja kõverjoonte puhul on praktiline vastavate joonestustehniliste võtete abil kaar jooniselt üle kanda papile või paksemale paberile. Kaar või kõver lõigatakse välja. Saadakse šabloon, mille äärt mööda tõmmatakse materjalile joon. Nii jääb ära igasuguste abijoonte ja punktide märkimine materjalil, mis mõnikord selle pinda kahjustavad. Enne detaili väljalõikamisele asumist tuleb mõõdu abil kontrollida, kas detail vastab oma kujult ja mõõtmetelt ettenähtud detailile, kas nurgad on õiged, kas detail sobib kokku teiste sama tööülesande juurde kuuluvate osadega jne. Siiagi sobib vanarahva tark sõna: «Üheksa korda mõõda, üks kord lõika.»

V. PUUTÖÖ.

1. Üldteadmisi puidust.

Kuna puit on oma kättesaadavuse ja kerge töötluse tõttu rahvamajanduses ning igapäevases elus esmajärgulise tähtsusega materjaliks, siis kasutatakse teda ka kooli tööõpetuse tundides põhimaterjalina.

Puutööd tehes õpib õpilane tundma puidu liike ja nende omadusi, igapäevases elus kasutatavaid tööriistu ning nende käsitsemist. Paberi- ja papitöös tegelevad õpilased tasapinnaliste, puidutöös aga ruumiliste esemetega. Seetõttu arendab viimane õpilastes mõõtmisoskust, silmamõõtu ja ruumilist kujutlust. Puutöö nõuab suurt täpsust, korralikkust ja puhtust, eseme vormi kujundamine aga arendab maitset. Enam kui ükski teine tööõpetuse ala arendab puutöö õpilast kehaliselt, sest saagimine, höövеldamine jne. on jõudunõudvad. Kasvatuslikust seisukohast on eriti hinnatav see, et õpilane, nähes enese ümber esemeid, mille valmistamisel on nähtud vaeva, hakkab hindama nende väärtust ja hoidub nende rikkumisest.

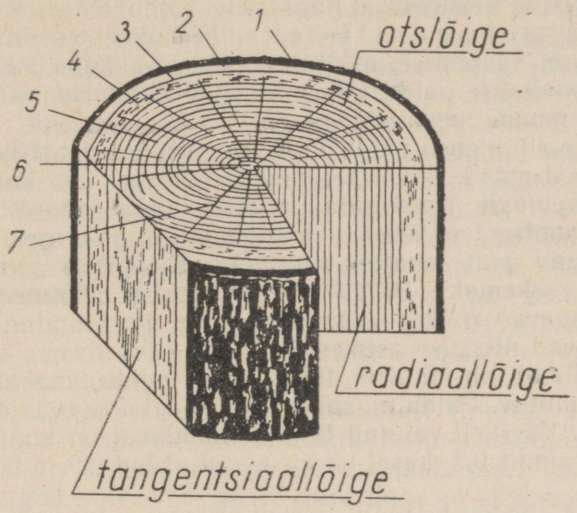
Puitmaterjalid kuuluvad orgaaniliste toorainete hulka. Igapäevase elu vajadused, samuti puidu omadused võimaldavad puitu kasutada väga mitmesugustes tööstusharudes (keemiatööstus, tekstiilitööstus, masinaehitus jne.).

Metsavarude poolest on Nõukogude Liit esimesel kohal maailmas. Eesti NSV pindalast on metsa all ümmarguselt 20% (suuremad metsad on meil Alutaguses, Pärnu ja Tapa ümbruses). Eesti NSV on seejuures arvatud defitsiitsesse (II rühma) tsooni, s. t. metsa kasutus ei tohi siin ületada selle looduslikku juurdekasvu. On loomulik, et metsamaterjali hinnalisem osa suunatakse tarbepuiduks ümbertöötatuna eeskätt mööblitööstusse ja ehitustesse, väiksema väärtusega osa toormaterjalina keemiatööstusse ning kütteks.

Kasvav puu koosneb juurtest, tüvest ja kroonist. Tööndusliku seisukohast on kõige hinnalisemaks tüvi, mis moodustab puu kogusest 50—90%. Kujult on puude tüved väga mitmesugused, olenedes puu liigist, keskkonnast ja kasvutingimustest. Metsas tihedalt üksteise ligi kasvavad puud on sirged ja väikese krooniga, lagedal

kasvavad jändrikud ning laia krooniga. Kvaliteetse puitmaterjali saamiseks eelistatakse sirgeid pikakasvulisi puid. Laantest pärinevad kuused, männid, kased ja haavad annavad sageli kuni 4 kuuemeetrist palki.

Puidul on küllalt keerukas ja ebaühtlane ehitus, mida on vaja tunda valmistoodete kvaliteedi huvides. Töötluse seisukohalt vaadeldakse tüve ehitust kolmes lõikes: 1) ristlõikes (lõige risti tüvega), 2) radiaallõikes (lõige piki tüve läbi puu südame) ja 3) tangentsiaallõikes (lõige samuti piki tüve, kuid mitte läbi südame).



Joon. 14. Puidu lõiked.

1 — korp; *2* — koore niinekiht; *3* — kambiumi kiht; *4* — maltspuit; *5* — lülipuit; *6* — säsi (süda); *7* — säsikiired.

Tüve keskel paikneb puu süda ehk säsi. Seda piiravad ringikujulised aastarõngad. Viimased koosnevad omakorda heledamast ja tumedamast osast. Ühe kevad-suvise perioodi vältel jämeneb puu tüvi heleda ja tumeda rõnga võrra. Seega on tüve ristlõike või kännu järgi võimalik otsustada puu vanuse üle. Aastarõngad on okaspuudel tunduvalt selgemad kui lehtpuudel. Kevadel on puu kasv intensiivsem kui suvel. Puu koore alla tekkiv mähk ongi kevadperioodi kasvurõngas. Suvel, mil mahlade liikumine on aeglasem ja koore all ei esine enam lopsakat mähakihti, tekib tihedam kasvurõngas — sügispuit. Sügisel jääb toitemahlade liikumine hoopis seisma ning veesisaldus puus langeb miinimumini, mistõttu hilissügis ja talv ongi raietöödeks kõige sobivam aeg. Puidu edasisel töötlemisel, eriti aga kuivatamisel, on tähtis, et puidu vee- ja mahlasisaldus oleks võimalikult väike.

Koore all asetsevate aastarõngaste kihid on seega kõige noo-

remad ning nende kaudu toimub puu elutegevus. Kasvueas olevat osa koorest südame pool nimetatakse maltspuiduks, muud osa kuni säsini lülipuiduks. Lülipuit koosneb surnud rakkudest, sisaldab vähem vett ja on enamasti tumedam ja tugevam. Tüve ristlõikes on näha veel kiirekujulisi triipe, mis kulgevad puu pinnalt säsi suunas. Neid nimetatakse säsikiirteks. Viimaste kaudu liiguvad toitained koorealusest nn. niinekihist puu sisemusse. Aastarõngad, säsikiired, laineline kasv, pahklikkus, okslikkus jm. moodustavad nn. puidu süü ehk tekstuuri. Tekstuuri all mõistetakse puu looduslikku toime. Puidutööstuses hinnatakse tekstuuri kõrgelt ja seda eriti mööbli valmistamisel.

Tööndusliku seisukohast jagatakse puidu omadusi füüsilisteks ja mehhaanilisteks. Füüsilisi omadusi määratakse vaatluse, kaalumise, mõõtmise jms. teel, kuna mehhaanilisi omadusi proovitakse puidu lõikamise, hööveldamise, painutamise, surumise ja muude menetlustega.

Puidu kaal oleneb puidu liigist ja struktuurist. Ühe ja sama puiduliigi kaal pole konstantne, vaid oleneb vee- (niiskuse-) sisaldusest. Kuivemasse keskkonda sattudes annab toores puit osa niiskust aurumise teel ära ja muutub seetõttu kergemaks, ning vastupidi, kuiv puit muutub oma hügroskoopsuse tõttu niiskes keskkonnas raskemaks. Puidu tugevus, maht, mõõtmed, kuju ja sellega kaasnevad nähted (kõmmeldumine, pakatumine ja tursumine) olenevad niiskuse astmest.

Tööndusliku on olulise tähtsusega puidu mahukaal, mis samuti on muutuv. Puidu mahukaal väljendatakse tonnides üle m^3 mahu kohta. Värskelt raiutud tamme mahukaal on kuni 1,1, õhkkuivalt aga ainult 0,7, kasel on vastavad arvud 0,9 ja 0,6, männil 0,8 ja 0,5.

Mahukaalu järgi jaotatakse puiduliigid kuude klassi.

1. klass: väga rasked (mahukaaluga üle 0,8) — tuhkpuu, pukspuu, mustpuu, eukalüpt.
2. klass: rasked (mahukaaluga 0,8—0,7) — pirn, tamm, sookask.
3. klassi: mõõdukalt rasked (mahukaaluga 0,7—0,6) — kask, valge ja punane pöök, vaher, kadakas.
4. klass: mõõdukalt kerged (mahukaaluga 0,6—0,5) — künnapuu, sanglepp.
5. klass: kerged (mahukaaluga 0,5—0,4) — kuusk, mänd, lepp, paju.
6. klass: väga kerged (mahukaaluga alla 0,4) — nulg, pärn, haab.

Puidu niiskust (veesisaldust) määratakse protsentides. Puidu laboratoorsel kuivatamisel kuni 100° C juures muutub ta absoluutselt kuivaks. Kui võtta tükk puitu, see kaaluda (näit. 1000 g), kuivatada ning uuesti kaaluda (kaal näit. 500 g), on võimalik kindlaks määrata niiskuse protsent (antud juhul näiteks 50%). Toakuivas puidus on niiskust 8—15%, õhkkuivas aga

16—20%. Kasvav puu sisaldab vett 50% ümber. Puu eriosades on niiskuse protsent erinev. Koorealuses osas (maltspuidus) on niiskuse protsent üle 50, tüve sisemuses (lülipuidus) on seda samal ajal ainult 30% ümber.

Puidu kuivamist soodustab ümbritseva õhu kuivus ja tõmbus (ventilatsioon). Peenendatud, kooritud ja hõredalt laotud (staabeldatud) puit kuivab küllalt kiiresti. Tootmises kasutatava puidu niiskuseprotsent on umbes 10—15.

Niiskusesisalduse muutumisega kaasnevad mitmesugused nähted, millest tuleb teadlik olla. Niiskuse vähenemisel hakkab puit mahult kahanema. K a h a n e m i n e on iga lõikepinna suunas erinev. Suurim kahanemine esineb tangentsiaallõikes (kuni 12%), sest tangentsiaallõige läbib suurema osa maltspuidust. Radiaallõikes on kahanemine umbes kaks korda väiksem (kuni 6%) ning piki süüd ainult 0,1%. Seetõttu lõigatakse saematerjal (plangud, lauad jt.) täpsetest mõõtmetest ikka pisut paksemad.

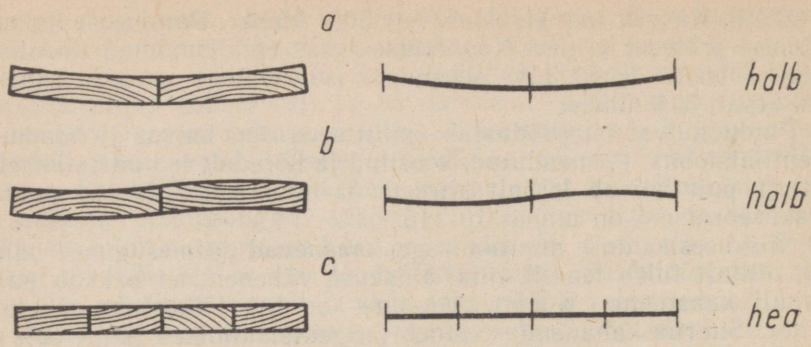
Kahanemisnähted torkavad eriti silma saetud materjali kõmeldumisel ehk kaardumisel. Laudadeks ja plankudeks saetud materjal kaardub kumerusega puu säsi poole. Nimelt tõmbub koorepoolne (malts-)puit pisut enam kokku kui säsipoolne osa. Seetõttu kaarduvad ka pinnapoolsed lauad enam kui säsipoolsed.

Kahanemisele vastupidiseks nähtuseks on puidu p a i s u m i n e. Puitmaterjali viimisel kuivemast keskkonnast niiskemasse hakkab ta ümbritsevast õhust enesesse niiskust imema ning mõõtmetelt suurenema.

Üheks niiskuse sisalduse muutumisest tingitud nähtuseks on puidu l õ h e n e m i n e. Lõhenemine tekib ebaühtlase kuivamise tulemusena, eriti temperatuuri järsul muutumisel (palgid päikese käes, plangud kuivatites jne.). Kuivamine ja lõhenemine on kõige intensiivsem puidu ristlõigetes (palkide ja prusside otstes). Pragunemise vältimiseks laotakse värske materjal virnadesse ühtlase temperatuuriga varjualustesse või varjatakse kuivmaterjali virnu muul viisil ereda päiksepaiste eest. Materjali otsad võõbatakse valgeks või lüüakse otstesse naeltega katteliistud. Kuivatuskambrites kuivatatavate materjalide pragunemist välditakse eelaurutuse teel.

Puidu kaardumine, tursumine ja pragunemine on ebasoovitav. Neid saab teatud piirides kõrvaldada, kui kasutada teadlikult vastuabinõusid nii materjali valikus kui ka konstruktsioonides. Näiteks serviti kokkuliimimiseks lõigatakse laiemad lauad piki säsijoont lõhki.

Laudsepa kilbi koostamisel pannakse lauad kõrvuti, külgi vaheldumisi pöörates (kord südame pool ülal, kord jälle all). Kitsaste laudade puhul asetatakse need nii, et kõrvuti olevatel laudadel asetseksid pinna- ja südamepoolsed lauad vaheldumisi. Tahveluste tursumise vältimiseks jäetakse tahvlite ja raamnuutide vahele õhuruum: vineeritud mööbli sisemisse täiterivistikku jäetakse õhuvahed; liimitud detailide kuivamist toimetatakse igalt



Joon. 15. Laudade kokkuliimimine.

poolt õhu ühesuguse juurdepääsu tingimustes; kasti või tünni valmistamisel valitakse ja paigutatakse materjal nii, et südamepoolsed pinnad jääksid väljapoole. Õpilastelt nõutavatest töödest olgu näitena öeldud järgmist: tindipoti aluse pealmiseks pooleks valitakse säsipoolne külg, et vältida loperdumist, raamaturiiuli väliskülgedeks valitakse samuti säsipoolsed pinnad selleks, et servad ei kuivaks lahti jne.

Kvaliteetse toodangu saamise eeltingimuseks on kuiv puitmaterjal. Tööõpetuse tundideks tuleb varuda materjal, mis on õhkkuivana seisnud vähemalt ühe aasta. Enne kasutamist on vajalik materjali mõne nädala kestel hoida toatemperatuuris.

Puidu niiskusesisaldus mõjub ka veel reale teistele omadustele. Nii on näiteks niiske puit tugevale survele väiksema, kuid paindele suurema vastupidavusega. Niiske puit on soojapidavuselt nõrgem, töödelda (hööveldamine, liimimine, värvimine) on teda raskem ja halvem, vineeri lõikamiseks ja palkide saagimisel aga parem kui kuiv.

Töö juures puutume kokku ka puidu k õ v a d u s e g a. Kõvadust määratakse mehhaaniliselt. Kõvaduse näitajaks on jõu suurus, mis kulub 6 mm läbimõõduga metallkuulikese surumiseks puidu otsapinda (ristlõikeline kõvadus). Tangentsiaal- või radiaallõikeline kõvadus on suhteliselt väiksem. Kõvemad puiduliigid on ka kulumisele vastupidavamad. Seepärast valmistatakse näit. höövlitallad, viilipead jne. vahtrapuidust, parkett tammest jne.

Väga kõvad puuliigid on pukspuu ja tuhkpuu;
kõvad — valge pöök, saar, pirnipuu;
keskmised — tamm, vaher, punapöök;
pehmed — kask, sanglepp, mänd, kuusk;
väga pehmed — pärn, pappel, haab.

Arvestades õpilaste füüsilisi võimeid ja oskusi ning tööriistade kõlblikkust, tuleb neile valida pehmemaid materjale (okstevaba ja lahedasüüline lepp, mänd, kask jt.).

Puidu teistest omadustest tuleb tunda selle *värvust*. Värskelt raiutud ja saetud puit on värvuselt hele. Jäetakse lauad kauaks, eriti suvel, päikese ja vihma kätte, siis muutuvad nad halliks ning nakatuvad seentest. Okaspuude puit, samuti ka kask ja haab, on värvuselt heledad. Tamm, lepp ning paljud lõunamaised puuliigid on erilise värvuse ja mustriga (tekstuuriga).

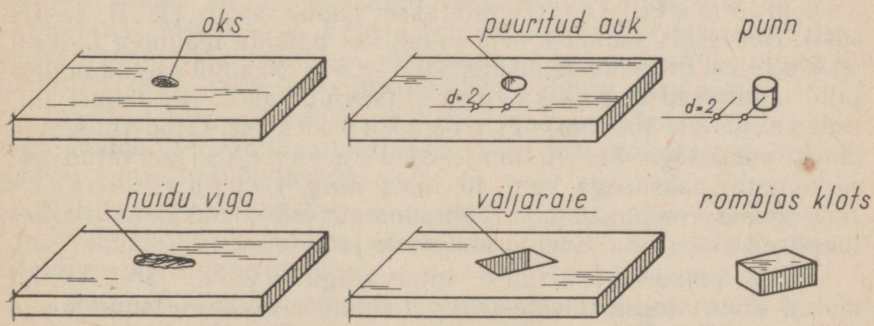
Üheks puidu omaduseks on selle *lõhn*. Nii tunneme männi, haava, kadaka või saare töötlemisel erinevaid lõhnu, mis on tingitud puidus leiduvatest vaikudest ning õlidest.

Puidu liigi määramiseks tuleb tunda selle kõiki eespool käsitletud omadusi. Kasvavat puud tuntakse kergesti koore, lehtede, võre, viljade jm. tunnuste järgi. Ent puitmaterjal esineb enamasti kooreta. Seepärast on puidu liigi kindlaksmääramiseks esmajärjekorras vajalik tunda nende tekstuuri, lõhna, värvust, raskust jne.

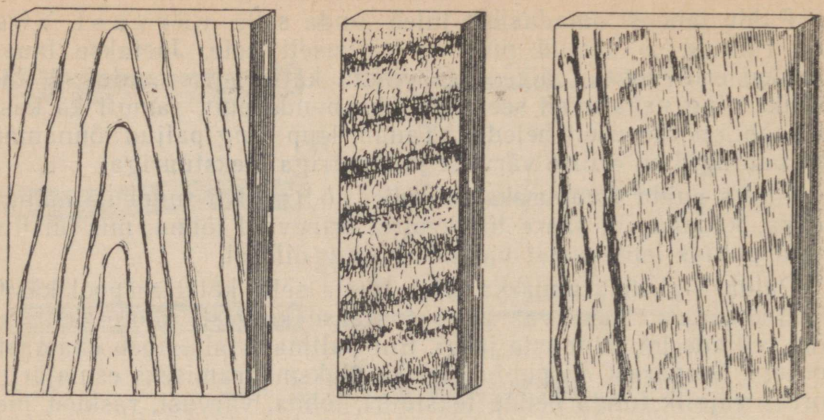
Puidu vigade all mõistetakse ebasoovitavaid nähteid ja rikkeid, mida põhjustavad haigused, kahjurid, looduslikud jõud ja teised välised mõjutused. Vigade olemasolu on puidu töötlemisele oluliseks takistuseks. Ainult materjali sortimine ning vigade kõrvaldamine kas tükeldamise või väljalõikamise teel parandab teatud määral seda viga.

Kasvu ja arenemise ebaühtluse tulemusena võib puidus esineda rohkesti *oksi*. Oksi esineb eriti palju siis, kui puu kasvab üksikult või hõredas metsas. Oksad takistavad puidu töötlemist ning rikuvad eseme ilmet. Väikestes õpilastöödes ei tuleks okslikku materjali üldse kasutada, sest õpilased ise pole võimelised vigu kõrvaldama. Väga halvad on mitmesugused lahtised, väljalangevad või pehastunud oksad. Suuremates töödes tuleb niisugused oksad kas välja raiuda või puurida ning tühjad kohad täita samast puidust klotsikeste või punnidega. Kuivamisel tekitavad oksad ka materjali kõverakstõmbumist.

Kasvuvigadest võivad esineda veel *kisulisus*, *keerdkasv* ning *ekstsentriline* ehk *ühekülgne kasv*. Ka nende töötlus on õpilastele raske. Mööbelsepad aga kasutavad



Joon. 16. Puidu parandamine punnide ja täiteklotsikestega.



Joon. 17. Puidu tekstuur.

hinnaliste puuliikide kisulisust sageli leidlikult ja oskuslikult mööbli mitmekesiseks muutmiseks. Sellise puidu tekstuur mõjub pärast töötlust ning poleerimist eriti dekoratiivselt.

Puidus esineb ka mehhaanilisel teel tekkinud kriimustuste, pikselöökide, tuulemurru, tugeva pakase jne. mõjul tekkinud vigu. Tehnilist väärtust vähendavad mitmesugused haigused, tekitades mädanikke ja seenetust, samuti ka puidukahjurid ning nende vastsed.

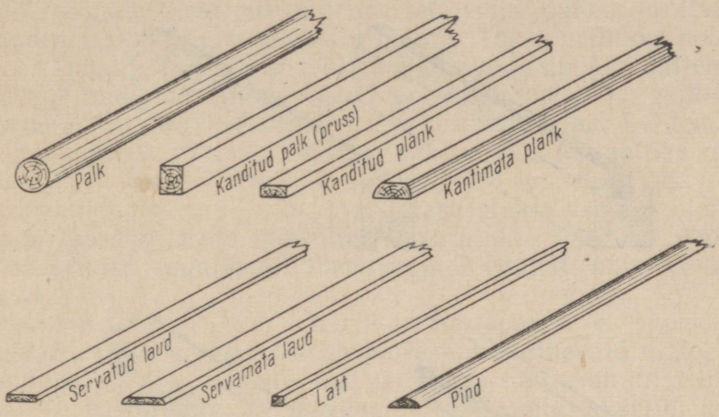
Et tõsta puidu vastupidavust mädanemisele ning tõkestada kahjurite levimist, tuleb kooritud materjale vabas õhus õige aeglaselt kuivatada. Ka puidu immutamine sellekohaste vedelikkudega või ülevõõpamine aitab tõsta puidu vastupidavust (kasutatakse näiteks maa sisse paigutatavate postide, raudteeliipritejms. juures).

Puitmaterjalid jagunevad nelja põhiliiki: 1) ümarmaterjal, 2) kanditud ehk saetud materjal, 3) hööveldatud ning profileeritud materjal, 4) vineer.

Ümarmaterjale eristatakse kolme sorti (I, II, ja III sort). Saeveskis saetakse neid juhul, kui palkide läbimõõt ladvast on üle 14 cm ning nende pikkus 3,0 — 8,5 m. Saadud saetud materjalid jagunevad 1) prussideks (saetud kahest või neljast küljest, paksus üle 100 mm); 2) plankudeks (servatud või servamata, paksusega 51—76 mm); 3) laudadeks (servatud või servamata, paksusega kuni 40 mm) ning 4) prussikuteks (erisuguste mõõtmetega). Lehtpuumaterjale kokkuhoiu mõttes tavaliselt ei servata. Saetud materjale jaotatakse kuni kuude sorti.

Palgi pikkused saetakse intervalliga 0,25 m järel. Palgi mahtu arvestatakse tihumeetrites. Läbimõõt saadakse suurema ja väiksema läbimõõdu poolsummana ning selle väljaarvutamiseks kasutatakse vastavaid tabeleid. Alla 15 cm läbimõõduga peen-

palke nimetatakse lattideks ja teivasteks. Palkide läbimõõte mõõdetakse paarisarvudes (20, 22, 24 cm jne.), lattide läbimõõdud sentimeetrites (8, 9, 10 cm jne.). Servamata materjali mõõdetakse laua koorepoolse osa keskpaigast.



Joon. 18. Puitmaterjali põhiliigid.

Hööveldatud materjali kasutatakse peamiselt ehituste juures (põranda- ja laelauad, akende ja uste piirlauad, trepiastmed ja -käsipuud jne.). Niisugune materjal võib olla hööveldatud kas ühest või mitmest küljest. Kui hööveldatud pinnad omavad figuurse profiili (näit. voodri- ja piirlauad), siis nimetatakse neid profileeritud laudadeks.

Saetud materjal kuivatatakse virnades (staablites). Esialgne kuivatamine toimub välisõhus. Virnale tehakse 1—2 m laiune alus. 6 m pikkuste laudade jaoks peaks aluses olema vähemalt 4 risttala. Laudadelt kõrvaldatakse koor ja laotakse siis üksteise kõrvale alusele 5—8 cm vahedega. Rea täissaamisel pannakse iga risttala kohale 25 mm paksused vaheliistud. Laudade otsad laotakse ühest otsast tasa. Vaheliist peab ulatuma otstest pisut üle, sellega välditakse lauaotste lõhenemist kiirel kuivamisel (samal otstarbel kasutatakse laua otsapindade valgeks värvimist).

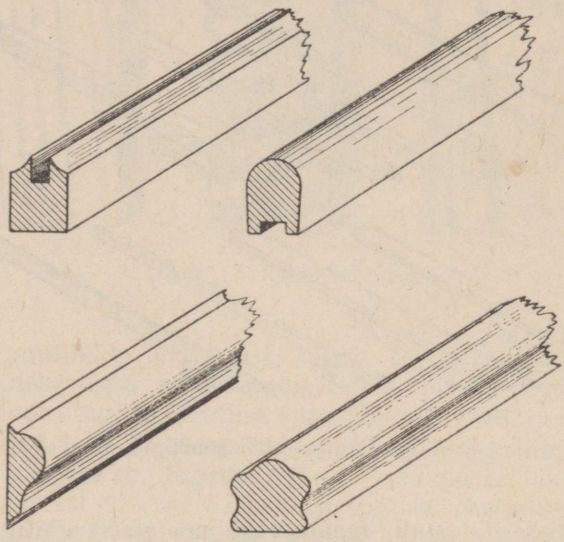
Järgmiste ridade vahelised liistud laotakse kohakuti eelmistega, muidu vajuvad lauad kõveraks. Virn kaetakse pealt pinnalaudadest tehtud kaldkatusega.

Pärast aastast välisõhus kuivamist hoitakse materjal eespool-kirjeldatud viisil liistudele üleslaotuna kuuris või mõnes teises hea õhuvahetusega ruumis.

Vineer saadakse puitmaterjali ümbertöötlusel, seda kasutatakse laialdaselt mööblitööstuses, ehitustegevuses ja masinaehituses. Koolis kasutatavate materjalide hulgas on vineer asenda-

matu õpilastele jõukohase töötluse tõttu. Seepärast on soovitatav vineeri veelgi laialdasem kasutusele võtmine.

Vineeriks nimetatakse õhukesi puidulehti, mis on lõigatud puitpakkudest kas saagimise, hööveldamise või ringkoorimise teel.



Joon. 19. Profileeritud lauad.

Vineeri võib saada mitmesugustest puiduliikidest. Eesti NSV-s (Tallinna Vineeri- ja Mööblivabrikus) lõigatakse vineeri peamiselt kase- ja lepapuidust, kuid mujal kasutatakse selleks ka tamme, saart, pööki, pähklit, mahagoni, sidrunit, pirni jne. Viimased neli annavad ehis- ehk väärisvineeri.

Vineerivabrikutes toodetakse mitmekihilist ehk liimitud ja ühekihilist ehk kattevineeri. Koorest puhastatud pakk kinnitatakse vineerilõikamise masinasse. Paku pöörlemisel lähendatakse sellele pikk, hööviterana toimiv lõiketera. Lõiketera ja nn. suruliistu vahe reguleerimisega lõigatakse kogu paku pikkuse (2 m) ulatuses 0,5—1,5 mm paksune kangakujuline laast, mis hiljem soovi ja sordi kohaselt tükeldatakse. Tekstuurilt on ringkoorimise teel saadud vineer tangentsiaalmustriline. Tükeldatud vineer kuivatatakse (pakud võetakse nimelt tarvitusele kas toorelt või leotatult). Kuivatamine toimub kunstlikult. Kuivatatud ühekordse vineeri lehtedest valmistatakse kolme-, viie-, seitsme- jne. kordsed vineerplaadid. Liimimisel asetatakse vineerikihid vaheldumisi nii, et kihtide toimed oleksid üksteisega risti. Liimimiseks kasutatakse veekindlaid kaseiin- või albumiinliime. Liimimine toimub tugeva surve (kuni 20 kG/cm^2) ja kõrge temperatuuri (100—150° C) juu-

res. Peale liimimist lõigatakse plaadid ettenähtud formaati ning lihvitakse siis sellekohastes masinates. Kihilist vineeri mõõdetakse kuupmeetritega.

Hööveldatud ehk noavineer saadakse hööveldamise põhimõttel. Pikk noataoline lõiketera liigub koos suruliistuga nagu höövel piki paigalseisvat pakku (enne töötlemist pakud aurutatakse), eraldades 0,1—1,5 mm paksuse laastu. Tekstuurilt on noavineer alguses (paku pinnalt lõigates) tangentsiaalmustriga, hiljem (säsi ligiduses) radiaalne ning paku lõppemisel uuesti tangentsiaalne. Noavineeri tarvitatakse ühekordselt kattevineerina. Lähtematerjalina kasutatakse hinnalisemaid ja kõvemaid puiduliike (tamm, pähkel jm.). Seda vineeriliiki mõõdetakse ruutmeetriga.

Saagimise teel saadavat vineeri kasutatakse samaks otstarbeks kui noavineerigi. Seda menetlust kasutatakse viimasel ajal vähe, sest saagimise tagajärjel läheb palju hinnalist puitu puru näol kaduma.

P u i t m a t e r j a l i d k o o l i d e s. Moodus, et õppeasutused hangivad endile ise õpilastööde jaoks tarvisminevaid materjale, ei ole end igalpool õigustanud, sest selline varumine on juhuslik. Peamisteks varustajateks on tavaliselt olnud asutused-šefid, kes aga ise sageli puidutööga ei tegele.

Kuna õppeprogrammid esitavad koolidele küllalt suured ülesanded, siis tuleb õppeedukuse huvides kasutada ainult niisuguseid materjale, mis on algajate võimetele vastavad. Pedagoogiliselt on lubamatu kasutada materjale, mis on kas vigased (okslikud, pragunenud, kahjuritest vigastatud) või koguni kuivatamata. Õpilastööde jaoks tuleb juba enne õppetöö algust varuda tarvilikus koguses saematerjale, kusjuures eelistatavad on pehmemad puuliigid (mänd, lepp, kask). Mõõtmetelt on soovitatav varuda tavalise 25 mm paksusega lauamaterjali kõrval ka õhemat lauamaterjali (paksus 13 mm), sest õpilastöödes läheb seda vahel tarvis isegi enam kui paksemat. Vineeri osatähtsust tuleb tõsta, sest koos saematerjalidega saab vineeri mitmet moodi kasutada ka vanemate õpilaste töödes.

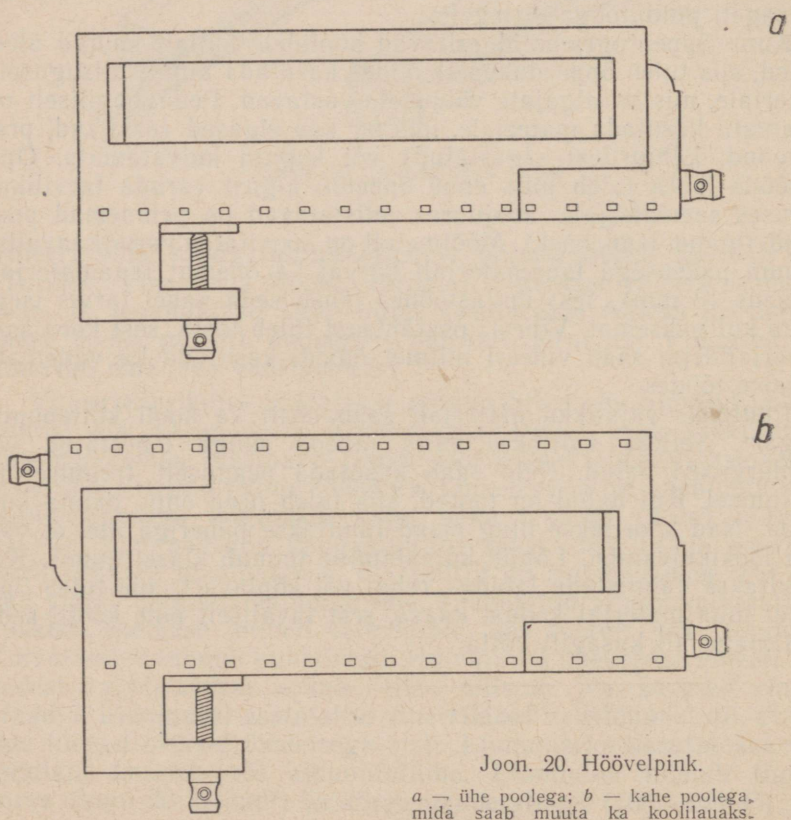
Puutööks vajalikku materjali saab osalt ka kooli küttepuude hulgast. Selleks valitakse välja laheda süüga lõhestatud või ümmargused halud. Neid saab kasutada peamiselt treimisel ja voolimisel. Kui halud on toored, siis tuleb need enne panna kuivama. Nad kooritakse ning otsad liimitakse paberiga üle, et vältida lõhkikuivamist. Lõplik kuivatamine toimub klassiruumis. Kui soovitakse valmistada labida-, reha- või kõplavart, siis tuleb õpilastel tuua materjal kodust kaasa, sest tavaliselt pole koolil seda liiki materjali kusagilt võtta.

2. Puutööklassi sisustus.

Kooli puutöökoja sisseseade hulka kuuluvad tootmisvahendid (tööpingid, treipingid, saagimis- ja hööveldamismasinad, puurmasinad, teritusmasinad jne.) ja inventar.

Höövelpink. Puutöö põhivahendiks on höövelpink. Kuna höövelpingil tehakse suurem osa tööoperatsioonidest, siis tööklassi sisustuse komplekteerimine algabki höövelpinkide muretsemisega. Puidutööstustes kasutatavad höövelpingid sobivad mitmesuguste töövõtete teostamiseks. Arvestades õpilaste kasvu, tööde laadi ja ka ruumi suurust, tuleb tööõpetuse klassis kasutada eritüübilisi höövelpinke. Höövelpink on ruumivõttev ese. Tööõpetuse klassi sisustamine normaalmõõtmetega höövelpinkidega 20 õpilase jaoks nõuaks ka liiga palju põrandapinda. Senine koolipraktika on näidanud, et kõige otstarbekam on nn. kahe poolega höövelpinkide kasutamine. Neid levitatakse tsentraliseeritud korras.

Kahe poolega höövelpinki saab korraga kasutada kaks õpilast. Selle pikkus on 150 cm, laius 60 cm ning kõrgus 75 cm. Pink on

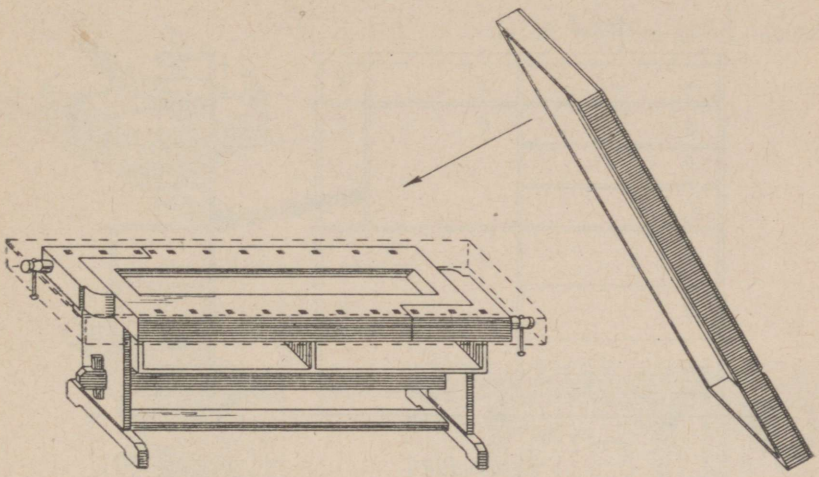


Joon. 20. Höövelpink.

a — ühe poolega; *b* — kahe poolega, mida saab muuta ka koolilauaks.

varustatud kahe otsa- ja kahe külgkruviga ning sahtliga, mis on vajalik tööriistade paigutamiseks.

Hea konstruktsiooniga höövelpink peab olema varustatud puidust kruvidega. Praegu valmistatavatel höövelpinkidel on metallspindlid. Need pole sobivate mõõtmete ega konstruktsiooniga ning seetõttu muutuvad paljud höövelpingid juba lühikese aja jooksul tarvitamiskõlbmatuks. Praeguse 25 mm asemel peaks spindli läbimõõt olema 30 mm ning uurde sügavuse tõstmiseks tuleks spindlile peale tõmmata veel nn. kraed. Vastasel korral nende servad



Joon. 21. Koolilauaks muudetav höövelpink.

kuluvad ning rikkis spindel lõhub kogu pingi survemehhanismi. Peale selle esineb sageli spindli mutreid hoidva puitpaku lõhenemist. Pakud peaksid olema hästi valitud puidust ja tugevdatud kas pealeaetud metallkammitsate või läbipandud poltidega. Pinkide valmistamisel kasutatakse mõnikord ka pooltoorest materjali, mistõttu esineb lõhenemist, tappide logisemist. Uute höövelpinkide kasutusele võtmisel tuleb õpetajal aeg-ajalt kinnitada kõiki pingi konstruktsioonides esinevaid polte, mis puidu kuivamisel tekitavad pingi logisemist. Höövelpingi spindleid tuleb määrida.

Kui koolis on puutöö läbiviimiseks loodud normaalsed tingimused, siis on eespool kirjeldatud tööpink kasutamiseks kõigiti sobiv.

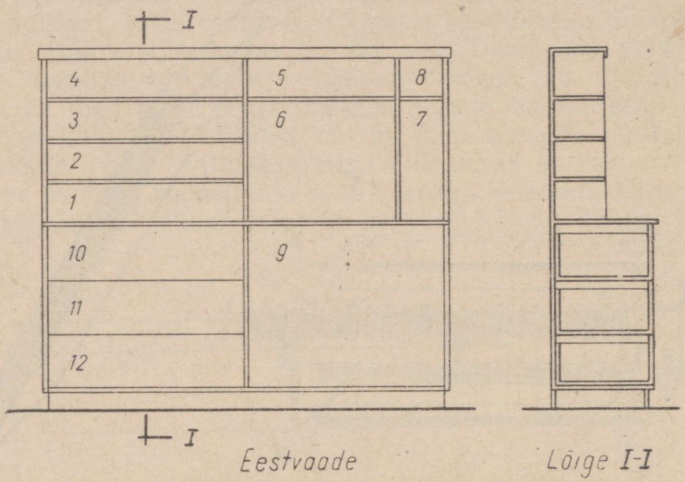
Algkoolides tööõpetuse klassid tavaliselt puuduvad. Siin tehakse tööd tavalises klassiruumis, kus höövelpingi jaoks pole sageli ruumi. Ometi peaks igas koolis olema kas või üksainus höövelpink. Sellisel juhul võiks höövelpingi viia mõnda kõrvalruumi ning tuua sealt klassi ainult tööõpetuse tunniks.

Kui pinke on mitu, siis on kolimine tülikas. Sellisel juhul võiks kasutada joon. 21. kujutatud höövelpinki, mida on võimalik muuta koolilauaks. Pink kaetakse plaadiga, mis valmistatakse lauast või

TRÜ Raamatukogu

paksust vineerist. Niisugusel pingil on ainult üks külgspindel, mida võib juhul, kui pinki kasutatakse koolilauana, küljest ära keerata. Muidu muutuks koolilaud liiga laiaks. Pingi pikkus on 185 cm ja laius 60 cm ning ta sobib koolilauaks kolmele õpilasele. Pink on varustatud riiuliga ning jalgade toelauaga. Istumiseks on harilik tool.

Treipink. Treipink on paremini varustatud koolides kujunenud tavaliseks tööriistaks. Kuna töö treipingil pole ohtlik, tuleb selle senisest laialdasemalt kasutusele võtmist kõigiti soovitada.



Joon. 22. Puutööriistade kapi ruumijaotus.

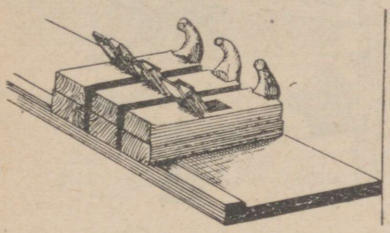
Konstruktsioonilt pole treipink eriti keerukas ning seda on võimalik ka ise valmistada, kasutades selleks mehhaanikute ja seppade kaasabi. Samuti saab vähese ümberkorralduse järel edukalt kasutada mõnd šeffidelt saadud vana metallitreipinki. Tsentraliseeritud korras on saadavad laua peale asetatavad metallist treipingid.

Üksikasjalisem ülevaade treipingi kasutamisest esitatakse peatükis «Treimine».

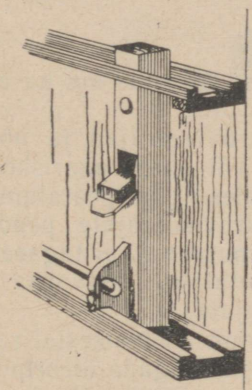
Puutöömasinad. Kui koolil on võimalik kasutada elektrivoolu, siis on nii tööõpetuse klassi kui ka kooli majapidamise huvides vajalikud ketassaag, höövelmasin, elektriga käivitatav puurmasin ja käi. Silmas pidades ketassae ja höövelmasina ohtlikkust, võib nendel töötamist lubada ainult õpetajal, mõnel vanema klassi õpilasel õpetaja järelevalvel või inventari remondiga tegeleval koolitöötajal. Need masinad jäägu rohkem näitlikeks õppevahenditeks. Puurmasinat, käia ja lihvimisseadeldist võib lubada kasutada ka õpilastel. Masinaid käsitletakse üksikasjalisemalt vastavaid tööoperatsioone selgitavates peatükkides.

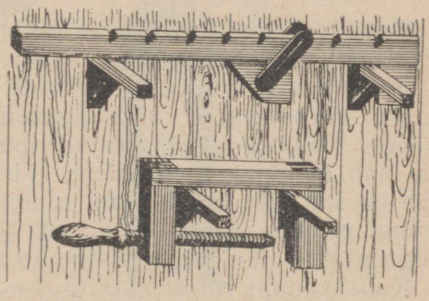
Inventar. Tööklassi inventari hulka kuuluvad tööriistade ja tööde hoiukohad, klassitahvel, õpetaja laud jne.

Parimaks tööriistade hoiukohaks on vastav k a p p. Kapp võiks olla peitsitud, sest värvitud mööbel kriimustub kergesti. Tööriistad peavad kapis asetsema nõnda, et iga eset saaks sealt välja võtta ilma teisi liigutamata. Selliseks paigutamiseks vajavad ühed riistad (höövlid) kapi väiksemat, teised (raamsaed) aga suuremat sügavust. Seetõttu peab tööriistade kapp olema kahesuguse sügavusega (puhvetkapi tüüpi) ning kolme lükatava uksega.



Joon. 23. Höövlite asetus riiulitel.



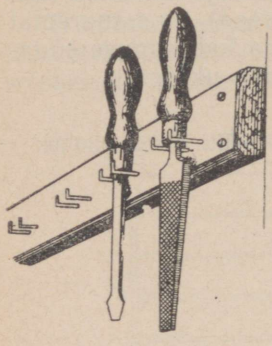


Joon. 24. Kiilusuru ja surukruvi varnas.

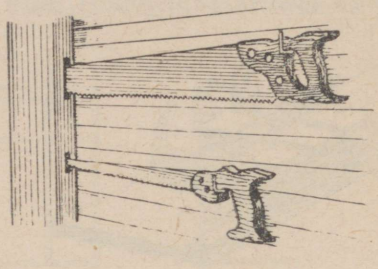
Joon. 22 on kujutatud kapi külgvaade ja sisemine jaotus. Sellesse kappi mahub normaalne komplekt puutööriistu 20 õpilase jaoks. Kapi sisemised mõõtmed on järgmised: pealmise kapi sügavus 30 cm ja alumine sügavus 50 cm; kapiosade laiused ja kõrgused (cm) — 1) 100 × 20, 2) 100 × 20, 3) 100 × 22, 4) 100 × 30, 5) 71 × 30, 6) 71 × 66, 7) 25 × 66, 8) 25 × 30, 9) 28 × 101, 10) 100 × 31, 11) 100 × 31, 12) 100 × 35. Kapi välised mõõtmed on ligikaudu järgmised: kõrgus 215, laius 200 ning sügavus 54 ja 34 cm.

Riistad asetatakse kappi järgnevalt. Esimesel, teisel ja kolmandal riiulil asetsevad liht- ja krohvhöövlid, 1 kaarhöövel, 1 soonehöövel ja 1 hammashöövel. Höövlid paigutatakse lamavasse

asendisse, ots väljapoole. Riiuli esiäär varustatakse liistuga, et höövlitera ei puutuks vastu riiuli põhja. Neljanda ja viienda riiuli tagaseina kinnitatud pulkadest varnadele paigutatakse kiilusurud ja surukruvid. Et mahutada pikki kiilusurusid, võib neljandal ja viiendal riiulil tagapool vahesein puududa.



Joon. 25. Viil ja kruvikeeraja varnas.



Joon. 26. Saagide varnad.

Kuuendal riiulil asetsevad pikkhöövlid, nii ülemine kui ka alumine ots kahe liistu vahel.

Seitsmendal riiulil asetsevad viilid, kruvikeerajad ja noad. Selleks varustatakse riiuli tagasein rauast või puust paariskonksudega. Viilid ja kruvikeerajad riputatakse üles nii, et pea alumine ots jääb kandma konksudele. Viilide ja kruvikeerajate peadest võib ka auk läbi puurida, nii et neid saab riputada kapi tagaseina löödud peadeta naeltele. Nugade jaoks kasutatakse liistvarna või paigutatakse nad tuppe pistetuna riiuli põhjale.

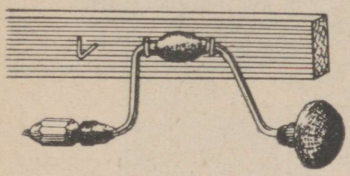
Kaheksandal riiulil kapi tagaseina kruvitud konksukestel ripuvad saeräsajad, mutrivõti ja lusikanoad. Lusikanugade ülesriputamiseks on nende pead varustatud rõngakestega. Riiuli põhjal asetsevad tahud (luisud) ja õlipudel.

Üheksandal riiulil ripuvad raamsaed kahe kandeliistu vahele kinnitatud varnadel, saenöörid väljapoole. Varnade vahe peab olema küllalt suur, et saagide ülesriputamisel ei oleks takistusi. Käsisaed, orasaag, uurdesaag ja tapisaag pistetakse otsapidi riiuli vasakpoolsele külgseinale kinnitatud liistu uuretesse. Saagide käepidemed toetuvad riiuli külgseina eesäärde löödud naeltele või konksukestele. Vineerisae raamid toetuvad lihtsalt kahele naelale või konksule.

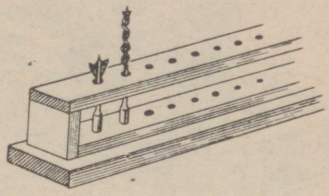
Kümnenda riiuli vasakpoolsele külgseinale kahele konksule paigutatakse puurivändad. Puuride ja märkimisorade jaoks kasutatakse kapist väljavõetavat hoideseadeldist. Puurid pistetakse läbi ülemises lauas olevate aukude, nii et alumised otsad toetuksid alumise laua aukudesse. Peitlite varnad, mis sarnanevad ees-

poolkirjeldatud viilide varnadega, paigaldatakse riiuli parempoolsesse külgseina ja tagaseina. Naelakast paigutatakse riiuli põhjale.

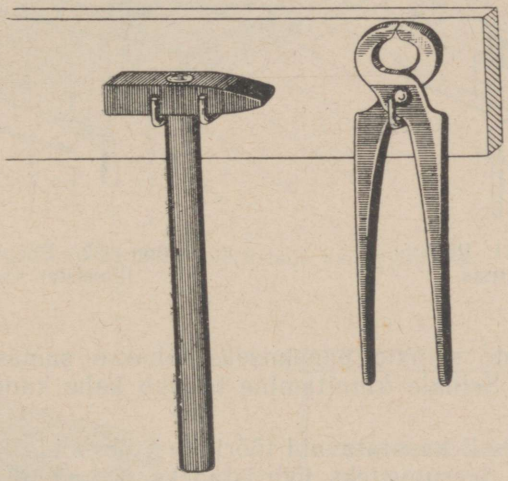
Üheteistkümnenda riiuli parempoolsele seinale kinnitatakse vasarad ja tangid. Vasarad toetuvad kahele konksule, tangid ühele. Nurgikud paigutatakse riiulite lae alla, peaga ettepoole, kahest liistust varnale, millesse lõigatud sälgud nurgikukeelte jaoks. Rööbitsad toetuvad kahele konksule.



Joon. 27. Puurivänt varnas.



Joon. 28. Puuride hoideseadis.

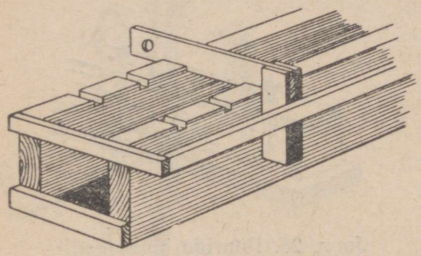


Joon. 29. Vasar ja tangid varnas.

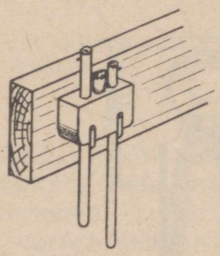
Kaheteistkümnenda riiuli parempoolsele külgseinale asetatakse rööplauad ja liimeister (toetuvad kahele konksule). Riiuli tagaseinas on kirvenagid, põhjale paigutatakse saelõks, liimipott jne.

Kui ruumi kasutatakse ainult tööõpetuse tundideks, siis ei tarvitse kõik tööriistad tingimata olla kapis. Ainult sellised riistad, mis kergesti murduvad ning mida kasutatakse õpetaja eriloal, peavad olema kappides. Suurem osa riistadest võib paigutada seinale riiulseadisse. Höövli asetus riiulitel on sama mis kapiski. Viilide, vasarate jne. paigutamiseks aga puuritakse riiulitesse vastavad augud. Üleval on varnliist rippuvate riistade jaoks.

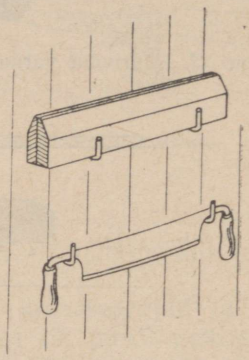
Riiulite ehitamine pole raske. Paraja kõrgusega tugiliistudele kinnitatakse kruvidega lauast kolmnurgad — riiulite alused. Siis kruvitakse tugiliistud seina külge. Kui riiulitesse on tehtud vastavad augud, asetatakse nad paigale ja keeratakse kruvidega kolmnurkade külge kinni. Kogu seadise võib peitsida pruuniks ja immutada värnitsaga. Sellised riiulid tuleb aeg-ajalt tööriistadest tühjaks teha ja sinna kogunenud tolmust puhastada.



Joon. 30. Nurgiku varn.



Joon. 31. Rööbits varnas.



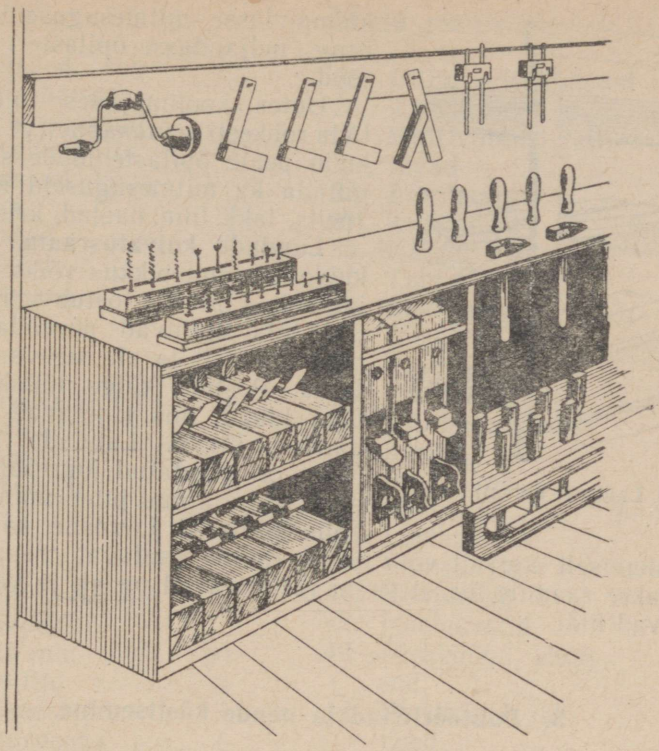
Joon. 32. Rööplauad ja liimeister varnas.

Raamsaagide seinale panemiseks tehakse samasugune varn nagu kappigi. Seinale kinnitamine toimub kahe kandekolmnurga abil.

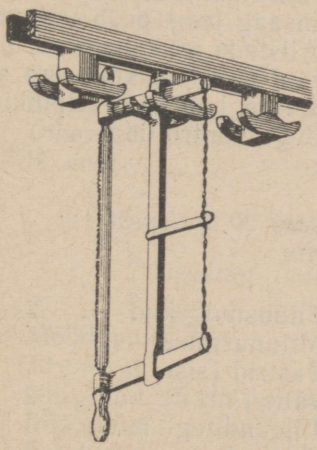
Individuaalselt kasutatavaid tööriistu võib hoida ka höövelpinkide sahtlites. Seesugusteks tööriistadeks võivad olla 1) höövlid (3 tükki), 2) joonlauad (mõõdupulgad) 30—50 cm, 3) nurgik, 4) rööbits, 5) vasar (250 g), 6) tangid, 7) peitlid (2 tk.), 8) kruvikeeraja, 9) orasaag, 10) jõhvsaag, 11) viilid (2 tk.), 12) liivapaberiklots. Ülevaatuse ja kontrolli hõlbustamiseks asetatakse riistad ka siin vastavatesse seadistesse.

Töödekapp. Puutööklassis või selle kõrvalruumis peab olema panipaik õpilaste poolikuile ja valmistöödele, õppeabinõudena kasutatavaile näidistöödele jm. Selleks sobib tavaline kahe poolega ilma vaheseinata kapp. Kapi kõrguseks võiks olla 215 cm, laiuseks 140 cm ja sügavuseks 50 cm.

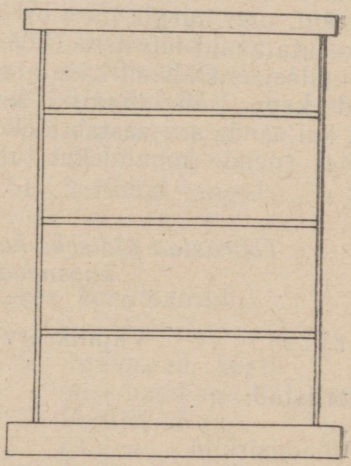
Kui selliseid kappe on üks, võiks näiteks esimesse riiulisse paigutada õpilaste valmistööd, teise demonstreeritavad näidistööd,



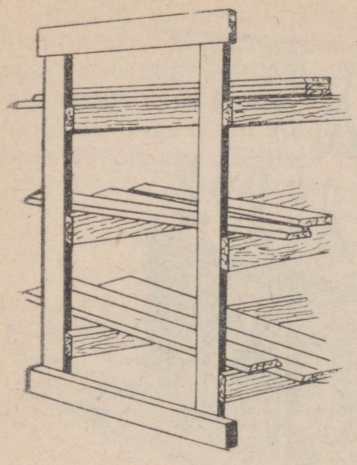
Joon. 33. Riiul tööriistade paigutamiseks.



Joon. 34. Raamsaagide nagi.



Joon. 35. Töödekapi ruumi-jaotus.



Joon. 36. Laudade kuivatusraam.

kolmandasse mitmesuguseid tarbeid ning neljandasse õpilaste poolikud tööd.

Uutes koolimajades tuleks ehitada rohkesti seinakappe (vt. joon. 3), kuhu peale õpilaste tööde saab paigutada ka mitmesuguseid materjale (peits, lakk, liim, naelad, kruvid jne.).

Laudade kuivatusraam. Laudade kuivatusraami pikkus võiks olla 2 m ja laius 1 m. Ta toetub neljale postile, mis ulatuvad põrandast laeni ning on ülalt ja alt tugevasti kinnitatud. Postide külge lüüakse naeltega lauad, mis kannavad kuivama pandud laudu. Laudade kuivatusraam on kujutatud juuresoleval joonisel, kuhu antud juhul mahub laudu kolmekordselt. Laudade kättesaamiseks ülemiselt korralt võib tarvis minna kantavat treppi. Lauad asetatakse raamile nii, et enam tarvitatavad on all ja vähem tarvitatavad ülal.

3. Puutööriistad ja nende käsitsemine.

Kahekümnest õpilasest koosneva töörühma jaoks läheb vaja 10 kahe poolega höövelpinki. Lisaks sellele on vaja terve hulk väiksemaid tööriistu, millest osa kasutatakse ühiselt, teine osa aga individuaalselt. Harvemini kasutatavad tööriistad (näit. tikksaag, puurivänt, suur nurgik jne.) on üldiseks kasutamiseks. Teisi, pidevalt kasutatavaid tööriistu (höövel, raamsaag jne.) peab jätkuma igale õpilasele. Üldiselt kasutatavate tööriistade asukohaks on tööriistade kapp. Individuaalselt kasutatavaid tööriistu võib aga sel juhul, kui nende arv vastab töökohtade arvule, hoida höövelpinkide sahtlites (nende kohalolekut tuleb muidugi kontrollida).

Tööriistad üldiseks kasutamiseks 20 õpilasest koosnevale grupile.

Tööriist	Vajalik arv
Mõõteriistad:	
1. Mõõdusirklid	5
2. Nurgikud 30 × 60 cm	2
3. Tiidusnurgikud	2
4. Miiunurgikud	4
5. Tastrid (sise- ja välis-)	2
6. Liigenditega mõõdupuud	2
7. Joonlaud 1,5 m	2

Saed:

8.	Raamsaed, suuremate hammastega, saagimiseks piki puitu	2
9.	Raamsaed, kitsa lehega	2
10.	Käisaed	4
11.	Tikksaed	2
12.	Uurdesaed	1

Höövlid:

13.	Hammashöövlid	1
14.	Soonehöövlid	1
15.	Valtshöövlid	2
16.	Kaarhöövlid	2

Peitlid:

17.	Peitlid, 6—18 mm	12
18.	Kumerpeitlid, 13—25 mm	10
19.	Treipeitlid	6
20.	Kruvikeerajad, eri suurusega	6

Puurid:

21.	Puurivändad ja trellpuurid	5
22.	Puurid (3mm—30 mm)	10
23.	Süvipuurid	1
24.	Seina puurid (oherdid) 38 ja 50 mm	2

Muud tööriistad:

25.	Viilid, eritüübilised	10
26.	Kirved (800 g)	2
27.	Mutrivõtmed, tellitavad	1
28.	Liimipotid	2
29.	Kiilusurud	2—4
30.	Käiad	1
31.	Tahud	2
32.	Saelõksud	1
33.	Räsajad	1—2
34.	Saeviilid	5
35.	Käsiharjad	2
36.	Viilipuhastamisharjad	1
37.	Raiepakud	1
38.	Pussnoad	2—10
39.	Lusikanoad	2
40.	Liimeistrid	1
41.	Kaapterad	2
42.	Naelakastid	1
43.	Plekknõud, kinnised	2
44.	Plekknõud, lahtised	2
45.	Viilisurud	1
46.	Saagimisrennid 90° ja 45° nurga lõikamiseks	2
47.	Lükkeklotsid	2
48.	Rööplauad (viseerimisliistud)	2
49.	Surukruvid	10
50.	Kruvikeerajad (3—5 mm)	6
51.	Eritüüpi tangid	8

Tööriistad individuaalseks kasutamiseks.

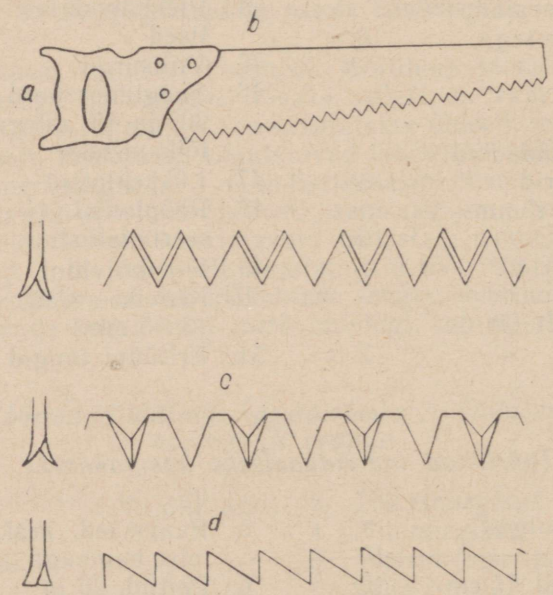
1.	Mõõdupulgad, 30 cm	10
2.	Nurgikud, 15 cm	10
3.	Rööbitsad	10
4.	Laudsepavasarad (250 g)	10
5.	Raamsaed, keskmise hambaga	10
6.	Peitlid, 25 ja 13 mm	10
7.	Puitvasarad	10
8.	Krohvhöövlid	10

9.	Lihthöövlid	10	14.	Märkimisorad	10
10.	Puhastushöövlid	10	15.	Liivapaberi klots	10
11.	Pikkhöövlid	10	16.	Vineerisae-raamid	10
12.	Kruvikeerajad	10			
13.	Naelatangid	10			

Saed ja saagimine.

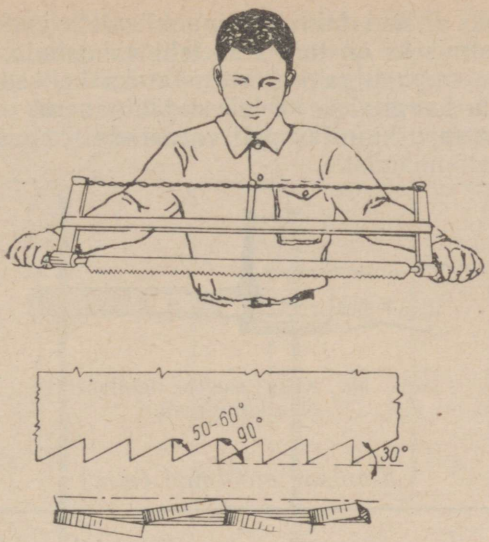
Puutööle asudes tuleb esimesena kasutada saagi. Sae tüüp oleneb sellest, kas saagimine toimub piki või risti puitu, sirg- või kõverjooneliselt, täpsus- või eeltööna või avauste ning sisselõigete tegemiseks.

K ä s i s a a g i tarvitatakse peamiselt laudade tükeldamiseks, sest raamsae raam takistab pikema laua läbisaagimist. Käsisaega töötamine on kerge. Sae pikkus võiks olla 45 cm ja lehe laius 50—100 mm, kusjuures hamba vahe (samm) on 8 mm. Puhtama töö juurde käsisaag enam ei sobi, sest tema jämedad hambad lõikavad liiga krobelise pinna. Käsisae hambad on võrdhaarse kolmnurga kujulised ja mõlemalt poolt kaldu teravaks viilitud. Töötamisel lõikavad hambad lõikeraja põhjast kahelt poolt puru lahti, mis saega välja lükatakse. Selline töötamine eeldab peamiselt risti puidutoime lõikamist.



Joon. 37. Käsisaag.

a — saepea; *b* — saeleht; *c* — hammastus põiki puitu saagimiseks; *d* — hammastus piki puitu saagimiseks.



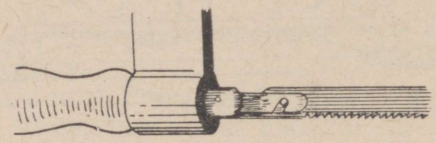
Joon. 38. Raamsaag.

Raamsaag võimaldab juba mitmekesisemat töötamist. Raamsaag koosneb saelehest ja -raamist. Raami osadeks on kaks otsapuud, kaks keeramisnuppu, vahepuu, pingutusnöör ja pingutuspulk. Otsapuude pikkus koolis kasutataval sael on umbes 35 cm. Vahepuu valmistatakse parajas jämeduses, tema otstesse tapitakse augud vastavalt otsapuude mõõtmeile. Eelistada tuleb treitud nuppe. Otsapuud, nupud ja pingutuspulk valmistatakse heast kasepuust, vahepuu aga männist. Vahepuu pikkus oleneb saelehe pikkusest. Koolis on soovitatav kasutada lühikesi raamsaage (vastavalt kasvule). Sae pingutamiseks kasutada võimaluse korral lauge keeruga kanepinööri. Nööri mässitakse 4 kuni 6 ringi. Nööri ots on soovitatav kinnitada kõikidel saagidel sae endapoolse otsa juurde, siis on õpetajal kerge kontrollida, kas õpilased hoiavad saagi õigetpidi käes.

Saeleht on kinnitatud raami vahele ümmarguste naeltega, mis pistetakse läbi nupupulkades olevate aukude. Naela otsa ei või neetida, sest siis ei saa tarbekorral saelehe otsa vabastada.

Raamsae hamba esimene külg on peaaegu risti sae servajoonega, tagumine külg aga kaldu. Hammaste tipud on viilitud peitlikujuliseks ja nad lõikavad mööda lõikeraja põhja. Saelehti on jämeda- ja peenehambalisi. Jämedahambaline saag lõikab küll jõudsamini, kuid lõikepind on sel juhul krobeline. Selline saag sobib seetõttu eeltöödeks. Peenehambaline saag on sobiv höövelda tud laua täpsussaagimiseks. Oluline on ka saelehe laius. Sirgjooneliseks lõikamiseks kasutatakse laialehelisi saage. Kõverjooneliseks saagimiseks on soovitatav kasutada kahesuguse laiusega saage: lamedamate kõverjoonte jaoks umbes 1 cm laiust ning

järsemate jaoks 6 mm laiust. Kuna kitsaleheliste saagide puuraugust läbipistmiseks on tarvis saeleht vabastada, siis oleks hea, kui omapoolse nupupulga ots varustataks konksuga (vt. joonis 39), mille taha haagitakse saelehest läbipandud naelake. Samuti võib keeramisnuppu kinnitav polt varustada rõngaga, mis hõlbustab selle väljatõmbamist.



Joon. 39. Kitsa saelehe lahtivõetava otsa kinnitused.

Koolisae mõõtmed (mm)

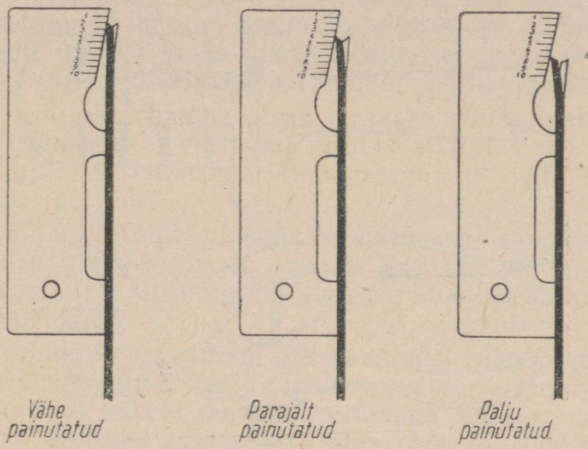
Nimetus	kaal g	Otsapuud				Vahepuud			Saelehe		Saelehe pikkus (kinnitusnaelte vahe)
		pikkus	laius	laius ülalt	paksus alt	paksus	laius	pikkus	laius	hamba vahe	
Laisaag											
1) õpetajale	560	350	36	12	28	24	28		40	4	660
2) õpilasele	365	310	34	10	25	22	26	Oleneb saelehe pikkusest	30	3	500
Kitsassaag	310	310	34	10	25	22	26		6—10	3	450

Lisaks ülalkirjeldatud saagidele võiks koolis olla mõned toordetailide saagimiseks määratud saed. Nende mõõtmed ja ehitus on teistsugune.

Saagide teritamine ja korrashoid. Kui saag muutub nüriks või on vigastatud mõni sae osa, siis pole õpilane suuteline seda parandama. See töö tuleb teha õpetajal või mõnel muul asjatundjal. Kõige sagedamini muutub raamsaag töökõlbmatuks liiga tugeva pingutamise tulemusel tekkiva nööri katkemisega. Raamsaagi pingutatakse töö algul, selle lõpul lastakse aga nöör ühe pöörde võrra lõdvemaks. Saelehe pingutatud olukorda jätmisel võib nöör katkeda, puruneda või moonduda mõni muu osa. Kui saenööri tunni lõpul lõdvaks ei lasta, siis võib murduda ka saeraami otsapuu. Esmalt puit pundub ja nöör muutub see-

tõttu lõdvaks. Pingutades teda nüüd uuesti, võime ületada paindumise ülemmäära ning otsapuu katki murda.

Kestva pinge all olev nöör venib ning tarviliku pinge saamiseks tuleb teda uuesti pingutada. Liialt keerdunud nöör katkeb kergesti. Seepärast tuleb saage aeg-ajalt uuesti siduda.



Joon. 40. Räsamõõtja kasutamine.

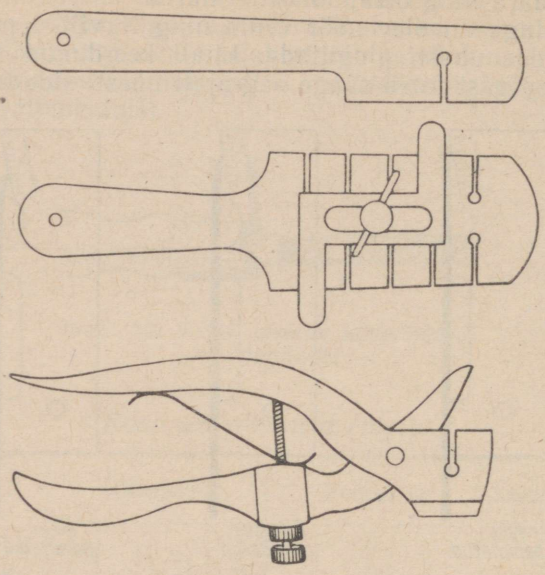
Raamsae leht katkeb kõige sagedamini otsapuu juurest. Viga saab parandada vaheliti asetatud saeotste kokkuneetimise abil.

Tähtsamaks tööks sae korrastamisel on sae teritamine. Selle juurde kuulub ka saehammaste painutamine ehk räsamine. Teritamise algul kontrollitakse, kas hambad on ühtlase pikkusega ja kas nad on tarvilikul määral räsatud. Kui hambad on vähe räsatud, siis saag liigub lõikamisel raskelt läbi lõikamisraja. Hammaste räsamislaius olgu võrdne saelehe kahekordse paksusega. Algaja võiks vastava vilumuse saamiseni kasutada räsamõõtjat.

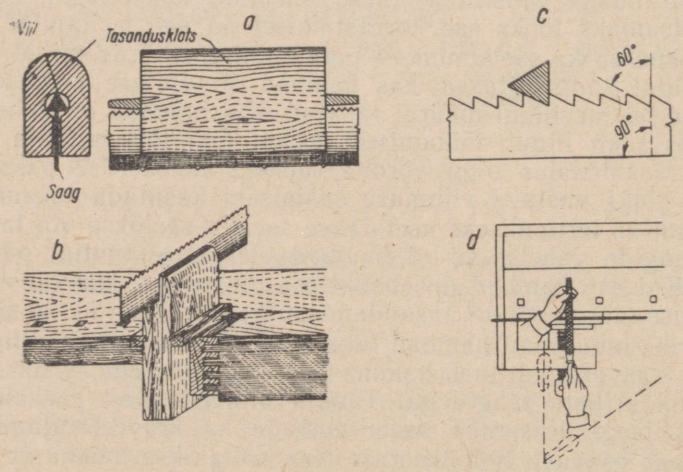
Raamsae teritamiseks asetatakse saeleht saelõksu või laiemate kruustangide vahele, nii et hambad oleksid suunatud paremale poole. Kui sae hambad on ebaühtlase pikkusega, siis libistatakse laperguse viiliga või nn. tasandamispulgaga kergelt üle hammaste.

Nüriks muutunud hambad lükatakse kolmekandlise viiliga esialgselt teravaks. Järgneb hammaste räsamine. Seda tehakse räsajaga või eriliste tangidega. Tangid on tellitavad saehammaste kallaku järgi. Räsamist saab teostada ka kruvikeerajaga, kuid see nõuab osavust. Kruvikeeraja tera asetatakse hamba vahele ja rõhutakse hamba püstserva soovitud suunas. Tööd alustatakse saelehe eesmisest otsast. On enesestmõistetav, et räsamist tuleb teostada ühtlase täpsusega.

Pärast räsamist vaadatakse saehambad eest tahapoole, et kontrollida hammaste ühtlast joondumist mõlemat pidi. Rivist välja



Joon. 41. Räsamisriistad.



Joon. 42. Sae teritamine.

a — hammaste tasandamine tasandusklotsi ja viili abil; *b* — saelehe kinnitamine viilisuru vahele; *c* — kolmkantviili asetus viilimisel; *d* — viili hoid viilimisel.

ulatuvad hambad painutatakse või lüüakse tagasi õigesse asendisse.

Räsamisele järgneb sae viilimine. Et saagide hambaid on mitmesuguse suurusega, siis vastavalt sellele valitakse ka sobiva jämedusega kolmekandiline viil.

Viilimist alustatakse eestpoolt tahapoole. See peab toimuma ühtlaselt, sest muidu muutub hammaste pikkus. Iga hammast tuleb lükata kergelt üks või kaks korda. Viilimisel hoitakse viil saelehega risti — nii kujundatakse saehambad peitlikujulisteks.

Käsisael viilitakse hamba otsad teravaks välisservast. Selleks hoitakse viil lükkamisel vastavalt viltu. Soovitatav on siin kasutada rombikujulise ristlõikega (mõõgakujulist) viili. Viilimisel hoitakse saagi põlvedel.

S a a g i m i n e. Kõige lihtsam on käsisaega saagimine. Risti lauda lõigates hoitakse lauda vasaku käe või põlve abil raiepakul või taburetil lapiti ning saetakse parema käe ühtlaste edasitagasi liigutustega.

Puutöös toimub aga suurem osa saagimisi raamsaega ja enamasti höövelpingi juures. Saetav laud on seejuures kinnitatud höövelpingi surupaku vahele. Saagimine toimub suunaga piki pinki. Tihti kipuvad õpilased saagima pingiga risti või külgmise surupaku vahel. See pole praktiline, sest siis ei püsi laud ega höövelpink hästi paigal ning saagi on raske suunata lõigatava lauaga risti. Saagimisel ristisuunaliselt pingiga on soovitatav pingi otsa külge teha toetusklots, mille vastas on eset kergem kinni hoida.

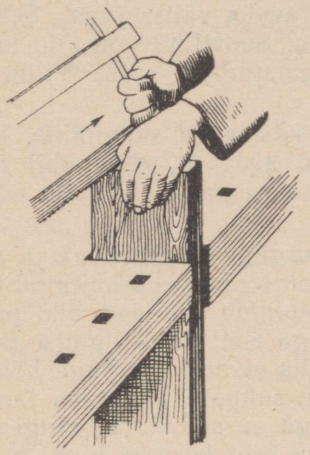
Saagimisharjutusi alustatakse sirgjoonelise saagimisega piki lauda ülalt alla. Selleks sobib 2,5 cm paksune lepa- või okaspuulaud. Kuna saagimine nõuab harjutamist, siis lastakse õpilasel esmalt lõigata jääkmaterjalist mõned liistud. Lõikamine peab toimuma täpselt mööda joont. Saetav laud kinnitatakse püsti surupaku vahele, nii et äralõigatav liist jääks paremale poole ja lauale tõmmatud joon lõikaja poole. Lõikamine toimugu rinna kõrgusel.

Enne saagima asumist kontrollitakse, kas saeleht on tarvilikul määral saeraamist kõrvale pööratud. Saelehe kõrvalepööramine võimaldab raami möödapääsemist paremalt poolt lõigatavat puitu ja takistamatut lõikamisjoonele vaatamist. Saelehte pööratakse kõrvale mõlemast nupust võrdselt. Saenöör asetatakse pööramisel vastu rinda. Saeleht peab peale pööramist moodustama tasapinna, mitte veskitiivataolise kõverpinna. Kõrvalepöörde ulatus oleneb puidu küljest lõigatava liistu laiusest. Saeraami vahepuu ja lõigatava puidu vahele peab jääma 3—5 cm laiune möödumisruum. Liiga suur kõrvalepööramine raskendab sae hoidmist, vähene aga ei võimalda sae juhtimist. Enne saagimist tuleb kontrollida ka saelehe pinget. Pingega ei tohi liialdada: tavaliselt piisab, kui varnast võetud sae saenöörile üks kord pingutuspulgaga juurde pöörata.

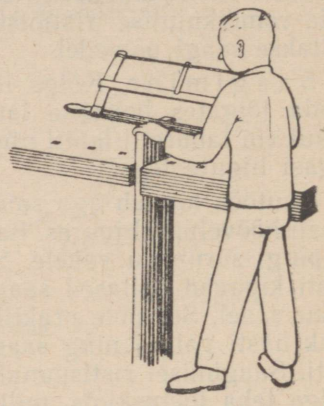
Raamsaega saetakse ühe käega. Selleks haaratakse parema

käega raami otsapuust, nupu juurest, nii et sae hambad on suunatud ettepoole ja raam jääb paremale poole kaldu.

Algajale tekitab raskusi alustussälgu lõikamine, sest saag ei taha hästi õigesse kohta püsima jääda. Saelehe täpsemaks juhtimiseks asetatakse vasaku käe pöidla küüs laua otsale joone kõrvale ning hoitakse pöidla nukk vastu saelehte. Sälk tekitatakse laua otsa kaugemasse serva sae enda poole tõmbamisega. Algul saetakse lühikeste lüketega, kontrollitakse sae seisu.



Joon. 43. Alustussälgu lõikamine.



Joon. 44. Saagimine piki puitu.

Saagimisel tegeleb parem käsi sae juhtimise ja saagimisega. Vasak käsi toetub saetavale lauale. See kindlustab töötamisel keha tasakaalu ja hoiab saetavat lauda võnkumast. Vasaku jalaga astutakse poolsamm ette, nii et keha raskus on ühtlaselt mõlemal jalal. Saagimise kontrollimisel jälgitagu, et saag kulgeks mööda joont. Saag püsib õiges suunas, kui saeleht, -raam ja höövelpingi serv hoida rööpsena (see on silmaga hõlpsasti tabatav).

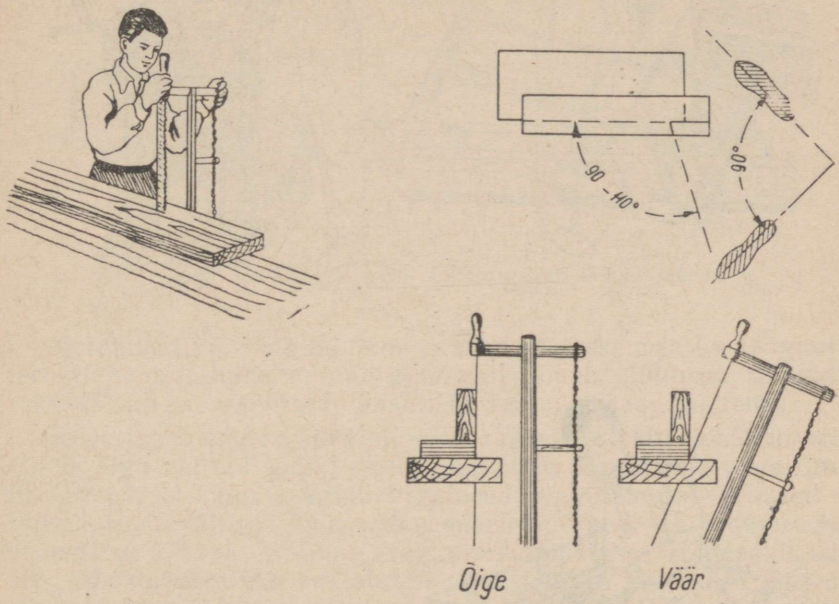
Raamsaag on väga tundlik: rõhumine ning üleliigse jõu tarvitamine põhjustavad sae kõrvalekaldumise õigest suunast või sae vigastusi. Saagimine toimugu vabalt ja kergelt, pikkade ning ühtlaste horisontaalsete liigutustega. Saeleht libisegu läbi lõhe nii, et ei tekiks pealesurumist ega hõõrdumist külgedelt. Kipub saag joonest kõrvale kalduma, tuleb lehte hoida veidi teisele poole kaldu, kusjuures lükked olgu võimalikult kerged. Saeleht hakkab siis lõikerada laiendama ning saavutatakse uuesti õige suund.

Saagimisel tõstetakse (saagi selleks ajaks lauast välja võttes) lõigatavat lauda järk-järgult kõrgemale. Laua otsa lähenemisel pööratakse laud vasakule kaldu ning tõstetakse seega lõigatava

joone lõppkoht pingi pinnast kõrgemale. Mõne viimase sentimeetri ulatuses võib laua lihtsalt lõhki rebida.

Pikemaid laudu saetakse ka joonisel 45 kujutatud viisil. Õpilastele on see saagimisviis aga raske.

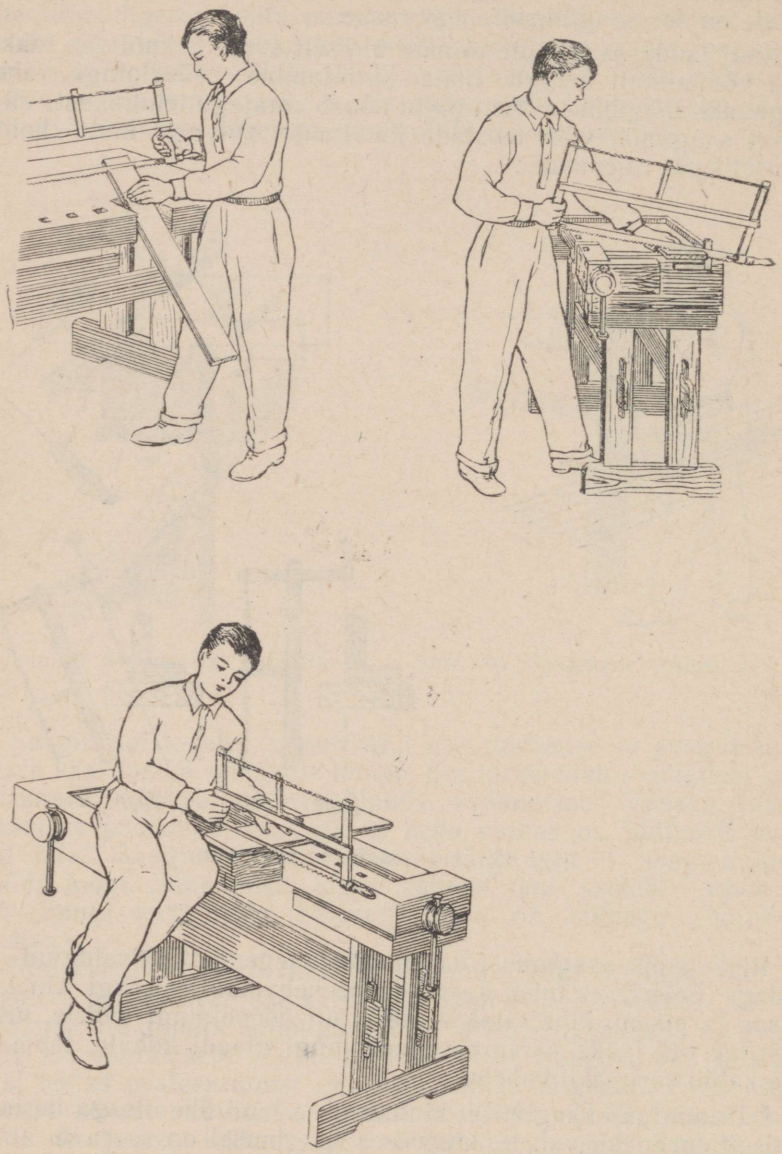
Risti lauda saagimine toimub üldiselt samuti, kuid sae lükked olgu võimalikult kerged. Laua kinnitamine höövelpingi vahele mugavaks saagimiseks risti puitu nõuab omajagu leidlikkust. Väiksemat saagimist võib teostada ka lauda põlvega kinni hoides taburetil või raiepakul.



Joon. 45. Laua saagimine piki puitu.

Risti lauda saagimisel on enamasti tegemist hööveldatud laudadega. Seepärast tuleb kasutada peenehambulist saagi. On laud kitsas ja pikem, kinnitatakse see lapiti höövelpingi vahele, nii et lõigatav ots jääks paremale poole pingi plaadi kohale, teine ots aga kaldu surupaku vahele.

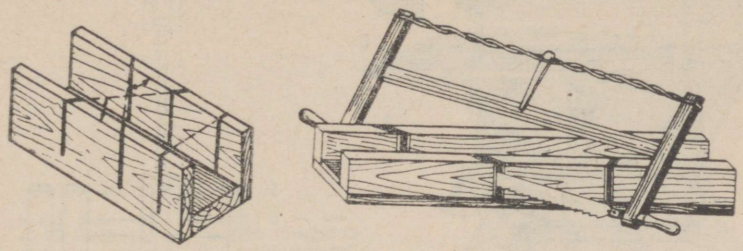
Lühema laua saagimisel kinnitatakse laud ühe otsaga horisontaalselt surupaku vahele, kusjuures saagimisel on saeraam ainult veidi paremale pööratud. On laud küllalt lai, siis kinnitatakse see lapiti pingipulkade vahele, äralõigatav ots vasakule poole. Kui saeraam sel juhul lõikamist takistab, siis istutakse küljekruvi poole höövelpingile ja saetakse harilikul viisil. Risti lauda lõikamisel peab saag läbi puidu libisema kaldsuunas, sest siis on kerge hoida



Joon. 46. Saagimine risti puitu.

joont ning lõikamisserv jääb siledam. Harilikult lõigatakse nii, et lõige on täisnurkne. Sel juhul tõmmatakse jooned laua pealmisele ja lõikajapoolsele küljele. Saagimise lõpplükked olgu kerged, et vältida puidust killu väljalükkamist. Lõpetamisel hoitakse kukkuvat osa vasaku käega kinni.

Õpilasi tuleb hoiatada, et saagimisel ei rikutaks höövelpinki (seda juhtub eriti siis, kui kasutatakse höövelpinki valesti) ning et õpilane ei riivaks saega ettevaatamatult höövelpingi metallist surukruvisid ning väljaulatuvate poltide päid.



Joon. 47. Saagimisrenn 45° nurga all lõikamiseks.

Kaldpinnaline saagimine on eelmistest raskem ja ka saagimise tee ettejoonestamine miiunurgiku abil nõuab vilumust. Saagimiseks 45° all on soovitatav kasutada vastavat saagimisrenni.

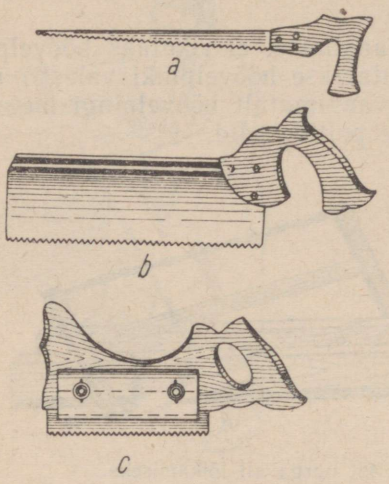
Kõverjoont mööda saagimine on raske, sest kitsaleheline saag (laius olgu valitud sobiv) on igasugustele liigutustele väga tundlik. Seepärast olgu saagimisliigutused pingutamata, ühtlased ja täpsed. Vastavalt saagimise edenemisele pööratakse saeraami vajaduse järgi kõrvale. Avause saagimisel puuritakse kõigepealt auk, siis vabastatakse üks sae otstest ja pistetakse läbi augu. Sae ots kinnitatakse uuesti, saeleht pingutatakse ja saetakse siis nõutav avaus välja.

Erisaagidega töötamist esineb koolis vähe. Tikk- ehk orasaega lõigatakse avausi juhul, kui raamsaega pole seda võimalik teha. Lõikamise alustamiseks puuritakse enne auk. Kuna saag on otsast kitsam ja tüvest laiem, siis saab seda kasutada mitmesuguste kaarte lõikamiseks.

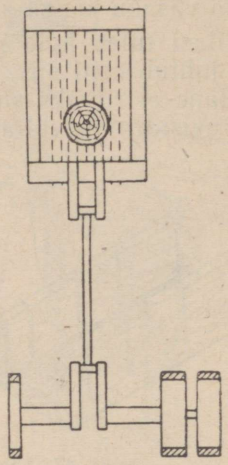
Uurdesaagi kasutatakse renni või uurde sisselõikamiseks (näiteks pajakaane põõna jaoks, riiuli küljelauale riiulilaua jaoks jne.). Et lõike alustus oleks täpne, võib soovitud joonele raudjoonlaua ja peitli abil eelnevalt lõigata vaokese. Saetava renni sügavuse täpseks määramiseks on sae küljes kruvidega tellitav liist. Saagimine toimub kahe käega, kusjuures parem käsi hoiab käepidet. Õpilastele on sobivamaks selline uurdesaag, mille hambad on suunatud käepideme poole.

Roogsaagi kasutatakse tapiõlgade ligisobitamiseks.

Mehhaniseeritud saagimine. Mehhaniseeritud saagimine toimub vastavate masinatega. Sellisteks masinateks on saekaatrid ehk saeraamid, lintsaed ja ketas- ehk kreissead.



Joon. 48. Eriotstarbelisi käsisaage.
a — tikksaag; *b* — roogsaag; *c* — uurdesaag.



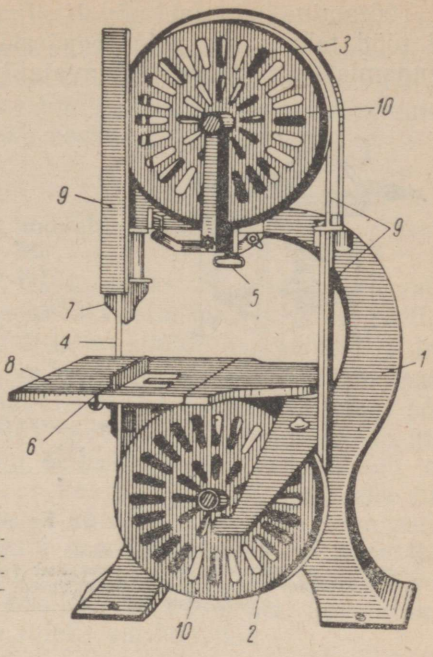
Joon. 49. Saekaatri skeem.

Saekaatri põhiosaks on tugev metallraam, kuhu püstloodis on kinnitatud reguleeritavate vahedega saelehti sellisel arvul, et kogu palk saaks saetud soovitud paksusega saematerjaliks (lauad, plangud jne.). Saekaatri metallraam liigub väntvõlli abil üles-alla. Saetav palk nihkub saeraamis ette hambuliste või sooneliste valtside vahel. Palgi õiget suunda reguleerivad kaatri ees ja taga olevatel roobastel asetsevad vankrikesed, kuhu palk on kinnitatud.

Saekaater käivitatakse kas tugevajõulise aurumasina, elektrimootori (vähemalt 20 kW) või traktori abil. Saeveski tööga tuleb õpilasi tutvustada vestluse ja ekskursiooni käigus.

Lintsaemasina põhiosaks on lindikujuline saeleht, mis pannakse liikuma kahel pöörleval rattal või seibil. Siinjuures saab üks seib pöörlemiskiiruse jõumasina võllilt, teine on aga ainult saelindi hoidjaks. Lintsaega lõigatakse kas sirg- või kõverjooneliselt, tarvitades seejuures mitmesuguse laiusega saelehti (12—75 mm). Kooli töökojale pole lintsaag eriti vajalik. Sellega tutvutakse mehhaniseeritud puidutööstuses, kuhu tuleb teha ekskursioon.

Saetud materjali edasisel töötlusel on kõige vajalikumaks ketassaag (lõiketera on kettakujuline). Ketta välisservas on saehambad nagu käsisaagidelgi. Hammastus oleneb sellest, kas sae-



Joon. 50. Lintsaemasin.

1 — masina keha; *2* — veoseib; *3* — juhtratas; *4* — saelint; *5* — saelehe pingutusseadis; *6* — suunamislatt; *7* — suunamisseadis; *8* — töölaud; *9* — saelehe kaitse; *10* — kettakaitsmed.

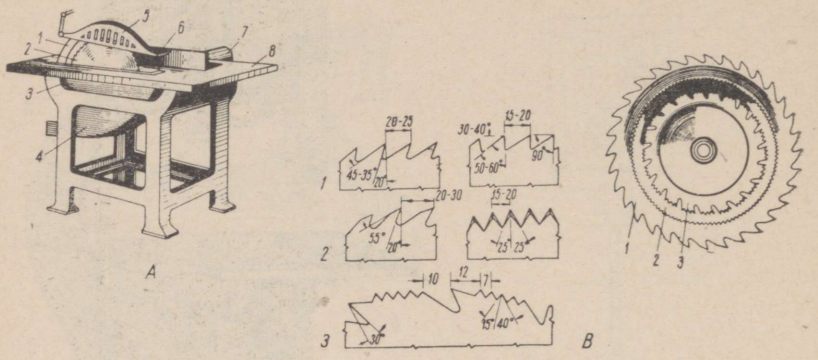
takse piki või risti puitu. Piki puitu saagimiseks määratud saagide hambad on ettepoole kaldu ja teritatud peitlikujuliselt, kuna risti puitu saagimiseks määratud saagide hambad on võrdhaarse kolmnurga kujulised ja teritatud okkakujuliselt. Ketassaage teritatakse kitsal smirgelkäial või selle puudumisel lapikviiliga.

Ketassaag on programmis ette nähtud õppevahendina ja tööpingina. Suuremates ja paremini sisustatud kooli puidutööklassides on ketassaagide kasutamine end kõigiti õigustanud.

Osa koole on saanud tsentraliseeritud korras nn. kombineeritud tööpinke. Vaatamata sellele, et nimetatud tööpingid on väikese töövõimega, saab neil näitlikult demonstreerida ketasssae- ja hööveldamistöid. Kuna ketassaepink pole oma konstruktsioonilt keerukas, siis peaksid koolid neid õpetaja initsiatiivil saama soetada ka šeflusasutuste abil.

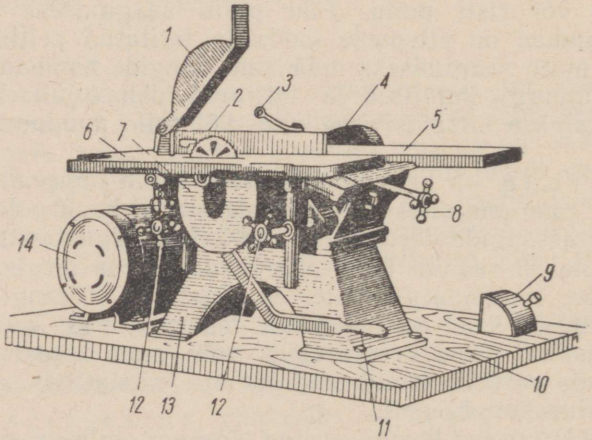
Joon. 52 kujutatud kombineeritud tööpingi olulisem osa on treitud saevõll, mille ühte otsa on kahe seibi vahele kinnitatud ketassaag. Võlli teine ots on keermestatud ja võimaldab sinna kinnitada kahe seibi ja mutri abil kas smirgelkäia, lihvimisketest või puurimispadrunit. Elektrimootor (1—2 kW) paigutatakse tööpingi alla. Eelistada tuleb kiilrihm-ülekannet. Pealmine töölaud on ühest otsast kinnitatud hingedega, teist otsa liigutatakse üles-alla vastava kruviga. Töölaua peal on reguleeritav suundlatt. Otse sae taga on saetee lahtikiilumise nuga, mille külge kinnitatakse üle sae ulatuv puust või metallist saekaitse.

Töötamine ketassael nõuab vilumust ja on ohtlik. Õpilastel sellel tööd teha lasta pole seepärast soovitatav. Õpetaja töö kergendamiseks on ta aga hädavajalik.



Joon. 51. Ketassaemasin.

A. Käsitsi etteandmisega ketassaemasin. *1* — lahkamiskiil; *2* — ketassaag; *3* — vaheklots; *4* — saepuru koguja; *5* — saekaitse; *6* — suundlatt; *7* — veoseib; *8* — töölaud. *B.* Ketassaagide mitmesugused hammastused. *1* — lõikamiseks pikuti puitu; *2* — saagimiseks risti puitu; *3* — höövelhammastega saeketas.



Joon. 52. Elektrijõul töötav kombineeritud tööpink ФКС-2.

Ketassae juures töötamisel tuleb kasutada kaitseprille ja hoiduda viibimast sae taga (paiskumise oht). Laua etteandmine pikilõikamisel peab toimuma sujuvalt ja sirgjooneliselt. Laud tuleb hoida kindlalt vastu suundlatti. Etteandmine sae läheduses toimugu t i n g i m a t a sälguga varustatud ettelükkamisklotsiga. Samuti

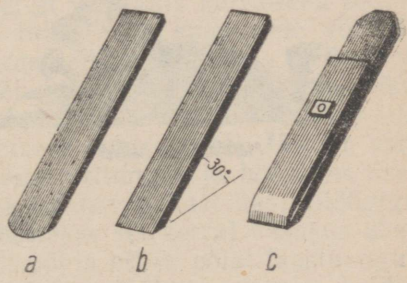
eemaldatagu jäätmed alati vastava pulga abil. Materjalide otsamisel ja mõõdu järgi tükeldamisel tuleb kasutada ettelükkamislauda, mis liigub kindlalt töölaua vastavas nuudis. Mida väiksem on detail, seda ohtlikum on selle töötlemine. Ketassae kasutamisel tuleb rangelt täita ohutustehnika eeskirju.

Höövlid ja hööveldamine.

Höövli ehitus oleneb sellest, missuguseks töövõtteks seda vajatakse. Tasapindade hööveldamiseks tarvitatakse sirge põhjaga lühikest või pikka höövlit, kõverpinna hööveldamiseks kaarhöövlit jne.

Höövli osadeks on höövlipakk, höövliraud ja kiil. Höövlipakk valmistatakse kõvast puidust, tavaliselt valgest või punasest pöögist, õunapuust või vahtrast. Hea hövelpaku omaduseks on ühtlane puit. Aastaringid kulgevad sellises puidus vertikaalselt või radiaalselt. Selline höövlipakk ei kaardu. Et höövlit oleks hea käsitseda, peab sellel olema mugav käepide, raua õige sisseasetus ja laastu õige käik. Välismõjude kõrvaldamiseks immutatakse höövlipaku tald värnitsaga, muud puitosad aga lakitakse. Höövli alumist pinda nimetatakse t a l l a k s. Viimasel ajal kasutatakse ka metallist höövleid. Eelistada tuleks puithöövleid.

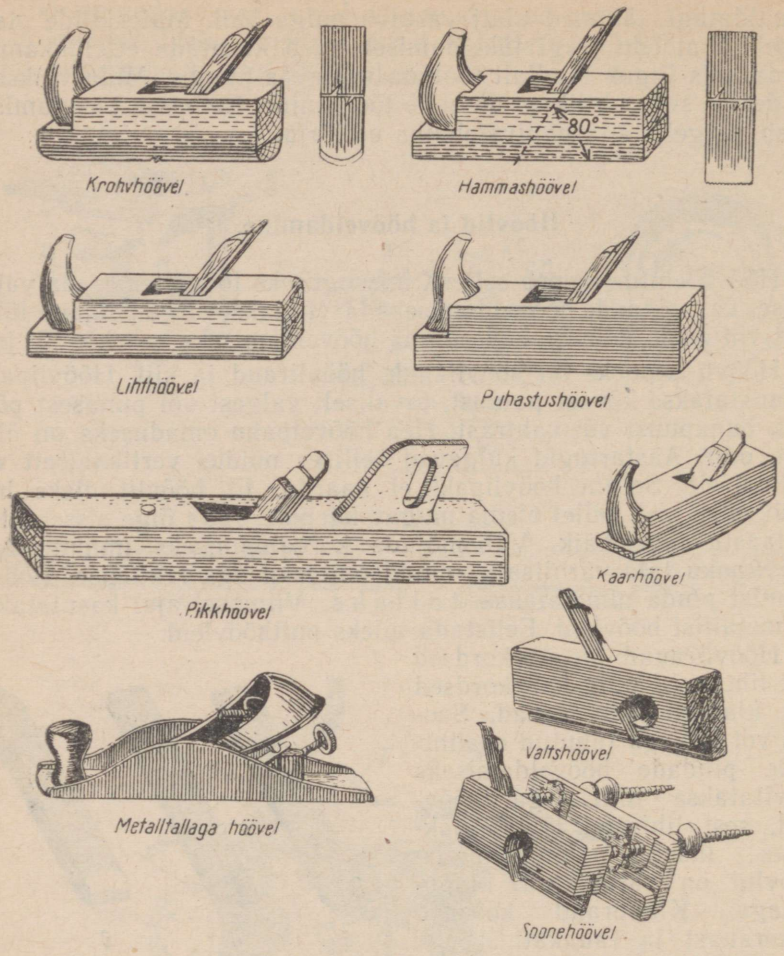
Höövlirauad on ühekordsed ehk lihtrauad ning kahekordsed ehk klapiga höövlirauad. Saetud või kirvega tahutud ebaühtlaste pindade hööveldamiseks tarvitatakse lihtrauaga höövleid, sest lihtraud lõikab paksema laastu. Pinnasilumishöövlid on varustatud klapprauaga. Klappraud koosneb lõikerauast ja rauakattest ehk klapist. Klapp on valmistatud terasest ning ühendatud kruvi abil lõikerauaga.



Joon. 53. Mitmesuguseid höövliraudu.
a — krohvhöövli raud; *b* — lihthöövli raud; *c* — klappraud.

Klapi eesserv peab tihedalt toetuma lõikerauale, et nende vahele ei pääseks laastud. Klapi ülesandeks on laastu murda ning juhtida seda hööveldamisel ülespoole. Uue höövliraua muretsemisel kontrollitagu raudklappi ning vajaduse korral viilitagu see parajaks. Pealmine pool lihvitagu hästi tasaseks, sest see hõlbustab laastu tõusmist. Höövli lõikeraud koosneb tavaliselt kahest kihist. Pealmine kiht, millest moodustub tera, on heast kõvast terasest. Selle all on pehmem kiht, et rauda oleks hõlpsam teritada. Viimasel ajal kasutatakse aga ka ühekihilisi raudu.

Höövlite tüübid. Krohvhöövlit tarvitatakse ebaühtlaste pindade esialgseks silumiseks. Neid on tasase ja kumera põhjaga. Koolile



Joon. 54. Mitmesuguseid höövleid.

sobib paremini tasase põhjaga krohvhöövel. Krohvhöövli raud on ühekordne ja kumeralt teritatud.

Tasasemate pindade eelhööveldamiseks võib kasutada lühikest ühekordse rauaga lihthöövlit. Seda höövlit tuleb kasutada eriti siis, kui eelhööveldamisel soovitakse ainult vähe maha hööveldada või kui krohvhöövel puusüü tõttu kipub kiskuma.

Pikkhöövliga õgvendatakse ning silutakse puidu pind pärast krohvhöövli ja lihthöövliga hööveldamist. Kuna pikkhöövlil on olemas klappraud, siis võimaldab see puidu pinda täiesti siledaks hööveldada.

Pinna lõplikuks silumiseks tarvitatakse veel puhastushöövlit.

See on lühike kitsa laastuavaga klapprauaga höövel. Hea puhastushöövel kõrvaldab puidult eelmise höövli jäljed ning tasandab ka puusüü tõttu karedaks kistud kohad.

Ümarvormidega esemete, näiteks riidepuu, rehapea, võrkkiige puu jt., nõgusate külgede tasandamiseks hööveldamisel tarvitatakse kaarhöövlit. Kaarhöövel sarnaneb ehituselt puhastushöövliga, tal on klapiga varustatud raud, põhi on aga kaarjas. Kaarhöövli töövõtteid saab sooritada ka metallist nn. liblikhöövliga, kuid õpilastele käib selle kasutamine üle jõu.

Valtshöövlit tarvitatakse valtsi sissehööveldamiseks või peitliga lõigatud valtsi puhastamiseks (näiteks pildiraami liistu valtsimisel). Koolis pole seda palju vaja.

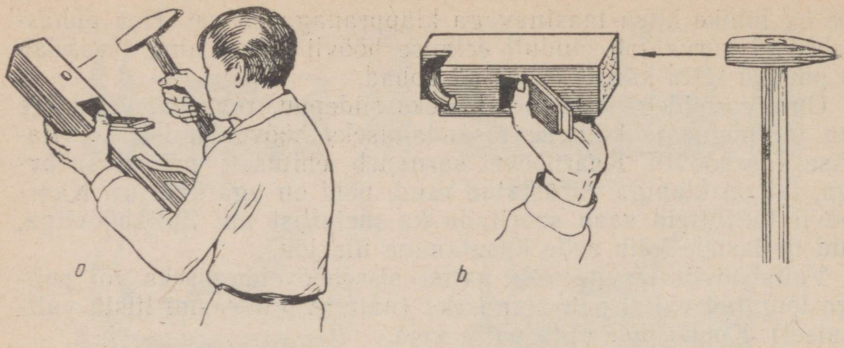
Soonehöövli otstarve selgub juba selle nimetusest. Nimetatud höövlit saab tellida soone soovitava sügavuse ja äärekauguse järgi. Mitmesuguse laiusega soonte lõikamiseks on höövliga kaasas erineva laiusega rauad. Kui tööõpetuse klassis on olemas peenehambaline ketassaag, siis pole valts- ega soonehöövlit peaaegu üldse vaja.

Liimimispindade karestamiseks kasutatakse hammas- ehk karestamishöövlit. Hammashöövel meenutab puhastushöövlit, kuid tema lõikeraua eesserv on sakiline ning raua lõikenurk kuni 80°.

Höövlite töökorda seadmine. Höövlid vajavad tähelepanelikku hooldamist, sest korrast ära höövel ei võimalda korralikku töötamist. Koolile muretsetud höövlid tuleb enne kasutusele võtmist põhjalikult kontrollida. Höövli korrastustööd, näit. raua teritamine ja reguleerimine, jäägu õpetaja või mõne teise kompetentse isiku hooleks. Õpilased tutvuvad sellega peamiselt vaatluse teel või siis katsetavad ka ise, kuid õpetaja otsese kontrolli all. Höövli korrastamisel on kõige tähtsamaks raua teritamine ja höövlisse asetamine. Lühikese höövli raud vabastatakse pakust haamrilöögiga höövli tagumisele otsale. Höövel hoitakse sel korral vasakus käes (kuhugi toetamata), sõrmed höövli põhja all ja pöial laastuaugus kiilu all. Pikkhöövli raud vabastatakse löögiga nupule, hoides höövlit augu kohast vasaku käega enda ees, sõrmed samuti höövli põhja all ning pöial toetatud laastuauku kiilu alla. Höövliraua vabastamiseks või sissepanemiseks kasutatakse metall- või puitvasarat. Löögid olgu täpsed, et mitte höövlit rikkuda. Höövliraua klapi kruvi jaoks tarvitatav kruvikeeraja olgu küllalt lai.

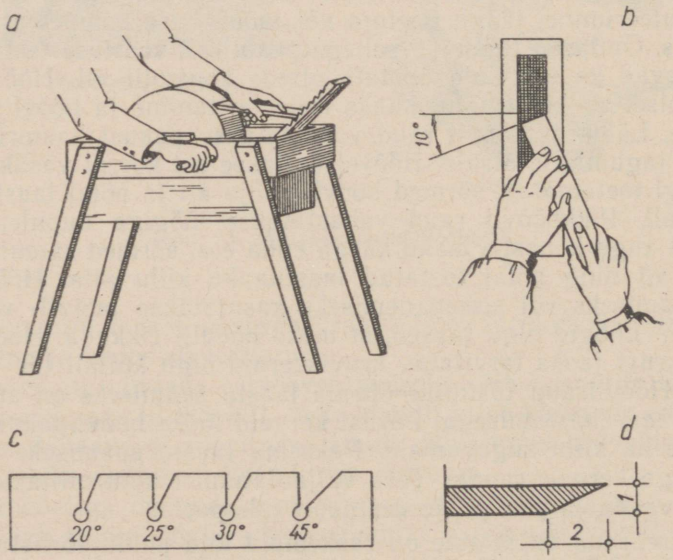
Höövliraua tõstmine õhema laastu saamiseks on analoogiline raua vabastamisega. Pärast kergeid lööke höövlipakule koputatakse ka kiilu sügavamale. Paksema laastu saamiseks lüüakse vasaraga kergelt rauale. Tera väljaulatumist kontrollitakse silma järgi, vaadates piki põhja eestpoolt tahapoole.

Höövliraua teritamine on raskemaid töid puidutööriistade korrastamisel. Õpilastelt selleks oskust nõuda ei saa. See ülesanne peab jääma õpetajale või mõnele teisele vastava oskusega isikule. Höövliraua teritusnurk ei tohi olla suurem kui 30°. Eelteritamine



Joon. 55. Höövliraua väljalöömine.
a — pikkhöövlil; *b* — lühikesel höövlil.

toimub käia abil. Höövliraud asetatakse päraga käia tugilaua sälku ja käia aetakse ümber terale vastupidises suunas. Aeg-ajalt tuleb kontrollida käiamise tulemust. Lõiketera eesserv peab käiamisel kujunema sirgjooneliseks ja külgjoonte suhtes täisnurkseks. Ainult välisnurgad peavad olema teritatud veidi kaldu, muidu jätab höövel puidu pinnale jäljed, ka laastu tõus on seetõttu sageli takistatud. Peene tera saamiseks ihutakse höövlirauda pärast käiamist õliga niisutatud tahul, hoides seda tahu pinna suhtes natuke



Joon. 56. Höövliraua teritamine.
a — teritamine käial; *b* — teritamine tahul; *c* — šabloon teritusnurga kontrollimiseks; *d* — faasi pikkuse suhe tera paksusega.

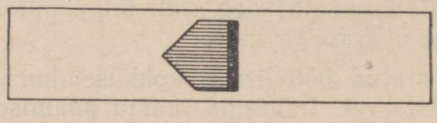
rohkem püsti kui käia pinnal. Höövliraua käiamine ja ihumine toimub ühelt poolt, ainult ihumise viimased lükked tehakse, rauda lamedalt vastu tahku hoides, kergelt teiselt poolt, et kõrvaldada ihumisel tekkivat kärssa. Roostetamise vältimiseks tuleb raud pärast käiamist hästi kuivatada. Samal põhjusel tuleb höövlirauda (nagu teisigi metallesemeid) aeg-ajalt õliga puhastada ning koolivaheajaks kerge õlikorraga katta.

Klapiga varustatud höövliraua kokkuseadmisel tuleb silmas pidada höövli otstarvet. Paksema laastu saamiseks ja pehmema puiduliigi hööveldamiseks seatakse pikkhöövli rauaklapi serv lõiketera eesservast umbes 1 mm kaugusele, kõrvale ja kisuliste puude korral vähendatakse kaugust kuni 0,5 mm-ni. Puhastushöövli rauaklapi serv peab igal juhul olema umbes 0,5 mm terast eemal. Korrastatud raud asetatakse höövlisse algul ilma kiiluta, et paremini leida õiget asendit. Kiilu sissevajutamisel kontrollitakse höövli põhja alt raua seisu. Sobiva seisu puhul koputatakse kiil kinni. Kui höövliraud toetub kogu tasapinnaga laastuava seinale ja kiil on täpne, siis on höövliraud õigesti kohal.

Höövli tald kulub pikaajalise tarvitamise järel ebaühtlaseks, seepärast tuleb talda aeg-ajalt õgvendada. Sel puhul ei võeta höövlil rauda välja, vaid koputatakse see sedavõrd üles, et ta ei takistaks põhja ülehööveldamist. Kui õgvendatakse rauata höövlit, kõverdab hiljem sisselöödud kiil höövlipaku uuesti. Höövel kinnitatakse höövelpingi vahele põhjaga ülespoole. Pikkhöövel, millega põhja hööveldatakse, peab olema täiesti õige (tasapinnalise) põhjaga ja hästi õhukese laastuga. Mahahööveldus olgu võimalikult väike, et vältida tallaaluse ava (höövlisuu) suurenemist. Seejärel hõõrutakse kergelt höövli silutud talda täpsete pikisuunaliste liigutustega peenikese liivapaberi lehel, mis on laotatud võimalikult tasasele pinnale. Kulumise ja põhja korduva hööveldamise tagajärjel suureneb lõiketera ees olev pilu (höövlisuu) aja jooksul, mis hakkab tööd takistama. Höövlisuu laius ei tohi heal höövlil ületada paari millimeetrit. Vea kõrvaldamiseks valmistatakse kõvast puidust 1 cm paksune laastuaugulaiune klotsike, mis eestpoolt tehakse kolmnurkseks. Seejärel raiutakse peitliga höövli talda sobiv ase ning klots liimitakse sinna sisse. Peale kuivamist hööveldatakse tald õigeks. Kui höövlipakk muutub õhukeseks, siis liimitakse talle alla uus tald, kusjuures laastuaugu jooned märgitakse höövli külgedele, et neid üle kanda uuele tallale augu sisseraiumiseks. Õgvendatud tald immutatakse värnitsaga.

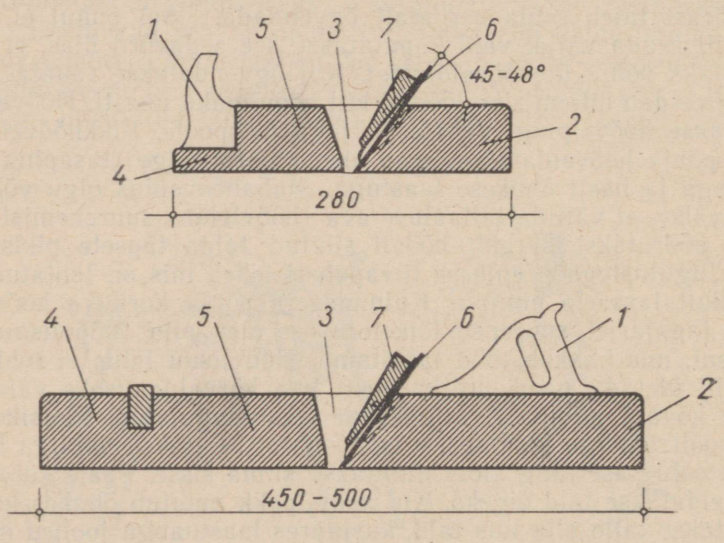
Kuna õpilased kui algajad höövleid rikuvad, eriti nürivad höövlite valesti ja ebaõiges järjekorras tarvitamise tagajärjel, siis tuleb korrastustöid ette võtta üsna sageli. Iga õpetaja nõudku rangelt pingi pulkade õigele kõrgusele tõstmist, hööveldatavate laudade puhastamist ning höövlitüüpide kasutamist õiges järjekorras. Selleks, et teha õpilast oma tööriista eest vastutavaks, tuleb tal lasta tööd teha ainult temale määratud höövlitega.

Höövlite valmistamine. Sageli on koolides höövlitest puudus. Seepärast tuleb koolil neid tavaliselt ise valmistada. Hea höövli saab, kui höövlipakuks valida hea, kuiv ja ühtlase süüga puit ning sobivad, õigesti valitud mõõtmed.



Joon. 57. Laiaks kulunud höövlisuu parandamine.

Kui höövlipakku ei saa valmistada vahtrast, õunapuust ega pöögist, siis võib leppida ka kasega. Höövlipakk valmistatakse kas ühest tükist või kahest tallaga vertikaalsuunas kokku pulgatud ja liimitud poolest. Viimase mooduse eeliseks on see, et õhemat materjali on kergem leida ning laastuaugu väljatöötlus sae ja peitli abil on tunduvalt kergem.



Joon. 58. Höövli ristlõige.

1 — sarv või käepide; *2* — kand; *3* — laastuava; *4* — nina; *5* — höövlipakk; *6* — raud; *7* — kiil.

Höövli käsitsemine. Hööveldamine on saagimise kõrval põhilisi, kuid tehnikalt üks raskemaid töövõtteid.

Lühike höövel võetakse kätte nii, et vasak käsi haarab käepidemest ning parem raua tagant höövlikannast. Paremate höövlitel on raua taha parema käe jaoks tehtud vastav klots. Hööveldа-

Höövlite mõõtmed (mm)

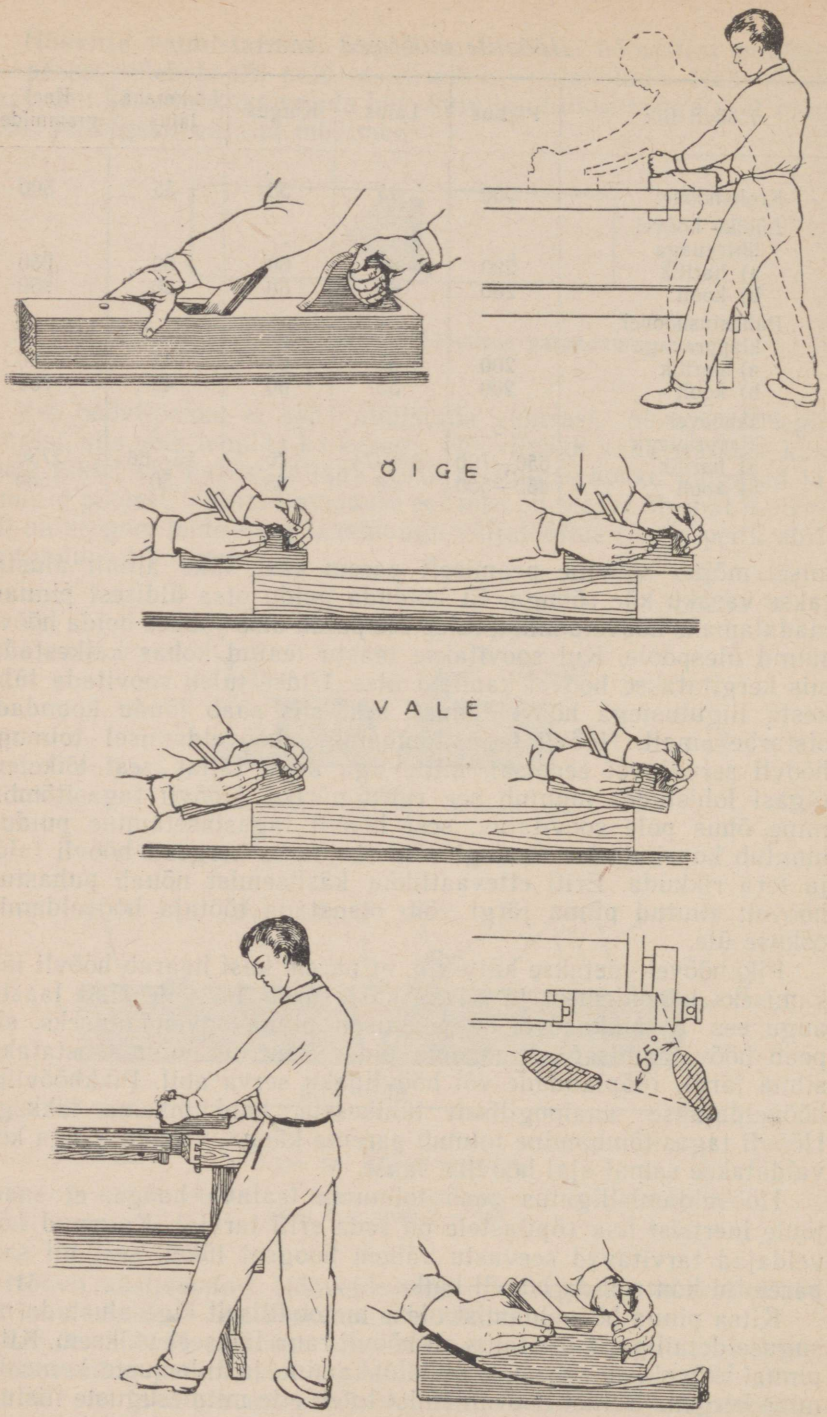
Höövli liik	Pikkus	Laius	Kõrgus	Lõikeraua laius	Kaal grammides
Krohvhöövel	250	45	55	35	500
Lühike höövel lihtrauaga					
a) harilik	280	60	60	50	950
b) kooli	280	60	60	50	950
Puhastushöövel klapprauaga					
a) harilik	200	55	60	45	750
b) kooli	200	55	60	45	750
Pikkhöövel klapprauaga					
a) harilik	650—700	65—74	70	56—66	2750
b) kooli	450—500	60	65	50	1500

misel mõjub höövlile peamiselt parem käsi, lüke ainult alustatakse vasaku käe rõhuga. Et hoiduda puidu otsa üldisest pinnast madalamaks hööveldamist, tuleb üle puidu otsa jõudes hoida höövli suund ülespoole. Kui soovitakse laastu teatud kohas katkestada, siis kergitatakse höövel kannast üles. Üldse tuleb soovitada lühikeste liigutustega hööveldamist, sest siis saab jõudu koondada otstarbekamalt. Höövli tagasitõmbamine hööveldamisel toimugu höövli serval või eesotsal, mitte aga kogu tallal, sest lõiketera tagasi lohistades muutub see ruttu nüriks. Höövli tagasitõmbamine õhus pole soovitatav, sest höövli tagasiasetamine puidule muutub kopsimiseks. Pealegi võib seejuures kergesti höövli talda ja tera rikkuda. Eriti ettevaatlikku käsitsemist nõuab puhastushöövel: silutud pinna järgi võib otsustada töötaja hööveldamisoskuse üle.

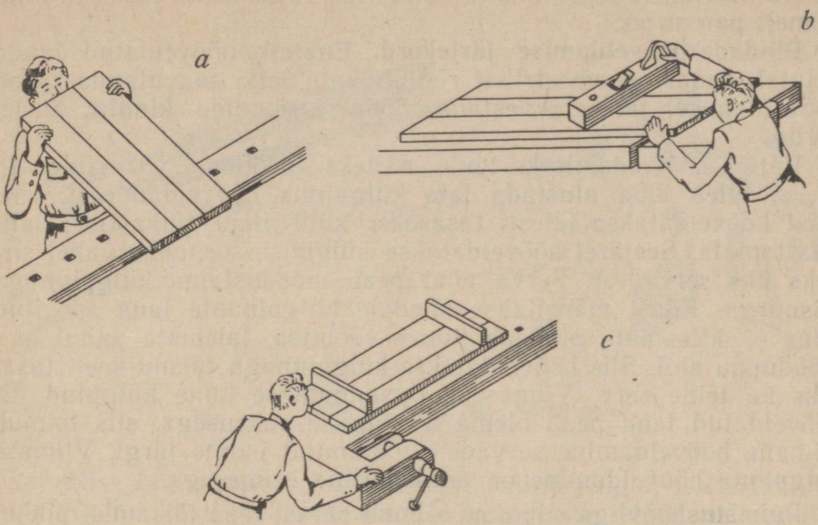
Pikkhöövel võetakse kätte nii, et parem käsi haarab höövli lükkamiseks käepidemest ja vasak käsi surub höövlile risti laastuaugu ees. Et pikkhöövel on peamiselt pinna õgvendamiseks, siis peab hööveldamisega kaasnema pidev kontroll, mida teostatakse silma järgi, rööplaudade või höövlipaku serva abil. Pikkhöövliga hööveldatakse analoogiliselt lühikesele, kuid pikema lükkega. Höövli tagasitõmbamine toimub parema käega, vasaku käega kõrvaldatakse samal ajal höövlist laast.

Hööveldamisliigutus peab toimuma teatava hooga, et saada jõule inertsist lisa (õpilastele on seda eriti tarvis). Kogenud hööveldajad tarvitavad seevastu vähem hoogsat lüket, sest nii saab paremini kontrollida höövli käiku.

Kitsa pinna hööveldamist oleks metoodiliselt õige alustada niisuguse detailiga, mille laius on höövli raua laiusest väiksem. Kitsa pinna hööveldamisel on höövli lükkamine ja tulemuste kontrollimine kergem. Sellist hööveldamist tuleb ette mitmesuguste liistude



Joon. 59. Hööveldamisvõtteid.



Joon. 60. Hööveldatud pinna kontrollimine.
a — silmaga; *b* — höövli kandiga; *c* — rööplaudadega.

ja laiade pindade servade hööveldamisel. Kitsa pinna hööveldamisel omandab õpilane esimesed kogemused höövli hoidmises ja juhtimises. Kõige sagedamaks veaks selle juures on pinna muutumine nõgusaks või kumeraks. Õpetaja juhtigu õpilaste tähelepanu sellele, et höövli tera peab liikuma kogu eseme pikkusel ja et höövli rõhk olgu seejuures ühtlane. Täisnurkse serva saamiseks tuleb asetada laud hööveldamispingi külgmise surupaku vahele, juhtida höövlit täiesti rõhtsalt ning kontrollida tulemust nurgiku abil.

Pikemate servade hööveldamisel kasutatakse pikkhöövlit. Hööveldamise juures on sageli takistuseks puidu süü. Kui hööveldamine toimub vastu süüd ning höövel seetõttu kisub, siis tuleb katsuda hööveldada piki süüd. Selleks tuleb laua ots pöörata. Kui aga puit kisub mitmes suunas, siis aitab ainult hea õhukese laastuga höövel.

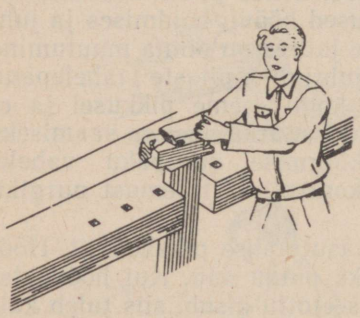
Laia pinna hööveldamisel on tasapinnaliseks õgvendamine raskem. Pärast eelhööveldamist tuleb suurema pinna silumiseks kasutada peamiselt pikkhöövlit. Pinda saab juba eelhööveldamise kestel kontrollida rööpliistudega, höövlipaku servaga ja silma järgi. Selleks et õgvendamisel saavutada tõhusamaid tulemusi, võib eelhööveldamisel kasutada lisaks piki toime hööveldamisele ka nurgeti hööveldamist. Sel viisil tasandub pind ühtlasemalt ning hööveldada on kergem. Laia pinna tasaseks hööveldamisel tuleb esialgu maha hööveldada võimalikult vähe, et säästa laua paksust pärastiseks viimistlemiseks mõõdu järgi. Kui pinna silumine toi-

mub ainult ühelt poolt, siis tuleb selleks valida laua tasasem ning toimelt parem pool.

Pindade hööveldamise järjekord. Enamik hööveldatud laudu kujutab endast geomeetrilist risttahukat. Selle saavutamiseks on hööveldamisel tarvis arvestada tööoperatsioonide kindlat järjekorda.

Võttes hööveldamiseks laua, näiteks hakklaua või riidenagi jaoks, tuleb tööd alustada laia külgpinna hööveldamisest. Üks neist hööveldatakse täiesti tasaseks, kuid ilma puhastushöövlit tarvitamata. Seejärel hööveldatakse külgmise surupaku vahel sirgeks üks servadest. Serva pind peab moodustama külgpinnaga täisnurga. Edasi märgitakse siledale külgpinnale laua soovitud laius — kitsamate pindade juures rööbitsa, laiemate puhul aga mõõdupuu abil. Siis hööveldatakse külgpinnaga täisnurkselt tasaseks ka teine serv. Viimasena õgvendatakse teine külgpind. Et hööveldatud laud peab olema ühesuguse paksusega, siis toimub viimane hööveldamine servadele tõmmatud joonte järgi. Viimase külgpinna hööveldamine on analoogiline esimesega.

Puhastushöövliga silumine toimub pärast laua lõikamist pikkuselt parajaks, sest siis saab kõrvaldada ka lõikamisel tekkinud pinnud ja märkimisjooned. Puhastushöövliga mahahööveldus olgu võimalikult väike, et täpset mõõtu ja õgvendatud pinda mitte rikkuda.



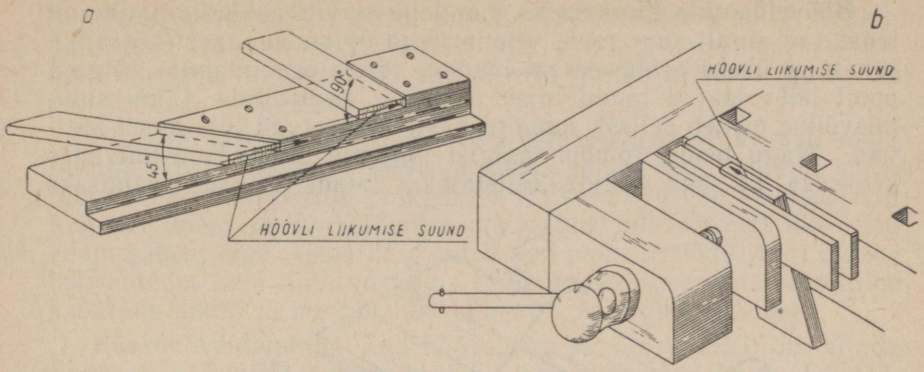
Joon. 61. Hööveldamine risti puitu.

Risti puitu hööveldamine. Risti puitu hööveldamine on vajalik laua otste silumisel. Selleks kinnitatakse laud külgmise või otsmise surupaku vahele nõnda, et hööveldamine toimuks piki pinki. Hööveldatakse tavaliselt terava puhastushöövliga. Et soodustada puidu läbilõikamist, hoitakse höövel lükkamisel pisut viltu. Hööveldamine peab toimuma kerge lühikese lükkega. Höövli tera ei tohi lükkel minna kaugemale kui $^2/_3$ laua laiusest, sest servani lükates hakkab laud servast lõhenema. Lükked sooritatakse vaheldumisi kummastki servast, suunaga laua keskele, kusjuures hööveldaja asukoht jääb samaks, pööratakse ainult höövlit. Hööveldamist kontrollitakse nurgikuga.

Üsna kitsaste detailide otsi silutakse nii, et asetatakse need mitmekaupa surupaku vahele ning hööveldatakse kõigi otsad korraga.

Joonisel 62 on näidatud otsa hööveldamine (toosimine) ka vastava laua (tooslaua) abil.

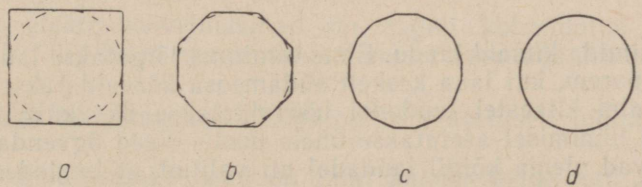
Ümmarguste esemete hööveldamine. Seda alustatakse ümmarguse kepi valmistamisega ruudukujulise ristlõikega latist. Nelja-



Joon. 62. Otsa hööveldamine.
a — küljeli asendis höövliga; *b* — kruvi vahel.

kandilise lati otstele joonistatakse sirkliga ringid, mille läbimõõt on võrdne kepi läbimõõduga. Hööveldatakse algul neljakandiliseks, siis kaheksakandiliseks ja lõpuks 16-kandiliseks. Edasi toimub pinna ümardamine puhastushöövli abil silma järgi. Jämedama silindri saamiseks hööveldatakse 16-kandiline ese 32-kandiliseks ja alles siis silutakse pind ümmarguseks. Keppi hoitakse vasaku käega höövelpingi plaadil ning hööveldatakse ühe käega.

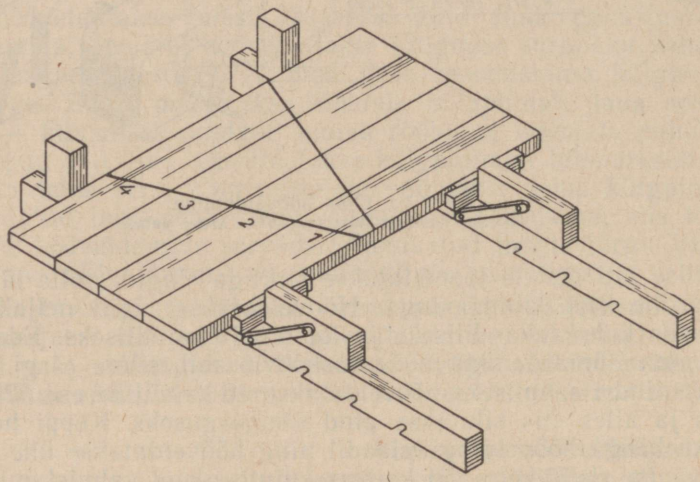
Ovaalse ristlõikega või koonusekujulise kepi valmistamine toimub üldjoontes samuti.



Joon. 63. Ümmarguse pulga hööveldamine.

Kaldserva hööveldamine. Kaldserva (faasi) hööveldamine toimub pärast laua õgvendamist. Kui kaldpinna ulatus on märgitud pliiatsikriipsuga laua küljele ja servadele, kinnitatakse laud pingipulkade vahele nii, et soovitav kaldpind asetseks horisontaalselt. Et vältida laua vajumist höövli all, asetatakse laua alla sobiv klots. Tulemuse kontrollimisel peetagu silmas seda, et kaldservad oleksid kõigiti võrdsed, sest nad on mõeldud tavaliselt eseme kaunistamiseks. Üldiselt ei õnnestu õpilastel lai kaldserv hästi, seepärast on soovitatav kasutada õpilastöödes võimalikult kitsaid kaldservi. Otstele, risti puud, võib nooremate klasside õpilaste töödes jätta kaldserva hoopis tegemata. Paremini kui kaldserva hööveldamine õnnestub õpilastel ümardamine.

Hööveldamine liimimiseks. Laudade serviti kokkuliimimine on teostatav ainult suuremate vilumustega õpilastega, sest korraliku liimimise üheks eelduseks on laudade täpne õgvendamine. Algaja poolt hööveldatud laudu tuleb eelnevalt kontrollida. Liimi sidumisvõime oleneb sellest, kuivõrd hästi lauaservad liimimisel ühtivad. Nagu teada, tõmbub palgist lõigatud laiem laud kuivades kõveraks. Et seda vältida, eelistatakse laiade pindade saamiseks



Joon. 64. Laudade serviti kokkuliimimine kiilumisega.

kokku liimida kitsaid laudu. Enne liimimist lõigatakse lauad lõhki, ja veel parem, kui laua keskelt südameosa kõrvaldatakse. Kokkuliimitavatel kitsastel laudadel hööveldatakse üks külg tasaseks, millised liimimisel asetatakse ühele poole. Need õgvendatud küljed peavad olema kõigil laudadel nii valitud, et laudadest plaadi või laudsepakilbi koostamisel oleksid laua südamepoolsed osad vaheldumisi pinnapoolsetega. Sel teel välditakse liimitud kilbi kõmmeldumist.

Iga üksiku laua külgpinna tasaseks hööveldamise järel hööveldatakse tööpingi külgmise surupaku vahel laudade servad pikkhöövliga õigeks ja täisnurkseks. Õhemate laudade puhul on soovitatav servata korraga kaks lauda, kusjuures õgvendatud külgpinnad on asetatud vastastikku. Niiviisi paarikaupa hööveldatud lauad jäägu kõrvuti ka liimimisel, sest nende servad ühtivad hästi. Iga servamise järel kontrollitakse serva ühtimist teisega.

Liimimisel võivad sagedamini lahti jääda laua otsad, kokkupressimisel tuleb seda eriti silmas pidada. Kui lauad on lühikesed, siis piisab sellest, kui neid liimimisel pigistada keskkohast kas höövelpingi pulkade või mõne vastava liimimisseadeldise vahele.

Sel puhul on kasulik servata lauad veidi õõnsatena, nii et kokkupanemisel jääks keskkoha vahele pilu, mis surumisel kaob. Pikemate laudade liimimisel surutakse neid mitme surukruviga sõltuvalt laudade pikkusest.

Laua servade soojendamise järel määritakse need kiiresti sooja liimiga, kusjuures mitu serva on asetatud kõrvuti. Seejärel surutakse lauad höövelpingi pulkade või kiilusurude vahel kokku. Kui liimitud lauad on korralikult valmistatud, siis on neil üks külg enam-vähem õige. Teine külg tuleb aga paksusmõõdu järgi õigeks hööveldada. Laia liimitud pinna igakülgseks õgvendamiseks tuleb kasutada pikuti ja nurgeti hööveldamist, eriti pikkhöövliga.

Kaarhööveldamine. Kaarhööveldamise ülesandeks on siluda nõgusaid või kumeraid pindu. Kui saagimine on toimunud korralikult, siis läheb pinna silumine ruttu. Nõgusat pinda hööveldatakse höövelpingi pulkade või laiema pinna puhul höövelpingi külgmise surupaku vahel. Hööveldatakse päritoime. Kumera pinna silumine toimub aga hariliku puhastushöövliga. Hööveldamiseks kinnitatakse selline ese külgmise surupaku vahele, kumerusega ülespoole, ja hööveldatakse samuti päritoime.

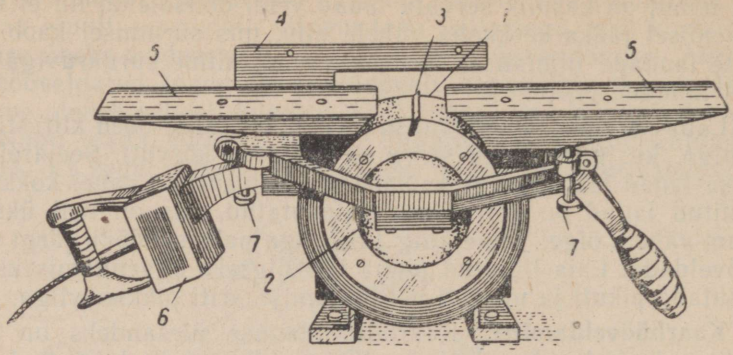
Mehhaniseeritud hööveldamine. Kooli töökoja sisseseade hulka kuulub kombineeritud höövelmasin, mida saadakse tsentraliseeritud korras. Vaatamata selle väiksusele on nimetatud masin õppevahendina ja tootva tööpingina rahuldav. Suurem höövelmasin oleks muidugi tootlikum, kuid selle omandamine on raskem. Kuna höövelmasin on keeruka konstruktsiooniga, siis ei tule selle kohapealne valmistamine kõne alla.

Kuna elektri-höövelmasinad on sageli kohandatud pingele 127/220 V, siis tuleb nende rakendamisel kasutada transformaatorit.

Hariliku höövelmasina ehitus on skemaatiliselt näidatud joonisel 66.

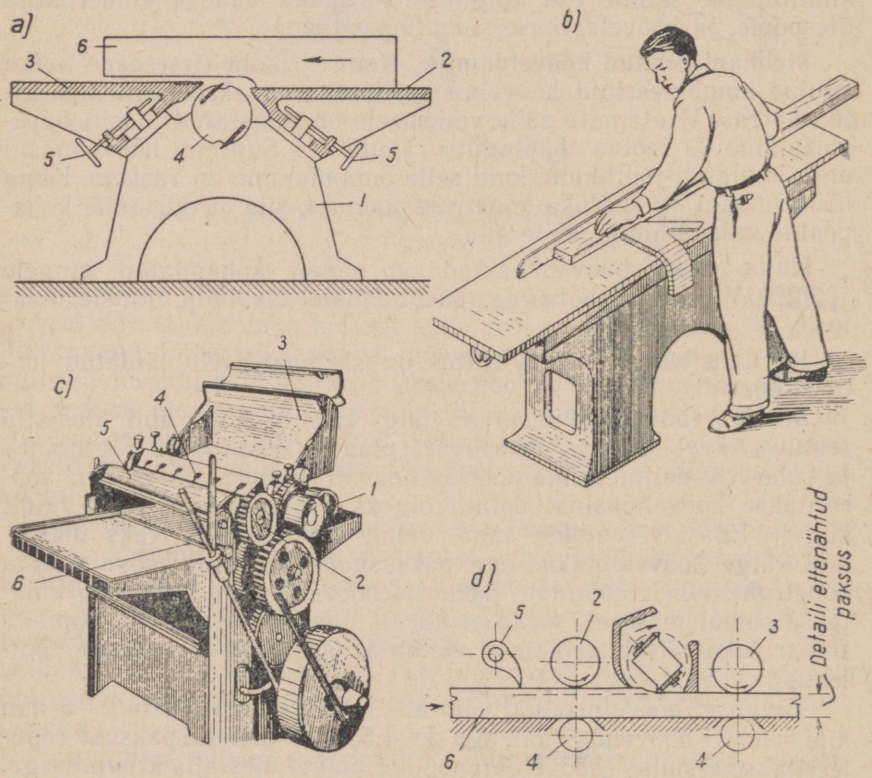
Masina tähtsamad osad on jalg, kaks kruvide abil üles-alla reguleeritavat töölaua massiivset plaati (eesmine ja tagumine) ja kahe- või neljateraline pöörlev noavõll. Esimese töövõttena sooritatakse höövelmasinal detaili õigeks hööveldamine ühelt laialt küljelt. Edasi servatakse sama detail täisnurkseks. Kaks ülejäänud külge hööveldatakse aga paksusmasinal. Kui höövelmasina konstruktsioon võimaldab paksuse hööveldamist, siis hööveldatakse samal masinal, vastasel korral tuleb kasutada eri tööpinki. Elektri-käsihöövelmasinad ei võimalda spetsiaalset paksuse töötlemist.

Tavalisel höövelmasinal võib ühe lükkega maha lasta 2—3 mm kihi, elektri-höövelmasinal aga 1—1,5 mm. Laastu paksust reguleeritakse eesmise (hööveldajapoolse) plaadi üles-alla kruvimisega. Tagumine plaat tuleb seada noavõlli lõiketeraga täpselt samale tasemele. Seega peab näiteks 2 millimeetrise laastu hööveldamisel hööveldajapoolne plaat olema 2 mm võrra tagumisest madalamal.



Joon. 65. Elektri-höövelmasin.

1 — noavõll (ühtlasi ka mootori rootor); *2* — mootori staator; *3* — lõikenuga (2 tükki); *4* — suundlatt; *5* — juhtplaat; *6* — lüliti karp; *7* — juhtplaatide reguleerimiskruvid.



Joon. 66. Höövelmasin.

a) Höövelmasina skeem. *1* — alus; *2* — etteandmise plaat; *3* — tagumine plaat; *4* — pöörlev noavõll; *5* — plaatide reguleerimise kruvid; *6* — suundlatt. *b*) Töötamine höövelmasinal. *c*) Paksusmasin. *d*) Paksusmasina skeem.

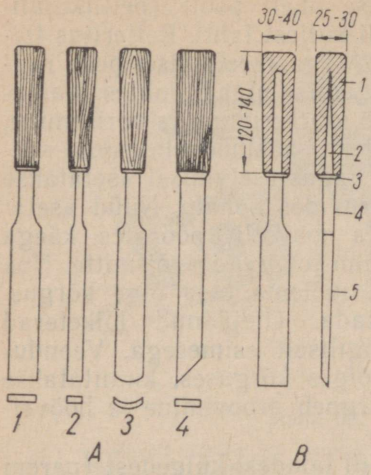
Höövelmasina lõikenoad teritatakse ühelt poolt (peitlikujuliselt). Teritamiseks võetakse noad võlli küljest lahti. Eelteritus toimub käial, viimistlus — tahul. Nugade tagasiasetamisel peab rangelt jälgima nende ühtlast kõrgust tagumise plaadi suhtes. Vastasel korral noad ei lõika ühtlaselt, tekib vibreerimine ja võrisemine. Lõiketera eesserv (nokk) ei tohiks elektri-käsihöövelmasinal võllist üle 2 mm välja ulatuda. Nugade tagasiasetamisel asetatakse esiteks üks nugadest kergelt kinni kruvides kohale. Nüüd asetatakse joonlaud üle tagumise plaadi ja noavõlli; pöörates käega noavõlli, selgub, kas lõikenokk puudutab joonlauda või mitte. Noa üles-alla koputamisega leitakse selle mõlema otsa õige kõrgus. Seejärel võib kruvid kõvemini kinnitada. Ülejäänud lõiketerad reguleeritakse ja kinnitatakse analoogiliselt esimesega. Veendunud põhjaliku kontrolli järel terade õiges kõrguses, kinnitatakse kõik kruvid hoolikalt ja tugevasti. Järgneb proovimine ja hööveldamine.

Hööveldamiseks valitakse üks detaili laiadest külgedest (parem külg) ja asetatakse eesmisele (etteandmise) plaadile. Peopesad asetatakse teatud vahekaugusega lauale, ilma et sõrmedega võetaks ümber laua servade. Ühtlase käte survega lükatakse laud sujuvalt ja aeglaselt üle noavõlli, kusjuures surve kantakse keha etteviimisega üle tagumisele plaadile. Detail tõstetakse üles ja võetakse tagasi nii, et seda ei lohistataks võllil (see on ohtlik). Tulemust kontrollides jätkatakse tööd, kuni saadakse puhas ja õige pind. Höövelmasin on tavaliselt varustatud täisnurkselt asetseva suundlatiga ja serva hööveldamisel hoitakse laud laia pinnaga vastu seda suundlatti.

Õnnetuste vältimiseks tuleb hööveldamisel silmas pidada seda, et lõiketera oleks alati kaetud (ka see tera osa, mida hööveldatav laud ei kata). Hööveldajal ei tohi olla laiu ripnevaid varrukaid. Sõrmi ei tohi unustada lõiketera piirkonda. Eriti ohtlik on lühikeste ja õhukeste detailide hööveldamine, seepärast pole soovitatav hööveldada alla 25 cm pikkuseid liiste. Õhukesed liistud kipuvad tavaliselt purunema, seepärast ei tohi hoida lükkamise ajal kätt võlli kohal. Sel puhul tuleb ettelükkamiseks kasutada klotsi. Enamik õpilasi ei suuda nii tähelepanelikult töötada, et nad võiksid höövelmasinat kasutada. Höövelmasinale võib lubada ainult üksikuid andekamaid õpilasi ja sedagi õpetaja järelevalvel.

Peitlid, puurid ja viilid.

Peitlid ja nende käsitsemine. Peitlitüüpidest on kooli puutöös sagedamini vaja tapi-, lapik- ja kumerpeitleid. Lapikpeitleid kasutatakse tasapinnaliste lõigete tegemiseks ja aukude raiumiseks, kumeraid aga kumerate sisselõigete tegemiseks. Lapikpeitel on lõikamisvahendina asendamatu ja mõnede tööde juures praktilisem



Joon. 67. Peitlid.

A. 1 — lai lapikpeitel; *2* — kitsaspeitel; *3* — kumerpeitel; *4* — tapipeitel.
B. 1 — pea; *2* — saba; *3* — tugirõngas; *4* — kael; *5* — tera.

kui nuga. Peitlit võib kasutada servade mahalükkamiseks, otste ümardamiseks jms., kui seda ei saa teha hööveldades või saagides. Kumerpeitliga toimub peamiselt ümarate soonte sisselõikamine. Vastavalt töö iseloomule valitakse sobiva laiusega peitel.

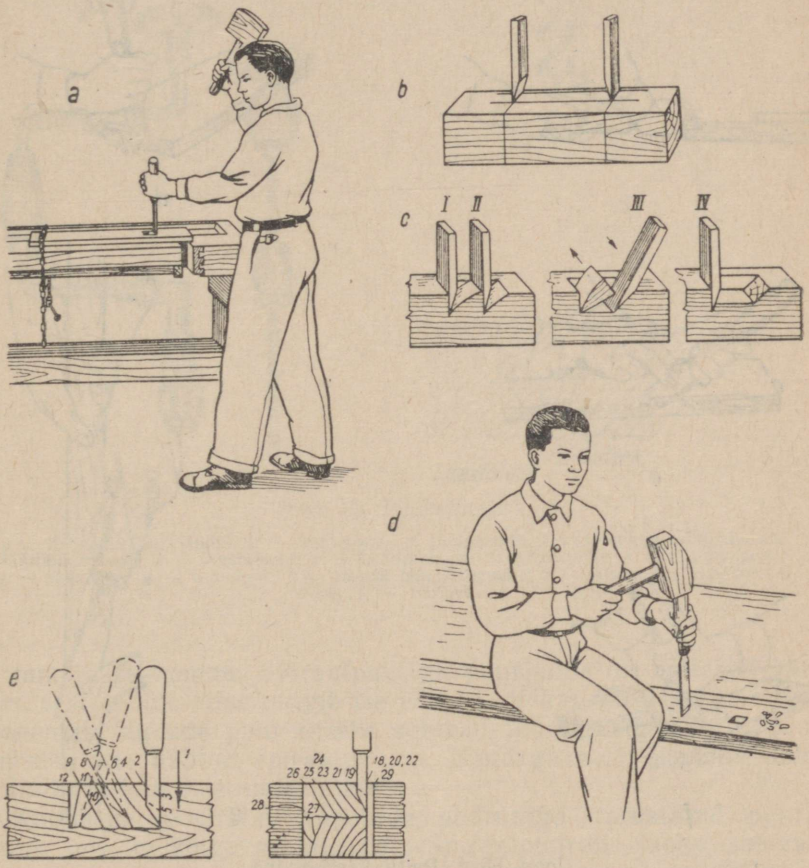
Kõige rohkem on peitlit vaja tappühenduste tegemise juures. Tappimisel lüüakse peitliga välja märgitud ja saega sisselõigatud osi ning raiutakse auke. Raiumisel kinnitatakse laud höövelpingi pulkade vahele. Peitli puitu löömine toimub puitvasara või kurika abil, sest metallvasar lõhub peitli pea. Puitu tungimisel muljub peitel oma kaldpinnaga puitu kokku, seepärast asetatakse terveks jääva puiduserva poole alati peitli tasapinnaline pool. Nii on peitel ka paremini juhitav. Igasuguse tapi ja augu raiumist alatakse peitli sisselöömisega risti puitu. Esimesed löögid olgu kerged, et kontrollida peitli õiget puitu tungimist. Üldiselt ei tule peitlit kohe alguses lüüa nõutava sügavuseni, vaid augu sügavamaks raiumine toimub laastude järkjärgulise väljalöömisega. Augu läbiraiumine peab toimuma kahelt poolt vastakuti, et saavutada siledaid servi ning vältida kildude väljalöömist. Täpse koha väljaarvestamiseks kantakse auku tähistavad jooned nurgiku ja rööbitsa abil ühelt laua poolelt üle teisele poolele. Peitliga raiumisel tuleb eseme alla höövelpingile asetada mingi lauaots, et mitte höövelpinki rikkuda.

Peitlite teritus on analoogiline höövliraua teritusele, s. t. neid teritatakse ühelt poolt ja nii, et tera kujuneks täiesti sirgeks. Teritamine toimub käial ja tahul.

Peitlipea valmistatakse heast kasest või õunapuust. Võetakse peitlipeast natuke suurem puidutükk, mille otsa puuritakse auk, algul jämedama, sügavamal peenema puuriga. Valmistatud auku lüüakse tihedalt peitli saba (löömisel kinnitatakse peitel kruustan-

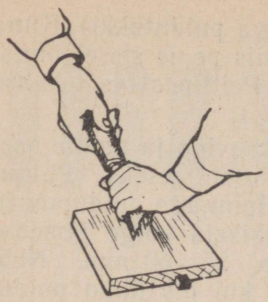
gide vahele või toetatakse peitli tera vastu kõva puidutükki). Kuna peitel võib peasse kinnitamisel jääda viltu, siis peale sisselöömist hööveldatakse pea tera järgi täiesti õigeks. Peitlipea ots tehakse ümmarguseks (see ei lõhene pealelöömisel).

Puurid ja puurimine. Puuriauke on vaja kruvide ja naelte asemeiks, puuritappideks ja paljudeks muudeks otstarveteks. Puidupuuridest on koolile sobivad harilikud spiraalpinnaga puidupuurid ja tsenterpuurid. Kooli tööõpetuse jaoks sobiksid kõige jämedamate puuridena tsenterpuurid, läbimõõduga 25—50 mm. Neid tarvitatakse vähem ning nad on odavamad kui harilikud puidupuurid. Neile järgneksid spiraalpinnaga puurid, läbimõõduga

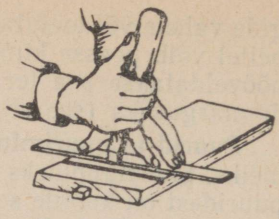


Joon. 68. Peitli käsitsemine.

a — peiteldamine seistes; *b* — tapipeitli alg- ja lõppasend märkjoonest veidi seespool; *c* — peiteldamise järjekord; *d* — peiteldamine istudes; *e* — läbiva tapipesa peiteldamise järjekord.



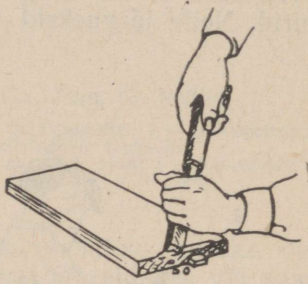
a



b



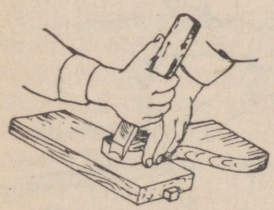
c



d



e



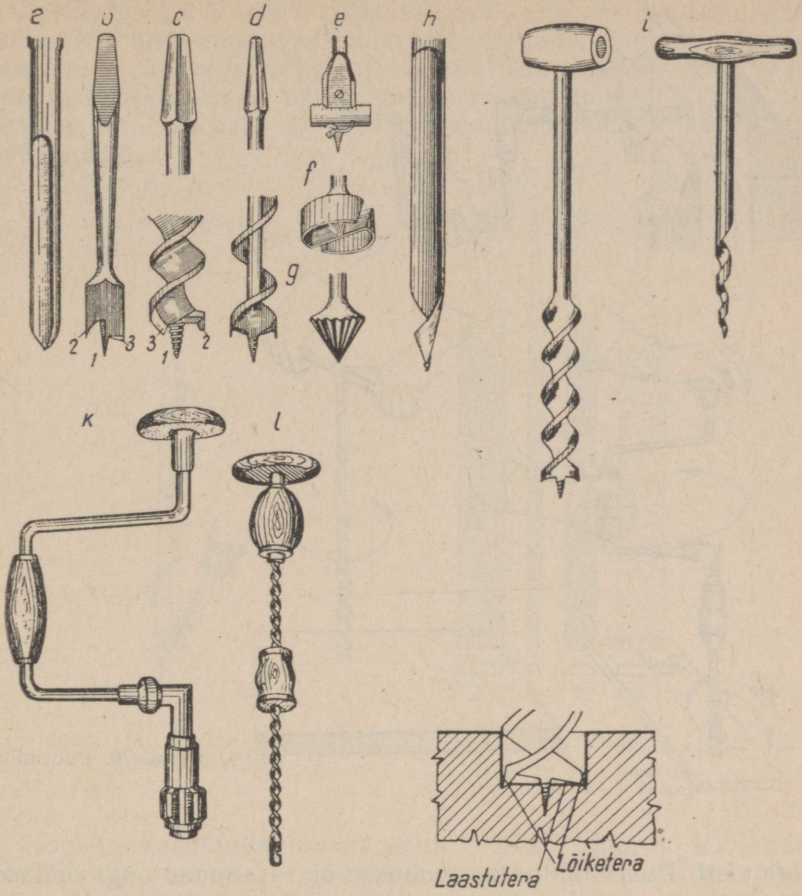
f



g

Joon. 68-*A*. Peitli käsitsemine.

a — ümbert lahti lõigatud pesa puhastamine; *b* — ristisuunas lahtilõikamine; *c* — piki puitu lõikamine; *d* — otspinna faasimine; *e* — serva faasimine pikuti puitu; *f* — otspinna puhastamine; *g* — käe vahel lõikamine.

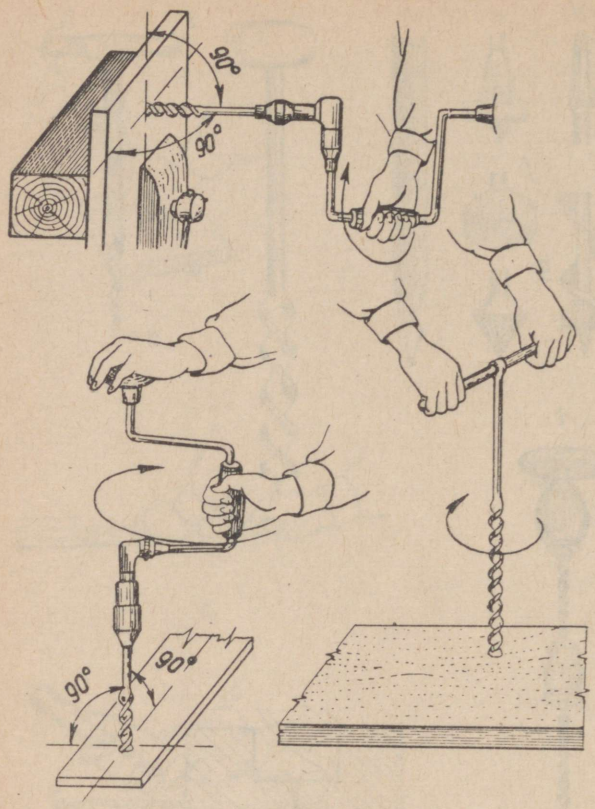


Joon. 69. Puidupuurid.

a — lusikpuur ehk vinnal; *b* — tsenterpuur (*1* juhtteravik, *2* — lõiketera puidukiudude lahtilõikamiseks, *3* — laastutera); *c* — kruvipuur; *d* — spiraalpuur; *e* — tellitav puur; *f* — oksapuur; *g* — senkpuur; *h* — oherdi ehk seinapuur; *i* — vikerpuur; *k* — puurivänt; *l* — trillpuur.

25 mm ja peenemad. Spiraalpuuriga puurimine on õpilastel kergem, sest selline puur tungib ise edasi ja lõikab ilusa puhta augu. Peenemate aukude puurimiseks sobivad peenikesed, metalli puurimiseks ette nähtud spiraalpuurid. Nendega saab puurida auke ka puitu ja teistesse materjalidesse.

Koolis on soovitatav kasutada padruniga varustatud puurivänta, mis on kõige praktilisem. Spiraalpuuride jaoks sobivad käsipuurmasinad, millest on juttu käesoleva raamatu metallitööd käsitlevas osas. Augu puurimisel kinnitatakse ese pingi pulkade või surupaku vahele, et ta püsiks kindlalt paigal. Tuleb jälgida, et puur ei tungiks pingisse. Enamasti toimub puurimine puidu pin-



Joon. 70. Puurimine.

naga risti. Puuri juhtimine puidusse õiges suunas ongi õpilasele suuremaks raskuseks. Parim puuri käsitsemisviis on järgmine. Vändapea hoitakse vasakus käes, sama käe küünarvars hoitakse aga tugevasti vastu keha, see hoiab ära puurivända kaldumise. Puurivänta pööratakse parema käega ja päripäeva. Praktiseeritakse ka laubaga ja lõuaga pealevajutamist, kuid seejuures on siiski raske oma tegevust kontrollida. Puurimine tuleb katkestada puuri teraviku materjalist läbijõudmisel ja alustada siis puurimist teiselt poolt vastu — nii jäävad augu servad terveks ega killune. Sügavamate aukude puurimisel tuleb vahel puur (puurivänta tagurpidi ringi ajades) välja võtta, et kõrvaldada auku kogunenud laaste.

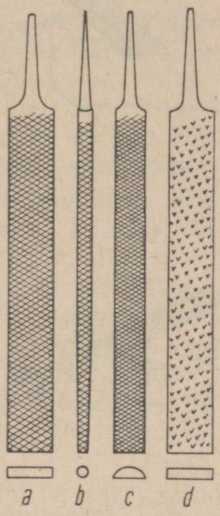
Puurimist on kasulik rakendada ka tappide valmistamisel. Selleks puuritakse sobiva jämedusega auk ja antakse sellele peitliga kandiline kuju.

Puidupuure teritatakse peene viili või kitsa tahu abil. Teritamist vajavad puuri vertikaalsed ja horisontaalsed terad. Teritamine toimub ühelt poolt. Teritamine toimugu võimalikult vähese

mahaviilimisega. Viimane nõue on kehtiv eriti vertikaalsete terade suhtes. Kui need muutuvad lühikeseks ega lõika ringjoont nii sügavale puusse, kui on vaja horisontaaltera poolt lahtilõigatava laastu eemaldamiseks, siis on puur muutunud kasutamiskõlbmatuks. Vertikaalse tera ots peab alati ulatuma horisontaalsest terast pisut madalamale.



Joon. 71. Puuri teritamine peenikese viiliga.



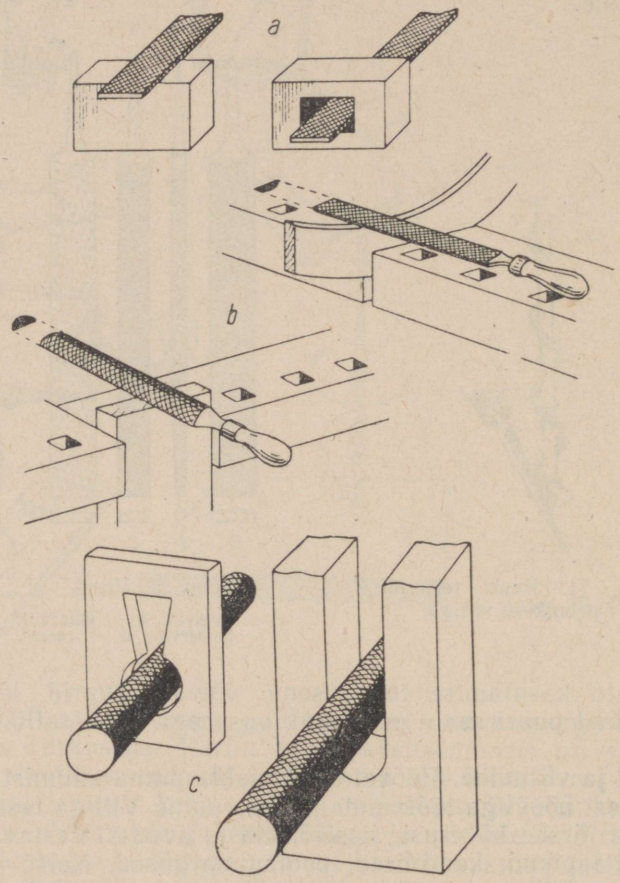
Joon. 72. Viilid.
a — lapikviil; *b* — ümarviil; *c* — kumerviil; *d* — raspel.

Hooletu kasutamise tulemusena võivad puurid kõverduda. Kõverdunud puuri saab puupakul vasaraga ettevaatlikul õigeks lüüa.

Viilid ja viilimine. Höövel ei võimalda pinna silumist igas olukorras, sest höövliga töötamine nõuab ruumi. Viiliga tasandatakse peamiselt järske kõverusi, sisselõikeid ja avausi. Vastavalt sellele on viilid lapikud, kandilised, poolümmargused. Neist võimaldab kõige mitmekülgsemat töötamist poolümmargune viil. Koolis kasutatava puutööviili pikkus on keskmiselt 25 cm. Viili pea treitakse ning varustatakse lõhkikuivamise vältimiseks võruga. Kuna puutööviil koolis on mõeldud vaid pinna silumiseks pärast saagimist, siis pole jämedahambaliste rasplite järele erilist vajadust. Raspel sobib ainult saagimisvigade kõrvaldamiseks, muidu aga kasutatakse jämedahambalist viili. Peenemahambalisi viile on puutöö juures vähem vaja.

Suuremate esemete viilimisel kinnitatakse see höövelpingi vahele, väikesi esemeid viilitakse käes või erilise surupaku vahel. Surupakk peab viilimisel höövelpingist niipalju kõrgemale ulatuma, et ta ei takistaks käte liikumist. Viilimine toimub kahe

käega: parem hoiab viilipeast, vasak aga viili teisest otsast. Viilimisliigutused on rõhtsuunalised, toimuvad kogu viili pikkuses ja kindlas aeglases rütmis. Rõhk antakse sealjuures ettelükkel, tagasitõmme mööda puud on rõhuta.



Joon. 73. Viili käsitsemine.

a — viilimine lapikviiliga; *b* — viilimine kumerviiliga; *c* — viilimine ümarviiliga.

Tasase pinna viilimisel, näiteks kitsa liistuotsa silumisel, hoitakse viil rõhtsalt ja kuni 45° viltu liistu pikisuuna suhtes; lüke toimub viili suunas.

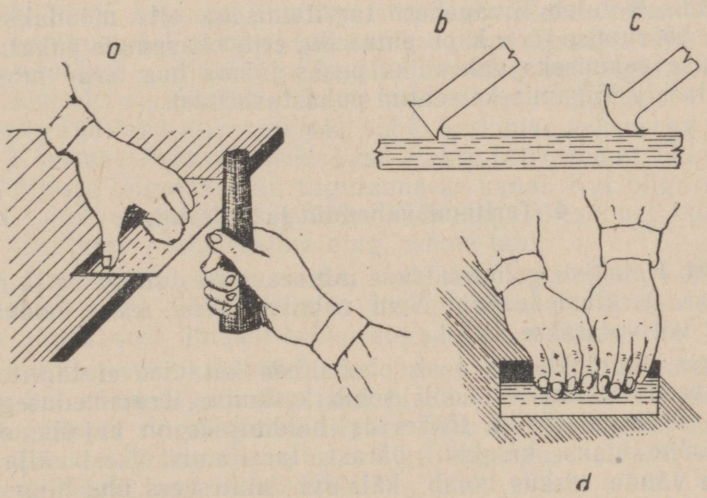
Kumerat pinda viilitakse sirge viiliga. Seejuures peab viil liikuma esemega risti, kui just ei taheta pinna servi madalamaks viilida. Nõgusate pindade viilimine toimub poolkumera viili kumera küljega. Viili hoid on rõhtne ja puiduga risti, kuid lükkel tekib libisemine paremale, sest ainult ristilükkega ei saada üht-

last pinda. Täisnurkade sisemiste kantide viilimisel kasutatakse lapikut või mõnda teist viili, mille üks serv on tasane. Väiksemate aukude puhastamiseks kasutatakse ümmargust, suuremate aukude puhastamiseks aga poolkumerat viili. Seejuures peab olema ettevaatlik, et augu vastasservalt ei lükataks lahti pindusid. Augud on soovitatav viilida algul kahelt poolt veidi lehtrikujuliseks; pärast aga maha viilida keskel olev kitsam osa.

Õpilased peavad teadma, et viile ei tohi kasutada löömiseks ega hõõruda neid hunnikusse ladudes üksteise vastu. Kui viili hambad on täitunud puiduga (vaiguse või liimise puidu viilimisel), pistetakse viil sooja vette. Et puit hakkab vettides paisuma, siis saab selle hiljem traatharjaga üsna kergelt kõrvaldada ja viil on puhastatud. Nüriks muutunud viilid saadetakse utiili.

Pinna kaapimine ja liivapaberiga lihvimine. Hööveldatud või viilitud pinda võib siluda kaapteraga (sihlik). Kaapteraks on õhuke nelinurkne terasplaat, millega kaabitakse pinda piki süüd. Sirgete ja kumerate pindade puhastamiseks kasutatakse kaaptera sirgeid servi, nõgusate sisselõigete põhjade puhastamiseks erilist kaaptera, mille üks ots on kumer. Kaabitakse ainult kõvemaid puiduliike. Töötamisel hoitakse kaaptera ülemine serv liikumise suunas kaldu. Kui kaaptera tekitab õhukesi laaste, siis töötab ta hästi, kui tekib aga tolm ja puru, siis on kaaptera nüri ja ainult rikub puidu pinda.

Kaaptera teritamine toimub nii, et tera servapind viilitakse või ihutakse pikisuunas sirgeks ja teravaks. Siis asetatakse kaaptera



Joon. 74. Kaaptera.

a — kaaptera serva pööramine; *b* — õigesti pööratud tera; *c* — valesti pööratud tera; *d* — silumine kaapteraga.

lapiti lauale, nii et serv ulatub üle laua ääre. Kaaptera hoitakse kinni ja tõmmatakse kõva teraspulgaga või sileda peitliservaga mööda ihutud serva, hoides pulga otsa pisut viltu külgpinna poole. Nii surutakse kõik tera serva kandid natuke külgpinna poole. Ebaõnnestumisel korratakse surumist. Kuna kaaptera jaoks on kooli tööõpetuses vähe ülesandeid, siis võib läbi saada ka ilma selleta.

Silumisvahendeist on tähtsaim liivapaber. Pärast liivapaberiga lihvimist ei saa pinna vigu enam parandada höövli, viili või kaaptera abil, sest liivapaberiga hõõrumisel täitub pind peene liivaga (klaasipuruga), mis nürib tööriista. Seepärast peab pind juba enne liivapaberiga hõõrumist olema täiesti sile. Liivapaberi ülesandeks on pinnalt maha lihvida ainult höövlitera vaevaltmärgatavad jäljed. Lihvimine toimub harilikult piki puidu toime. Ainult neid esemeid, mida hiljem värvitakse, võib lihvida ka ristisuunas.

Liivapaberi valmistamiseks kasutatakse looduslikke (räni, kvarts) või kunstlike (klaas, karborund) materjalide peenekshõõrutud puru. Liivapaberi sort oleneb terade jämedusest. Müügilolev liivapaber kannab numbreid 12, 16, 20, 24, 36, 46, 60, 80, 100, 120, 140, 170, 200, 280. Mida väiksem number, seda jämedam paber. Koolis on kõige sobivam kasutada keskmise terajämedusega (80 ja 100) paberit.

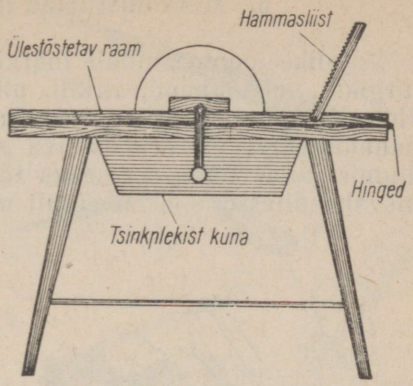
Hõõrumisel keeratakse liivapaber puitklotsi ümber, mille ühele küljele on liimitud kork (kõlbab ka lihtne kummi- või puitklots). Et lihvimine oleks hõlpsam, selleks kinnitatakse ese höövelpingile. Kui pinda soovitakse immutada värnitsa või peitsiga, siis tuleb eriti hoiduda puitu lihvimast risti või nurgeti, sest nii jäävad lihvimisjooned pärast pinna katmist nähtavaks.

Üldiselt tuleb liivapaberi tarvitamisega olla mõõdukas, sest rohke hõõrumise järel kaob pinna ilu, eriti okaspuude puhul. Pinna silumise peamiseks vahendiks peaks jääma hea terav ning õhukese laastu lõikamiseks seatud puhastushöövel.

4. Teritamisvahendid ja teritamine

Käi. Käiakive valmistatakse mitmesuguses suuruses ja mitmesuguse terajämedusega. Neid valmistatakse kas looduslikust kivist või valatakse.

Igas puutööklassis peab olema hea käi. See ei tarvitse olla eriti peeneteraline — kooli sobib keskmise terajämedusega käi. Käia säilitamiseks ja töökorras hoidmiseks on vajalik, et käia kast võimaldaks käiakivi pärast tarvitamist veest välja tõsta. (Käia vända raskus hoiab käiakivi alati vees ühe ning sama kohaga, mistõttu see koht liguneb pehmeks ja kulumisel tekib sinna lohk.) Selleks on käiavõll laagritega kinnitatud raami külge, mida saab ühest otsast kergitada, kuna teine ots on hingedega



Joon. 75. Käi.

kasti küljes. Sageli on käiakivil üks külg teisest pehmem ka ilma ligunemata.

Vee jaoks valmistatakse tsinkplekist kast, mis asetatakse puust raami sisse. Vee vahetamiseks ja kasti puhastamiseks peab plekkkast olema äravõetav. Käiakasti suurus oleneb kasutatava käia suurusest.

Kooli sobib keskmise suurusega kivi (läbimõõduga ca 35 cm). Höövliraua ja peitli teritamiseks kinnitatakse käiakasti külge eriline sälkudega tugilauand. Käiamine peab toimuma nii, et kitsaid ja kumerateralisi riistu teritades ei kuluks käiakivisse renne. Kui käi muutub muhklikuks ja ebatasaseks, siis saab viga parandada treimise abil. Selleks kasutatakse kõvast terasest pulka (vana viili või peitlit), mis toetatakse käiakasti servale.

Tahk. Peale käiamist ihutakse terariista peenel tahul. Tahke on mitmesuguseid. Enamasti kasutatakse õliga niisutatavaid tahke. Tahk asetatakse puitklotsi, mille alumine külg on paigalpüsimise hõlbustamiseks varustatud väikeste naeltest teravikkudega. Paraja kõvadusega õlitahu niisutamiseks sobib keskmise paksusega vaseliinõli. Kõvemate tahkude jaoks kasutatakse petrooleumi. Õlipudeli korgi küljesse lõigatakse õli tilgutamiseks kanal. Kui õliga niisutatavat tahku ei soovita kasutada, võib sama ülesannet täita ka veega niisutatav peeneteraline ning pehme tahk.

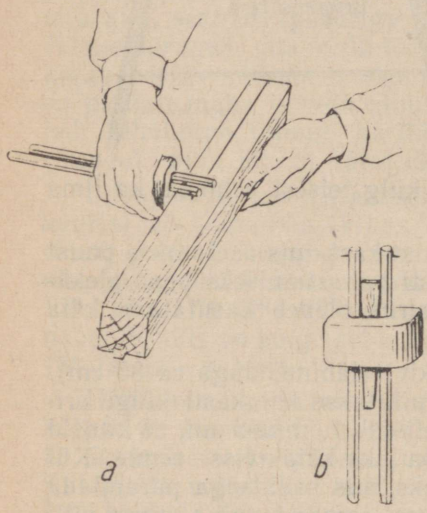
Kui tahk muutub ebatasaseks, saab seda õgvendada käial. Et head tahku hoida höövliraudade teritamiseks, peaks tööõpetuse klassis olema veel lihtsaid tahke nugade jm. teritamiseks.

Teritamisel võetakse höövliraud paremasse kätte ja surutakse vasaku käe sõrmedega vastu tahu pinda. Teritamine toimub kas edasi-tagasi või ringikujuliste liigutustega. Tuleb jälgida, et tahu ja höövliraua vaheline nurk püsiks alati ühesugusena, sest teritusfaas peab jääma tasapinnaliseks.

Lõiketera ei tohi tahul palju hõõruda. Kui teritamisel tekib pealmisele küljele kärss, tuleb see kõrvaldada puitklotsil ühesuunaliste tõmmetega.

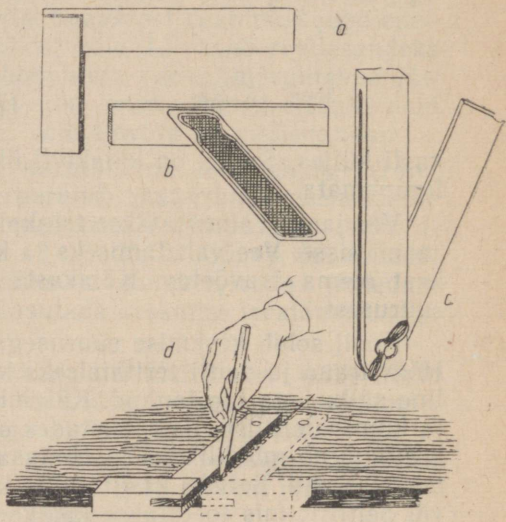
5. Märkimisriistad ja märkimine puidule.

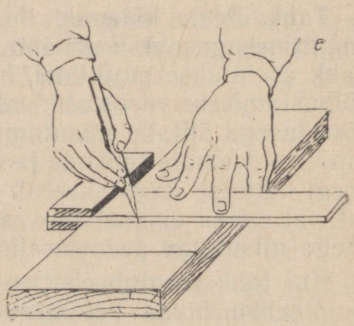
Vajalike joonte puidule märkimiseks kasutatakse joonlauda, nurgikut, mõõdupuud, sirklit, pliiatsit, rööbitsat ja märkimisora. Üldiselt tuleb igasuguse märkimise juures tõmmata joon pisut mahalõigatava või äraraiutava puiduosa poolele, et pärast pinna silumist alles jääv osa saaks täismõõduline. Mis puutub märkimisvahenditesse, siis on ainult mõned neist õpilastele võõrad.



Joon. 76. Rööbits.

a — joone tõmbamine rööbitsaga; *b* — rööbits.





Joon. 77. Nurgikud.

a — harilik puusepanurgik; *b* — tiidusnurgik; *c* — liikuva keelega nurgik ehk miiunurgik; *d* — nurgiku kontrollimine; *e* — märkimine nurgikuga.

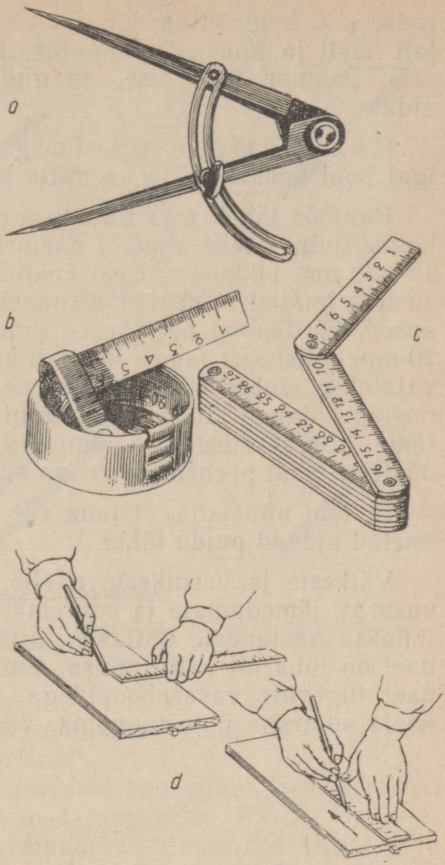
Joone tõmbamisel rööbitsaga surutakse selle pakk tugevasti vastu detaili sirgeks lükatud serva, kusjuures rööbitsat hoitakse tõmbe suunas veidi kaldu. Väiksematele puidutükkidele tõmmatakse joon käe vahel ning esemele toetuse saamiseks hoitakse seda teise otsaga vastu höövelpinki, suuremate esemete korral kinnitatakse see höövelpingile.

Laia vahega rööpjoonte tõmbamiseks ei ole rööbits kohane, selleks sobib enam joonlaud ja mõõdupuu.

Ristjoonte märkimiseks kasutatakse nurgikut. Nurgiku täpsuse kontrollimiseks võetakse täiesti sirgeservaline laud, millele tõmmatakse nurgikuga täisnurka märkiv joon. Seejärel pööratakse nurgikul teine külg ja vaadatakse, kas nurgik ühtib varem tõmmatud ristjoonega. Vajaduse korral parandatakse nurgiku lehte höövli või viiliga. Peale täisnurkse nurgiku kasutatakse ka 45° nurgikut ehk tiidusnurgikut.

Eelmistele lisaks kasutatakse veel liikuva keelega nurgikut e. miiunurgikut. Miiunurgiku nurga suurus on reguleeritav. Seda tööriista vajatakse koolipraktikas võrdlemisi vähe.

Sobiva sirklitüübina tuleb eelistada kruvi abil kinnitatavat sirklit. Liigenditega mõõdupuust sobiks vabaliigenditega puidust mõõdupuud, sest vedruga varustatud mõõdupuud on kergesti murduvad. Peale nende võiks igal höövelpingil olla puidust või metallist 30 cm pikkune mõõdupuu. Täpsema ja peenema joone märkimiseks, eriti siledale pinnale, kasutatakse märkimisora.



Joon. 78. Muid märkimisriistu.
a — sirkel; *b* — mõõdulint; *c* — tollipulk; *d* — märkimine joonlauaga.

6. Puitosade ühendamine.

Puidust valmistatud esemed koosnevad enamasti mitmest omavahel ühendatud osast. Ühendamisviisidest kõige tuntumad on ühendamine naeltega, puidukruvidega, liimiga ja laudsepa-seotistega. Ühenduse tugevdamiseks kasutatakse tihti ka kombineeritud ühendamist, näit. kinnitatakse kokkuliimitud detailid naeltega või kruvidega jne.

Ühendatavad osad tuleb enne kokkupanemist üksteisega sobi-

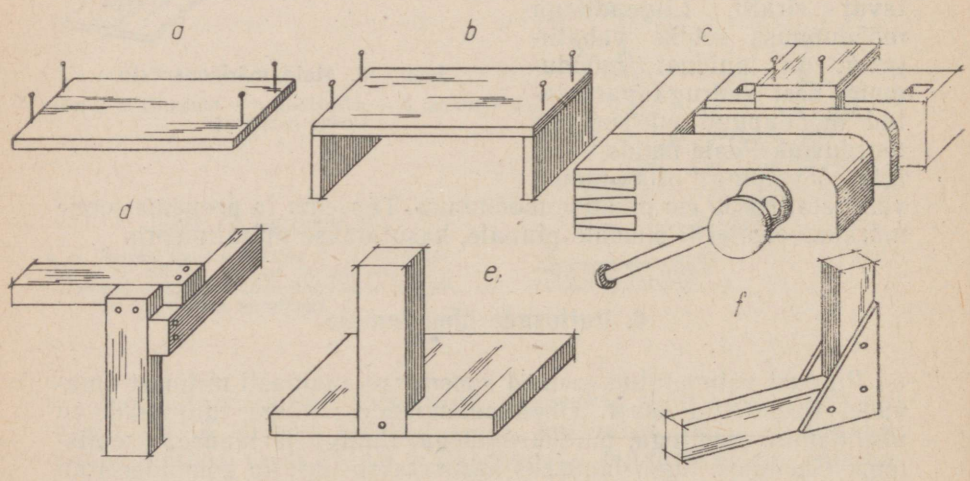
tada, s. t. kontrollida, kas ühenduskohad liituvad üksteisega küllalt hästi ja tihedasti. Vajaduse korral tuleb osi enne ühendamisele asumist lõikamise, saagimise või hööveldamisega järele aidata.

Ühendamine naeltega on kõige lihtsam, kuid mitte igal pool kasutatav ja ka mitte kõige kindlam ühendamisviis.

Puutöös läheb vaja mitmesuguseid naelu. Üldiselt kasutatakse kolme tüüpi naelu. Vineeri naelutamiseks puidu külge kasutatakse 15—20 mm pikkusi väikesi ümmargusi naelu. Umbes 10 mm paksustest laudadest kasti kokkunaelutamiseks kõlbavad 40 mm pikkused, võrdlemisi peenikesed ümmargused või kandilised naelad. 20 mm paksusest lauast kasti (näit. kuldnoka pesakasti) tegemisel vajatakse umbes 60 mm pikkusi jämedamaid naelu. Kandilised naelad hoiavad lauda tugevamini koos, kuid kipuvad puitu lõhestama. Lõhestamise ärahoidmiseks puuritakse tarbe korral ette auk naeltest pisut peenema puuriga või naaskliga.

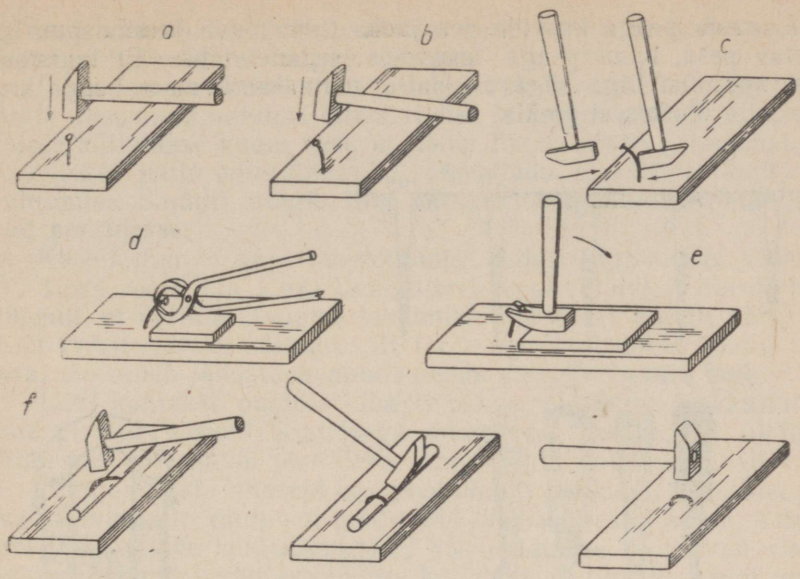
Ei tohi unustada, et laua või lati otsale liiga lähedale löödud naelad ajavad puidu lõhki.

Väikeste ja peenikeste naelte löömiseks kasutatakse kerget vasarat, jämedamate ja suuremate jaoks raskemat vasarat. Algul lüüakse naelapeale ühtlaste, mitte väga tugevate löökidega. Kui nael on juba nii palju puusse tunginud, et püsib kindlalt, lüüakse nael tugevate vasarahoopidega sisse. Vasara löögisuund peab naela suunaga ühte langema, vastasel korral nael kõverdub.



Joon. 79. Puitosade ühendamine naeltega.

a — ootele löödud naelad; *b* — kohale paigutamine ja naelte sisselöömine; *c* — naelte sisselöömine hööveldpingi vahel; *d* — nurgaühend; *e* — lihtne külgtapp; *f* — nurga ühendamine vineeri või plekitükkide vahel.



Joon. 80. Naelte sisselöömine.

a — õige löögisuund; *b* — vale löögisuund; *c* — kõveraks löödud naela õgvendamine; *d* — naela väljatõmbamine kaitseklotsi kasutades; *e* — naela väljatõmbamine haamrisõraga; *f* — naela otsa tagasipööramine.

Piki puitu löödavad naelad suunatakse veidi viltu, et nael läbistaks ka puidu kõvemaid piirkondi.

Naelapeade peitmiseks võib lihtsama töö puhul kasutatavatel naeltel lüüa alasil haamriga pead laperguseks. Pärast naelutamist lüüakse nael torniga sügavamale. Puhtama töö puhul võib naelte pead viilida väiksemaks ja täiesti ümmarguseks.

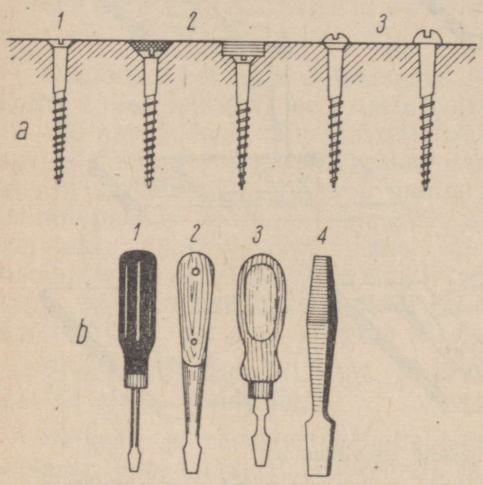
Naela puidust läbiulatuvad osad painutatakse harilikult aasaks ja lüüakse puidu sisse tagasi või ka lihtsalt külili. Tungib nael, näiteks kasti tegemisel, puidu küljest välja, siis tuleb see välja tõmmata ja uuele naelale anda puurimisega sobiv suund.

Kõverdunud naela saab puitu rikkumata välja tõmmata, kui tangide või vasara alla panna lauaklots või vineeritükk.

K r u v i d e g a saab detaile ühendada märksa tugevamini kui naeltega. Vastavalt kruvide suurusele on tarvis mitmesuguse otsalaiusega kruvikeerajaid.

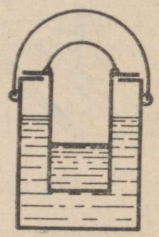
Kruvile puuritakse auk ette. Et kruvi on koonusekujuline, tuleb selleks kasutada kahe jämedusega puure. Jämedam puur valitakse kruvi sileda osa jämedune ning puuritakse sellega puitu sileda osa sügavune auk. Peenem puur peab olema keskmiselt nii jäme nagu kruvi keermega südamik ilma keermeta. Veel parem on kasutada orakujuliseks ja kandiliseks viilitud naaskelpuuri, mille pikkus reguleeritakse vaheklotsikese paksusega vastavalt kruvi pikkusele.

Lameda peaga kruvide pea jaoks tuleb puurida süvispuuriga vastav pesa, kumerpeaga kruvidele seda ei tehta. Et takistada pea tungimist liiga sügavale puitu, pannakse kumera peaga kruvide alla õhukesest plekist seib.



Joon. 81. Puidukruvid ja kruvikeerajad.

a) puidukruvid: *1* — tasase peaga; *2* — süvistatud; *3* — ümarpeaga.
b) kruvikeerajad: *1* — tavaline; *2* — lapikpeaga; *3* — vahetatava teraga; *4* — vahetustera, mida võib kasutada ka puurivända abil kruvide sissekeeramiseks.



Joon. 82. Liimipott.

Auku asetamisel keeratakse kruvi sõrmega sisse, niipalju kui võimalik. Seejärel keeratakse kruvi kruvikeeraja abil lõplikult kinni. Kõvematesse puiduliikidesse tuleb kruvidele tingimata auk ette puurida. Sellele vaatamata on kruvide sissekeeramine raske, jõudu nõudev töö. Kruvi sissekeeramine on kergem, kui kruvi katta mõne määrde või seebiga. Ettevaatlik tuleb olla õli kasutamisega, sest õli imbub kruvi ümbruses kaugele puitu. Mõnevõrra hõlbustab kruvide sissekeeramist kruvikeeraja kinnitamine puurivända külge.

L i i m i m i n e. Kui ei taheta eseme välimust kahjustada naelte ega kruvidega, siis kasutatakse liimimist.

Liimidest kasutatakse puutöös kondiliimi (tisleriliim), kaseiinliimi (külmliim) ja albumiinliimi (vereliim). Koolis kasutatakse neist kahte esimest.

Kondiliim tuleb algul vees lahustada ja kuumutada kuni 67 kraadini. Keeta ega liiga kaua kuumutada liimi ei tohi, sest liim kaotab sellega palju oma tugevusest.

Soojas vees lahustatud liimi tuleb hoida hangunud kujul. Pikemaaegsel hoidmisel hakkab selline hangunud liim hallitama ja

muutub kasutamiskõlbmatuks. Seepärast ei ole otstarbekas liimi korraga liiga suurel hulgal sulatada.

Liimi kuumutamiseks kasutatakse kahekordsete seintega liimipotte. Sisemises anumas lahustatakse ja kuumutatakse liimi, välimisse kallatakse kuum vesi, et hoida liimi kiiresti jahtumast. On soovitatav puitu enne liimimist soojendada, et vältida liimi kiiret jahtumist. Samuti tungib liim paremini soojendatud puidu avatud pooridesse.

Kaseiinliim ei vaja kuumutamist. Liimi segamiseks võetakse 2—3 osa vee kohta 1 osa liimipulbrit. Vesi valatakse juurde järkjärgult, et vältida klimpide tekkimist. Umbes 15 minuti pärast on liim tarvitamiseks kõlbulik. Et tardunud liimi enam kasutada ei saa, siis tuleb lahustada ainult üheks korraks vajalik hulk.

Liim kantakse puidule kiiresti pehme pintsliga. Kokkuliimitavad pinnad peavad üksteisega sobima nii tihedalt, et üleliigne liim, mis pole puidu pooridesse tunginud, surutakse vahelt välja.

Liim ei seosta niiskeid ega pooltooreid puiduosi, seepärast peavad liimimisele kuuluvad puiduosad olema täiesti kuivad. Tihedakoeliste puitude kokkuliimimisel hööveldatakse liimitavad pinnad enne liimimist hammashöövliga koredaks, et liim paremini pinnasesse tungiks.

Pärast liimimist asetatakse liimitud osad ööpäevaks surve alla kuivama. Vajaliku surve saamiseks kasutatakse höövelpinki, kiilusurusid või surukruvisid.

Laudsepa-seotised. Laudsepa-seotiste põhitüübid on järgmised:

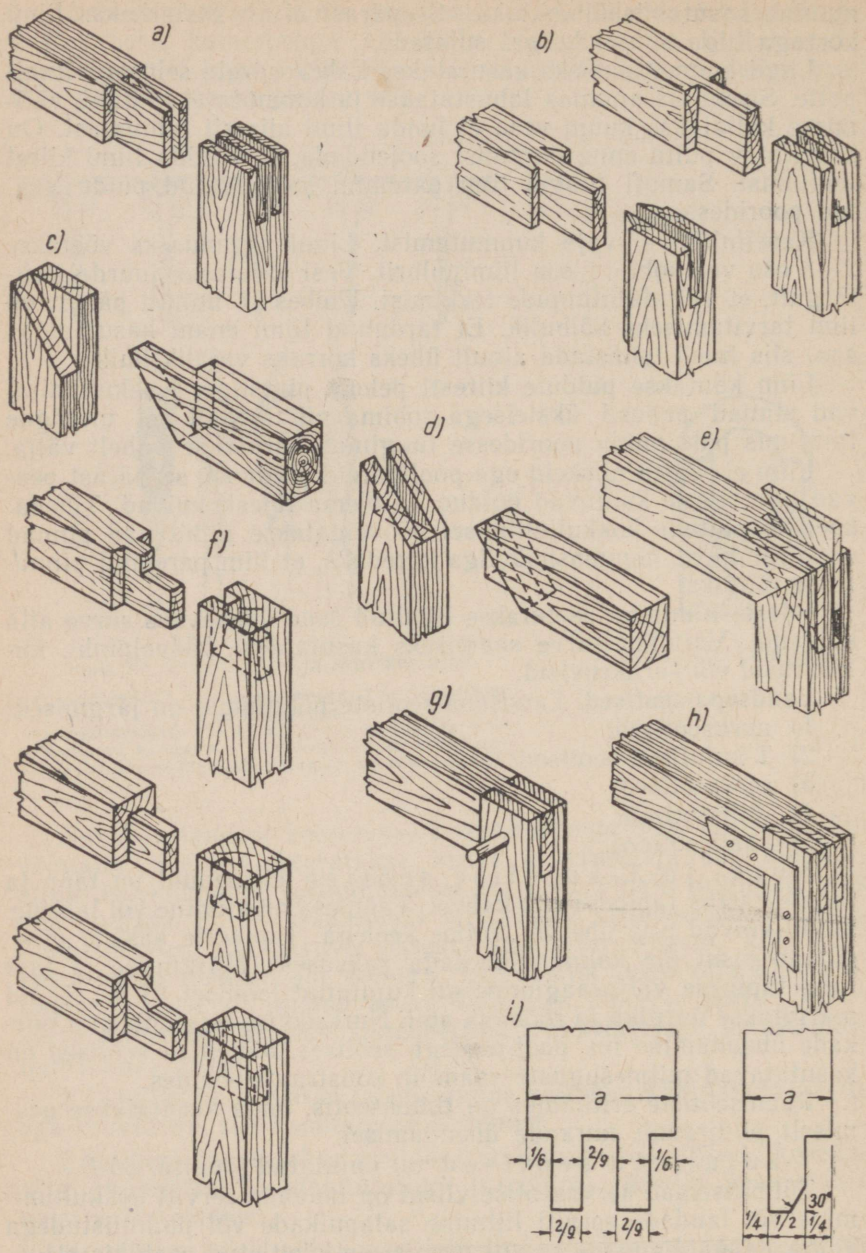
1) nurkseotised;
2) T-kujulised seotised;
3) servseotised;
4) jätkseotised;
5) kastiseotised.

Nurk- ja T-kujulise seotise elemendid on tapp ja sellele vastav tapipesa ehk kahvel. Tapipesa on kinnine või lahtine. Tapid võivad olla ühe või mitme keelega. Tapikeele paksus moodustab pisut üle kolmandiku laua paksusest. Märkimine ja tapi ning tapipesa väljasaagimine on kujutatud joonisel 83-*A*. Tapid märgitakse nurgiku ja rööbitsa abil. Nurkseotise teisendiks on nurkade ühendamine nn. pool-poolega seotises. Mõlemad seotised on kasutatavad mitmesuguste raamide konstruktsioonides.

Raamseotiste eritüübiks on tiidusseotis. Seda kasutatakse peamiselt pildiraami nurkade ühendamisel.

T-kujulised seotised on kujutatud joonisel 83-*B*.

Tüüpilisemad servaseotise viisid on laudade serviti kokkuliimimine või laudade serviti liitmine salapulkade või punnliistudega (joon. 84-*A*). Laudade serviti liitmist on käsitletud peatükis «Hööveldamine». Salapulkadega ühendamisel on tähtis leida pulkadele (tüüblitele) õige asukoht. Pärast laudade serviti höövelduse sobitamist märgitakse tavaliselt tüüblite asukohad. Selleks võetakse 20 mm pikkused naelad ja lüüakse need pooles ulatuses ühe laua

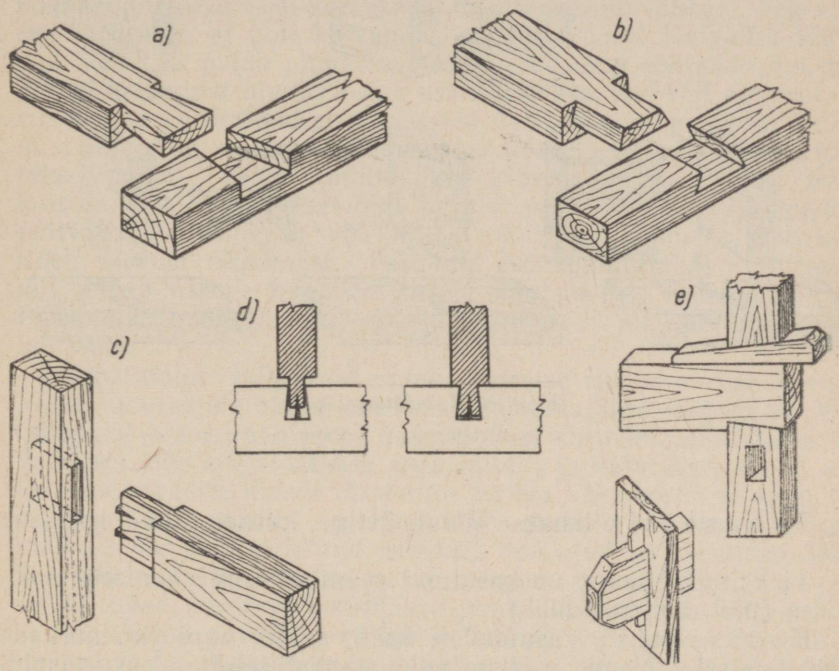


Joon. 83-*A*. Nurkseotised.

a — kahe keelega harktapp; *b* — ühe keelega harktapp; *c* — nn. eerunglõikega pooltappnurk; *d* — kaldõlgadega harktapp; *e* — kahe sidelapiga eerungnurk; *f* — peittapp; *g* — seotise tugevdamine naagliga; *h* — seotise tugevdamine nurgarauaga; *i* — tapikeelte suhtelised laiused.

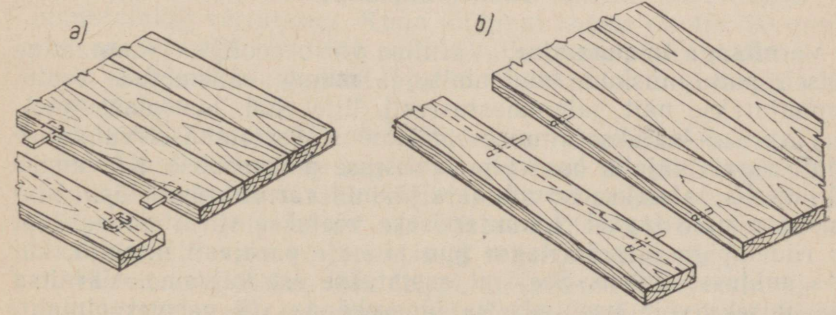
tüüblite asukohtadesse. Naelad lõigatakse lõiketangide abil lühemaks, nii et nad ulatuksid lauast välja ainult 2—3 mm pikkuselt. Seejärel asetatakse üks laud servaga vastu teist. Naelte väljaulatuvad otsad märgivad ka sellele lauale tüüblite asukohad.

20 mm paksustel laudadel puuritakse tüüblipesad 10 mm tsenterpuuriga 25 mm sügavusele. Tüübleid võib märkida ka nurgiku ja rööbitsa abil.



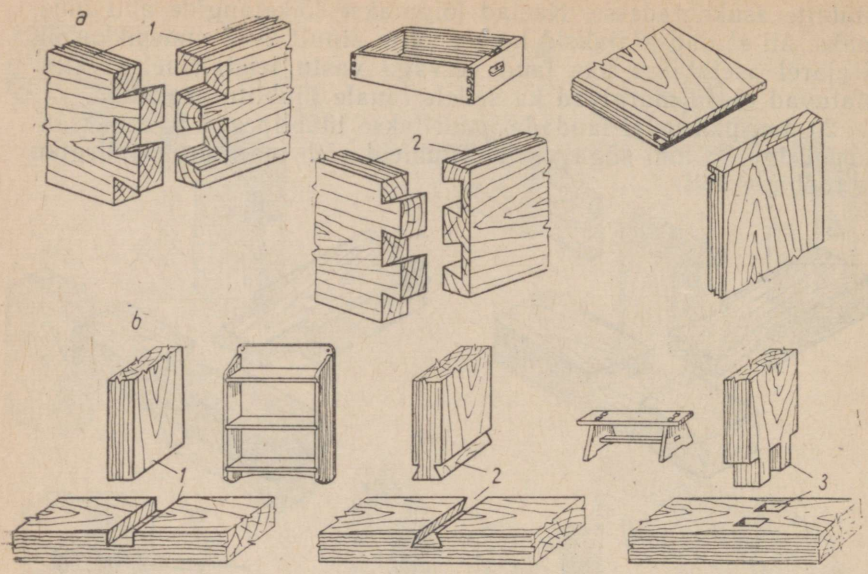
Joon. 83-*B* *T*-seotised.

a — kalasabalukk; *b* — kalasabakraadiga lukk; *c* — läbiva keelega lukk koos kiiludega; *d* — peidetud kalasabalukk; *e* — kiilseotised.



Joon. 84-*A* Servseotised.

a — täisnurksetel salapulkadel (tüüblitel); *b* — ümmargustel salapulkadel.



Joon. 84-*B*. Kastseotised.
a — lihttapp; *b* — peittapp.

Punnseotis tehakse punnhöövliga, freespingil või ketassae abil.

Jaktseotised on kasutusel peamiselt ehituskonstruktsioonides (näit. hollandi lukk).

Kastseotisi kasutatakse kasti, sahtli, kapi vm. nurkade ühendamiseks. Nende seotiste valmistamist selgitatakse edaspidi (raamaturiiuli, seinakapikese, saapasulase jt. käsitlemisel).

7. Tööde värvimine.

Värnitsaga immutamine. Värnitsa või oksooliga immutamine kaitseb puitu niiskuse, mustumise ja muude välismõjude vastu. (Immutatakse näit. jalapuhastusresti, lillekeppi, lumeuiske jne.).

Värnitsat hoitakse kinnises plekknõus. Tarvitamisel valatakse ainult tunnis vajalik osa välja lahtisesse plekknõusse. Kuivamise vältimiseks valatakse tarvitamata jäänud värnits tunni lõpul kinnisesse nõusse tagasi. Immutamiseks võetakse värnitsat vatitopi või riidelapiga ja määritakse puu pinnale parajasti niipalju, kui seda puidusse imbub. Seejärel asetatakse ese kuivama. Värnitsa määrimiseks võib kasutada ka jänesekäppa või pehmet pintslit, ent siis peavad need alati olema värnitsas, et nad vahepeal kõvaks ei kuivaks.

Peitsimine. Puidule soovitava värvitooni andmiseks kasutatakse koolis harilikult peitsi. Peits on müügil pulbrina või kristallidena. On olemas pruuni, punase, rohelise jne. värvusega peitsi. Sagedamini on tarvitatav nn. pähklipruun peits.

Peits lahustatakse keedetud vees, soovi järgi kangem või lahjem, ning säilitatakse pudelis, et see oleks alati käepärast. Enne peitsimist tõmmatakse puit puhta veega üle ning kuivatatakse. Aja kokkuhoidmiseks võib kuivatada ahju või pliidi lähedal, aeg-ajalt eset pöörates, et puit kuivamisel ei kumerduks. Kuivades tõusevad üles kõik puidu pinnal olevad pinnud ning ebatasasused, mis pärast kuivamist liivapaberiga ära lihvitakse. Kui vett ei kasutata, siis tõstab needsamad ebatasasused üles peits ning pärast peitsimist puitu tugevamalt lihvides võib kaduda ka värv. Peits kantakse puidule pehme pintsli või jänesekäpaga. Pärast peitsi kuivamist lihvitakse eset õige kergelt peene või nüri liivapaberi, puitvilla (laastudega) või kareda roguskiga, hoidudes, eriti kantidel, värvust rikkumast. Peitsitud ese immutatakse värnitsaga, mis annab värvile nägusust ja on pinnapooride täitematerjaliks. Pärast värnitsaga immutamist kaetakse puidu pind polituuriga või lakitakse.

Vahatamine. Lihtsamaks pinna katmise viisiks on vahatamine. Vaha puitesemete pinna katmiseks valmistatakse järgnevalt. Võetakse puhas meevaha ning, lisanud pisut stearriini, sulatatakse see vedelaks. Siis eemaldatakse segu pliidilt ja valatakse, samal ajal hoolega segades, juurde tärpentini, umbes kaks korda niipalju, kui oli segu. Kui saadud vedelik jahtub, muutub see tavotitaoliseks massiks. On puit peitsitud, siledaks hõõrutud ja värnitsaga kaetud, siis hõõrutakse vahasegu lapiga puidu pinnale, kuni selle poorid täituvad. Seejärel hõõrutakse pind villase lapida läikima.

Vahatatud pind pole välismõjudele nii vastupidav kui näiteks polituuriga kaetud pind, kuid kahjustuse korral on seda hõlpus uuendada.

Lakkimine. Ka lakkimiseks valmistatakse puidu pind laitmatult ette: lihvitakse, niisutatakse veega, lihvitakse uuesti, peitsitakse, lihvitakse peene nüri liivapaberi või kareda mererohuga ning immutatakse värnitsaga. Kuna töötunni kestus on 45—90 minutit, siis on loomulik, et tuleb valida niisugune pinna katmise viis, mida saab selle aja jooksul lõpetada. Lakkimine ongi seetõttu kõige eelistatavam.

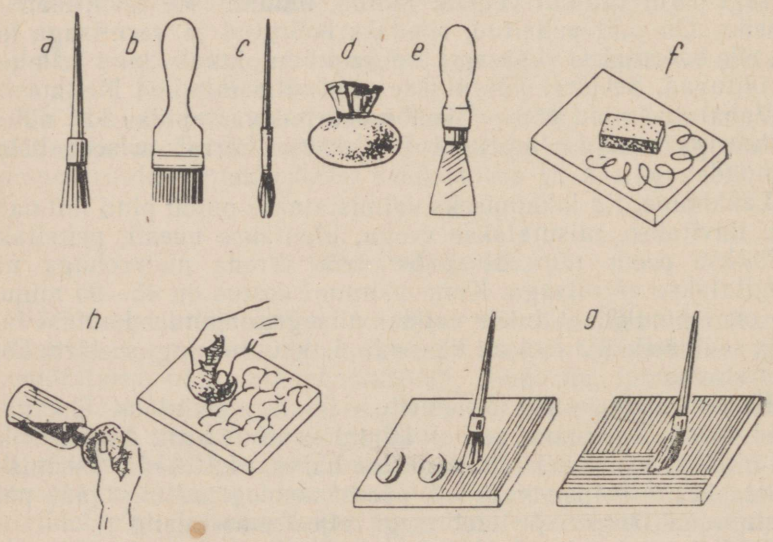
Kiiresti kuivavateks on piiritus- ja nitrotselluloos- ehk nitrolakid. Nende kuivamise aeg on kümmekond minutit. Aeglaselt kuivab õlilakk. Viimast saab seepärast harvem kasutada. Piiritus- ja nitrolakid on läbipaistvad, s. t. pärast nendega katmist jääb puidu tekstuur nähtavaks või tuleb isegi reljeefsemalt esile.

Pudelist valatakse lakk laiemasse nõusse. Lakk kantakse pinnale marlisse või pehmesse materjalisse (näit. trikoo) keeratud pikliku vatitampooniga. On lakitav pind väheldane, siis hõõrutakse esiteks kogu pind väikeste ringikujuliste, kuid kiirete liigutustega

üle, et jaotada lakikord ühtlaselt. Aeg-ajalt võetakse tampooniga lakki. Edasi silutakse lakk kergelt ja ühtlaselt piki puidu pinda. Lakiga katmine peab toimuma kiiresti, et lakk ei jõuaks hanguda. Hanguma hakanud lakki ei või enam siluda. On lakk niivõrd kuivanud, et seda võib katsuda, tuleb mõningad konarused kulunud peene liivapaberiga ettevaatlikult kõrvaldada. Seejärel kaetakse pind veel teist ja kolmandat korda. Mida õhemalt ja ühtlasemalt õnnestub lakki pinnale kanda, seda kvaliteetsem on töö. Lakkimisel ärgu unustatagu servadele kogunenud ja üle servade valgunud lakitilku tasaseks tõmbamast. Laiade pindade lakkimist teostatakse osade kaupa, alustades tööd ühest servast. Suurema koguse laki olemasolu korral võib väiksemaid esemeid (viilipead) lakkida korduva sissekastmise teel. Laki pealekandmiseks võib kasutada ka pehmet lapikpintslit. Pärast lakkimist tuleb pintsel puhastada. Selleks kasutatakse lahustajaid — nitrolaki puhul atsetooni, piirituslaki puhul aga piiritust. Mõned lakisordid lahustuvad hästi ka bensiinis. Lakki hoitakse suletud pudelites või kannudes.

Lakid on tuleohtlikud ja nitrolakid ka tervist kahjustavad. Tööstustes, kus lakke udustatakse kompressorite abil, töötatakse tõmbekapis. Kooli tööklassis kasutatakse lakki väikeste kogustena, seepärast siin erilist ohtu tervisele ei ole.

Polituuriga katmine ja pinna poleerimine. Nagu lakk, nii on ka polituur kergesti kuivav, jättes pinna tekstuuri nähtavaks. Seepärast võib ka polituuri kasutada kohe pärast puidu peitsimist ja



Joon. 85. Värvimine.

a — ümmargune pintsel; *b* — lapikpintsel; *c* — joonepintsel; *d* — vatitampoon; *e* — pahtel-labidas; *f* — lihvimine liivapaberiklotsiga; *g* — värvimine pintsliga; *h* — lakkimine tampooniga.

värnitsaga immutamist. Polituuri katmisvõime on väiksem kui lakil, seepärast tuleb pinda peale kuivamist korduvalt uuesti üle tõmmata. Sel viisil saadakse tagasihoidlik, pehme läige.

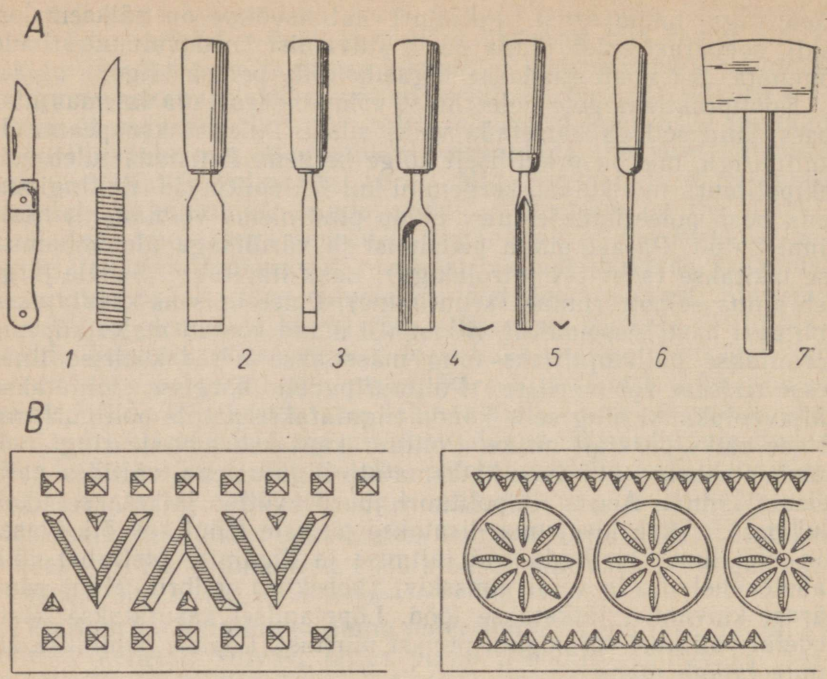
Koolipraktikas pole poleerimist võimalik teostada laiemas ulatuses, kuid sellega katsetada võiks siiski. Poleeritakse peamiselt polituuriga, mis on praktiliselt kõige kergem. Eelistada tuleb šellakipolituuri, mis kuivab kergemini kui lakipolituurid. Eeltingimusena peab poleerimisele tulev puidu pind olema võimalikult hästi viimistletud. Pärast pinna peitsimist ja värnitsaga ületõmbamist ese lakitakse (soovitav nitrolakiga). Lakk lihvitakse. Sellele järgneb pinna eelpoleerimine (kruntimine). Poleerimiseks kasutatakse polituuri hästi sisseimevat villast või muud kootud materjali, mis vormitakse pallikujuliseks ning mässitakse hõredakoelisse linasesse riidesse või marlisse. Polituuripudeli korgisse lõigatakse väljavoolukanal ning selle kaudu tilgutatakse pallile polituuri, nii et see oleks parajalt niiske. Polituur kantakse pinnale ringi- või number kaheksa kujuliste katkematute liigutustega, vältides palli seismajäämist. Aeg-ajalt polituuri juurde võttes jätkatakse tööd. Kui pall hakkab kleepuma, lisatakse pinnale mõni tilk õli (vaseliin- või linaõli). Puidu süü täitmise ja lihvimise otstarbel võib vahetevahel lisada veidi pimsskivi (kobekivi) pulbrit. Mõni päev pärast kuivamist jätkatakse tööd. Lõpetamisel kasutatakse hästi vedelat polituuri või koguni puhast piiritust. Lõpuks pühitakse õli puhta lapiga maha.

Põletuskirjad ja puulõiked. Õpilastele jõukohaseks kaunistamisvõtteks on põletuskirjade kasutamine. Nagu vineeritöödegi juures, joonistatakse või kopeeritakse ka siin ilustamiseks valitud mustrid puidu pinnale ja põletatakse siis sisse. Põletuskirjadega ilustamist on lähemalt kirjeldatud käesoleva raamatu vineeritöö osas.

Raskem ning aegaviitvam on ilustamine lõigetega või nn. tärgetega. Tärgete tegemiseks kasutatakse mitmesuguseid peitleid ja nuge. On soovitatav, et lõigatavad ilustused oleksid võimalikult lihtsad, nii et neid saaks teostada hariliku taskunoaga. Eriti sobivaks võib pidada geomeetrilisi ornamente. Need joonistatakse puidule ja siis lõigatakse noaga vastavad vaokesed, jooned, kolmnurgad jm.

Värvimine. Vähesel määral võib kooli puidutöös kasutada ka värvimist õli-, email- või nitrovärvidega. Värvimisel jääb puidu tekstuur nähtamatuks. Värvitav puit tuleb kõigepealt immutada värnitsaga, millele on kuivamise kiirendamiseks lisatud ühe kolmandiku võrra tärpentini. Sellist eelimmutamist nimetatakse kruntimiseks. Pärast värnitsa kuivamist kititakse (pahteldatakse) pind pahtlilabida abil vedelavõitu kitiga, täites kõik ebatasasused. Kitt valmistatakse liimist ja kriidijahust, lisades juurde veidi värnitsat. Kui kitt on kuivanud, lihvitakse pind liivapaberiga üle ja värvimine võib alata.

Värvimiseks võib kasutada õli- ja emailvärve. Selleks ettevalmistatud pind värvitakse üle mitu korda. Iga järgmise värvikorra



Joon. 86. Puidupinna ilustamine lõigetega.

A. Tööriistu. *1* — nuga; *2* — lai peitel; *3* — kitsas peitel; *4* — kumerpeitel; *5* — v-kujuline peitel; *6* — naaskel; *7* — puitvasar.
B. Ilustamisnäidiseid.

saab peale kanda alles pärast eelmise värvikorra täielikku kuivamist. Heleda värviga värvitakse hariliikult kolm korda ja tumedamaga kaks korda. Värv kantakse pinnale ühtlaste pintslitõmmetega ja võrdlemisi õhukeselt, sest paks värvikiht tõmbub kuivades kortsu. Esimesed korrad värvitakse õlivärviga. Seejärel lihvitakse pind liivapaberiga üle. Viimast korda värvides võib soovi korral kasutada emailvärvi. Soovitatav on värvida nii, et pintslitõmbed kulgeksid piki puidu pinda.

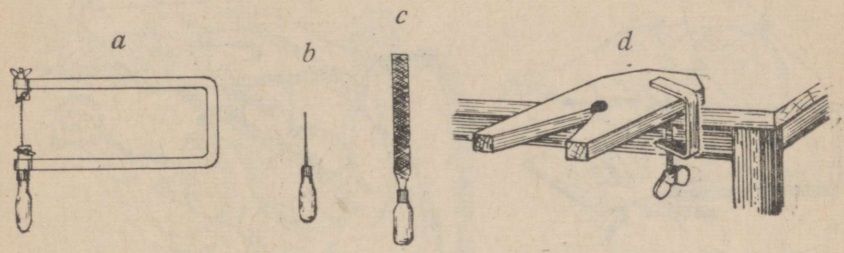
Nitrovärv kuivab kiiresti, seepärast tuleb värvida väga kiiresti, kindlate liigutustega, vältides mitmekordset pintsliga hõõrumist juba tahenema hakanud värvipinnal. Paksu nitrovärvi saab vedeldada selleks määratud vedeldaja, atsetooni või bensiini abil.

8. Vineeritöö.

Vineeritöö on poiste lemmikharrastusi. Kuna vineer töömaterjalina on kohe tarvitamiskõlblik, siis on töötamine ja materjali käsitsemine võrdlemisi kerge. Tööks on vaja vähe tööriistu. Rasku-

selt on koolis käsitletav vineeritöö papitöö ja puutöö vahepealne. Ta arendab õpilastes puhtuse- ja vormitunnet ning kombineerimisoskust. Väiksemad vineerist esemed on vastupidavad, seetõttu sobib vineer lastele mänguasjade, väikeste tarbeesemete, mudelite ning makettide valmistamiseks. Suuremate praktiliste esemete valmistamine nõuab vineeri kõrval ka muid materjale, peamiselt puitu. Seepärast ei saa vineeritööd puidutööst eraldada.

Tööriistad ja materjalid. Vineeri töötlemisel on peamiseks tööriistaks vineerisaag. Saag koosneb raamist ja peenest saelehest. Saeraam peab olema pika haardega, et võimaldada sae kasutamist kaugel vineeri äärest ja hõlpsamat pööramist. Vineerisaed kinni-



Joon. 87. Vineeritöö riistad ja vahendid.

a — jõhvsaag raamiga; *b* — naaskel; *c* — viil; *d* — saagimisplaat.

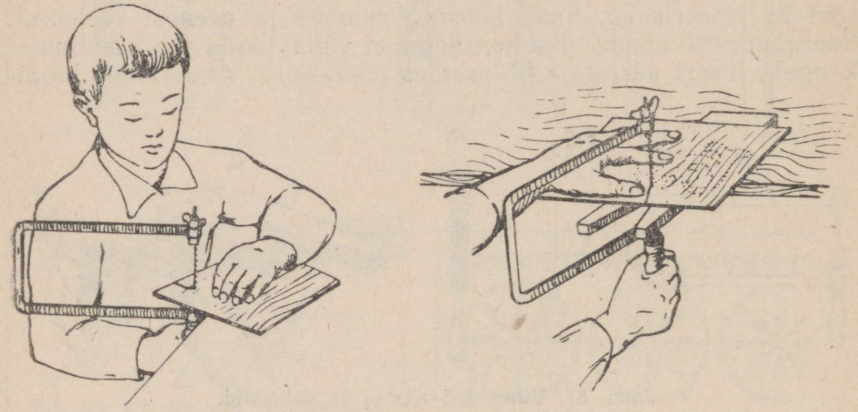
tatakse raami vahele kruvide abil. Saele küllaldase pinge andmiseks surutakse raami enne sae teise otsa kinnikruvimist veidi kokku. Et vineerisaag töötab tõmbamise põhimõttel, siis peavad hammaste teravikud olema suunatud käepideme poole. Vineerisae lehtede jämedust märgitakse numbritega 1—10. Õpilastele sobivad töötamiseks keskmise suurusega numbrid.

Saega töötamine on näidatud joonisel 88. Töötamisel tõmmatakse saagi parema käega kergete ühtlaste liigutustega püstsuunas ülalt alla. Kui saagi hoitakse kaldu, siis takistab see pööramist ja põhjustab sae kinnijäämist lõikesse. Vasak käsi hoiab saagimisel vineeri kinni ja juhib ühtlasi vähehaaval vineeri saele ette. Vilumatu saagija peab hoidma vineeri lõikamise ajal paigal. Vineeri paremaks paigalhoidmiseks kasutatakse höövelpinki või kinnituskruvidega varustatud sisselõikega puitplaati. Paljudes koolides kasutatakse ka elektriga töötavat vineerisaagi.

Muudest tööriistadest võiks nimetada kerget haamrit naelutamiseks ja naasklit või käsipuurmasinat peenikeste aukude puurimiseks. Servade silumiseks kasutatakse peenemaid puiduviile ja liivapaberit. Pikemate sirgete servade silumiseks võib kasutada ka höövlit.

Saetud servade viilimiseks on kasulik tarvitada vastavat hoidmislõksu, mis sarnaneb saelõksuga või nahapihtidega. Naelutamiseks kasutatakse väikesi ümmargusi naelu.

Kooli tööõpetuses kasutatakse peamiselt lepa- või kasevineeri. Vabrikud valmistavad ühe-, kolme- või mitmekordseid vineeritahvleid. Sagedamini tarvitatakse kolmekordset vineeri, vajaduse korral võib tarvitada ka paksemat, mitmekordset või eriti õhukest kolmekordset vineeri. Müügil on vineer mitmesuguse suurusega tahvlites.



Joon. 88. Töötamine vineerisaega.

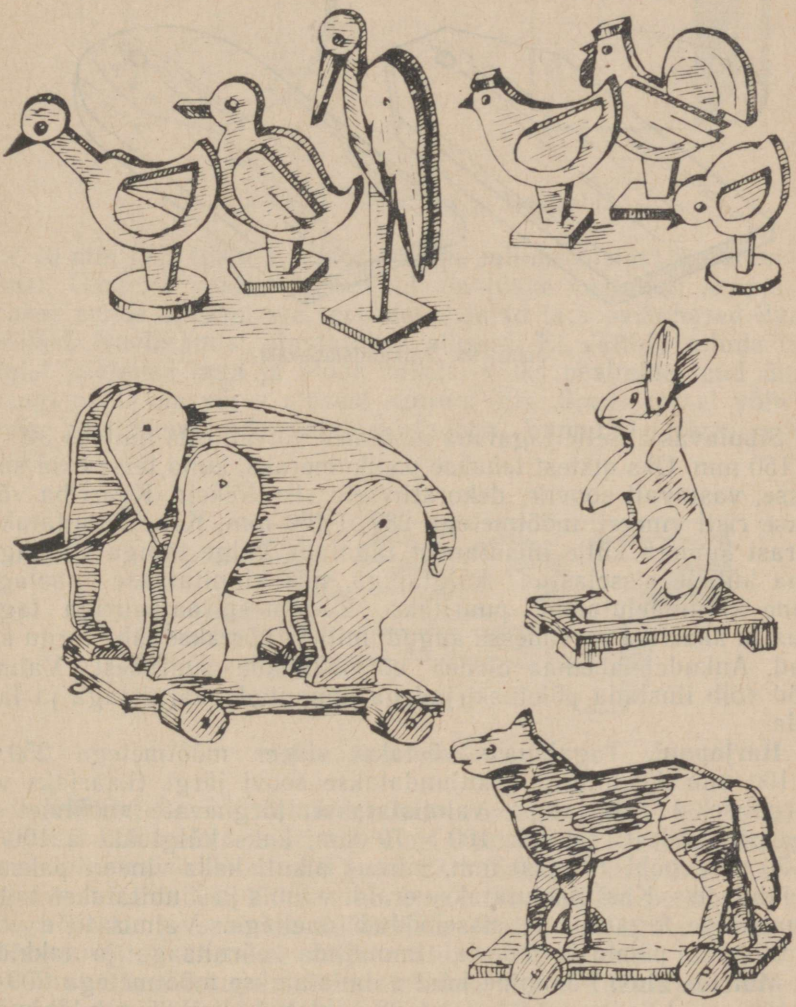
Saagimine ja viimistlemine. Vineeritöö olulisema osa moodustab mitmesuguste kujundite väljasaagimine. Väljasaetava eseme kontuurid joonistatakse või kopeeritakse enne õhukesele paberile. Nimetame seda mustriks. Mustri järgi saagimiseks kinnitatakse paber vineerile kliistri või rõhknaeltega. Sama mustri võib ka otse vineerile kopeerida. Selleks kasutatakse joonestamisvahendeid, vabajoonistust ja šabloone. Vineeritööks koolis ei saa soovitada liiga peeni mustreid ja keerulisi kujundeid. Esemete vormid olgu lihtsad, aga maitsekad.

Vineerist esemete juures võib kasutada välispinna ilustamist. Esemeid võib värvida vesivärvide või peitsidega ning siis lakkida. Võib kasutada ka emailvärve. Ei tohi unustada, et rohke värvide kasutamine ühe eseme juures ei eelda head maitset. Loomuliku puutoime esiletõstmine nõrga peitsimise või lakkimise teel annab alati häid tulemusi.

Häid tulemusi võib saada ka vineeritöö kaunistamisel põletuskirjadega. Lihtsaid ja väiksemaid kirju saab põletada jämedate teravaotsaliste puitkäepidemetega varustatud rauast varrastega. Varda kuumutamiseks kasutatakse priimust. Märksa paremaid tulemusi ja mugavat töötamist võimaldab vastav elektripõleti.

Esemele võib tõmmata jooni ka tušiga, kuid eseme pind tuleb sel puhul enne lakkida või katta emailvärviga, et takistada tuši laialivalgumist.

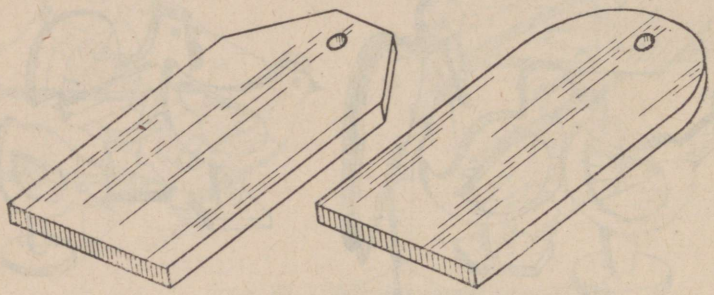
Loomad ja linnud. Lindude ja loomade valmistamisel joonistatakse vineerile šablooni abil vastav piirjoonis. Nagu joonistelt selgub, tuleb mõne looma üksikosad, nagu jalad, tiivad, kõrvad jne., välja saagida eraldi. Osad ühendatakse naeltega, ühenduste vahele määritakse natuke liimi. Valmis ese kinnitatakse eraldi valmistatud alusele. Kinnitamise jaoks jäetakse saagimisel eseme külge kandiline tapp, alusesse puuritakse või saetakse aga sellele vas-



Joon. 89. Loomi ja linde vineerist.

tav auk. Tapp kinnitatakse liimiga. Valminud tööd võib värvida ja täiendada esemele iseloomulike joontega.

Lõikamislauake. Väikese lauakese vorsti või juustu lõikamiseks võib valmistada näiteks mõõtmetega 250 × 140 mm. Üks otstest hööveldatakse täisnurkseks, kuna teine saetakse soovi järgi (kaarjaks vms.). Auk puuritakse tasasel jääk-lauaotsal terava puupuuriga, puurides esmalt ühelt poolt kuni poole vineerini ja siis teiselt poolt vastu. Nõnda puurides jäävad augu servad mõlemalt poolt siledad. Kui kasutada puurimisel teise õpilase kaasabi, kes surub vineeri tugevasti vastu tasast puuklotsi, siis võib saada puhtaservalise augu ka ühelt poolt puurides.

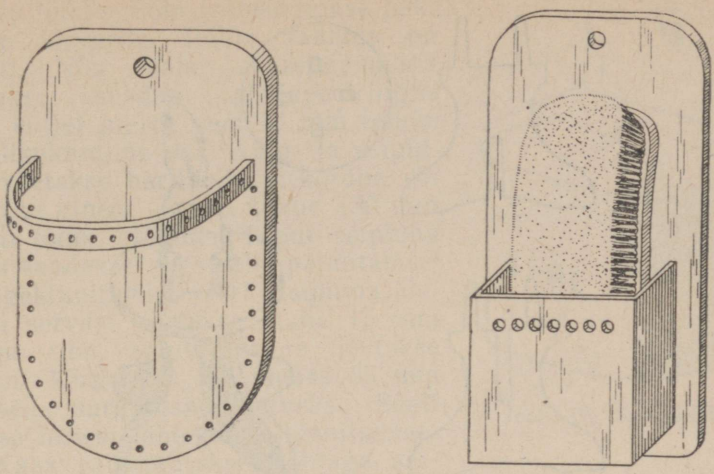


Joon. 90. Lõikamislauakesi.

Sibulavakk. Selle tagalaua mõõtmed võivad olla näiteks 320 × × 150 mm. Üks otstest tehakse poolkumeraks, kuna teise otsa saetakse, vastavalt soovile, dekoratiivseid sisselõikeid. Kaarriba võetakse risti vineeri, mõõtmetega 280 × 150 mm. Kaar kinnitatakse pärast kumera külje niisutamist tagalaua külge tapiga või tagalaua küljele sisselastud külgtapiga, mis kinnitatakse naelaga. Enne kinninaelutamist puuritakse 2—mm spiraalpuuriga tagalaua ja kaarriba servadesse augud, millest võetakse läbi võrgu silmad. Aukude vahemaa oleneb võrgusilmade suurusest. Valmis tööd võib ilustada põletuskirjadega, immutada värnitsaga ja lakkida.

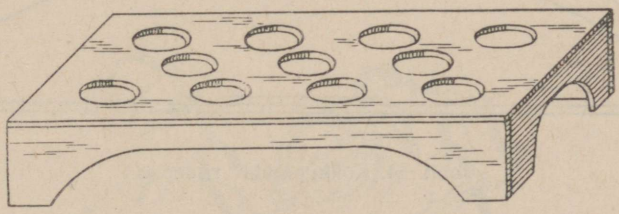
Harjapani. Tagalauaks võetakse vineer mõõtmetega 250 × × 100 mm. Ülemine ots kujundatakse soovi järgi (kaarjaks või nurgeliseks). Harjatops valmistatakse järgnevate mõõtmetega vineeritükkidest: esitükk 100 × 70 mm, kaks külgtükki à 100 × × 50 mm, põhi 70 × 50 mm, miinus pikuti kaks vineeri paksust ja laiuti üks. Kast naelutatakse eraldi valmis ja kinnitatakse tagalaua külge tagantpoolt sisselöödud naeltega. Valmis tööd võib kaunistada põletuskirjadega, immutada värnitsaga ja lakkida.

Munade alus. Pealmine laud valmistatakse mõõtmetega 200 × × 150 mm. Lauda saetakse joon. 92 näidatud viisil 35 mm läbimõõduga augud. Alustükid valmistatakse järgmiselt: 2 tükki à 200 ×



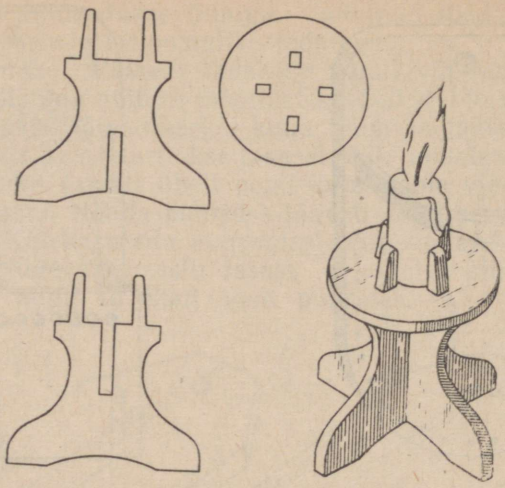
Joon. 91. Sibulavakk ja harjapani.

× 40 mm ja 2 tükki à 150 × 40 mm, miinus otstest 2 vineeri paksust. Üksteise vastas asetsevaid alustükke vastakuti seades saetakse nende alumistesse servadesse jalad ja soovikohased ilustuslõiked. Naelutamist alustatakse alusest. Et vältida pilude tekkimist pealmise laua ja aluse vahele, võiks pealmine laud ümberringi poole cm võrra alusest suurem olla. Soovi korral võib valmis tööd kaunistada põletuskirjadega, immutada värnitsaga ja lakkida.

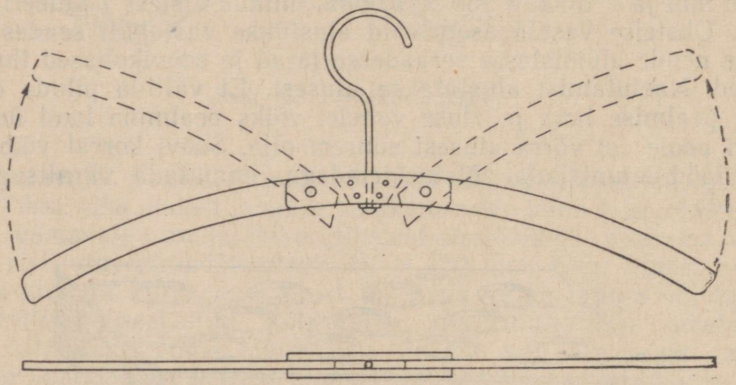


Joon. 92. Munade alus.

Küünlajalg. Töö valmistamiseks võetakse 2 tükki vineeri, pikuti vineeri 140 mm ja laiuti 160 mm. Ühele neist joonistatakse paberist lõigatud šablooni abil joon. 93. näidatud piirjoonis. Mahasaetavatest kohtadest lüüakse mõlemad vineeritükid peenikeste naeltega kokku ja saetakse küünlajala pooled välja. Kummagi tüki ühenduspilud saetakse välja eraldi. Ühendusketas valmistatakse 90 mm läbimõõduga, sellesse tehakse augud küünlajala väljasaetud poolte järgi. Valmis töö kaetakse lakiga või ilustatakse põletuskirjadega, immutatakse ja lakitakse.



Joon. 93. Küünlajalg.

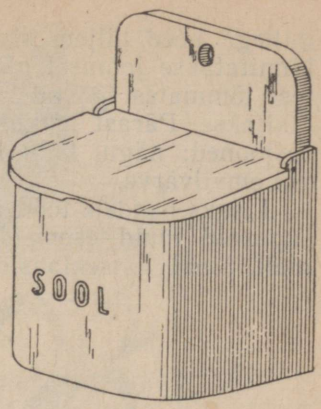


Joon. 94. Kokkupandav riidepuu.

Kokkupandav riidepuu. Liikuvad otsad saetakse välja korraga. Nende pikkus on 185 mm ja laius 35 mm. Ots saetakse kaldu ja augud tehakse keskmise osa kokkuasetamise järel. Keskmine osa valmistatakse kolmest vineeritükist, neist võib kaks välist osa korraga välja saagida. Tükid ühendatakse liimi ja kahe naelaga. Naelte otsad needitakse. Riputamiseks võib kasutada traatkonksu või peenikest konkskruvi, mille sissekeeramiseks peab enne augu ette puurima. Valmis töö immutatakse soovi korral värnitsaga ja lakitakse.

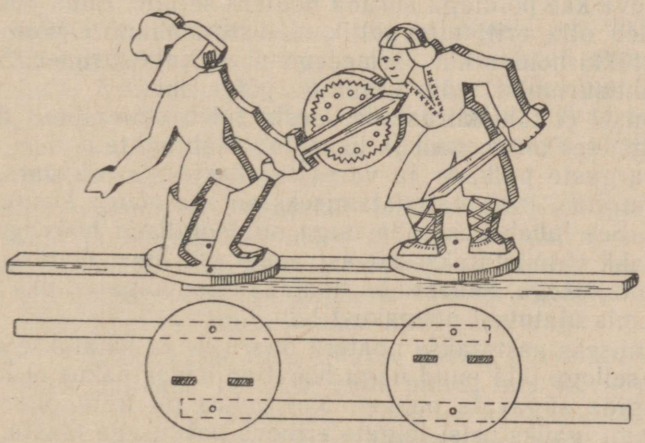
Soolavakk. Soolavaka tagalaud valmistatakse paksemast vineerist, mõõtmetega 220 × 125 mm. Ülemine ots kujundatakse soovi-

kohases lõikes. Põhi joonestatakse paksemale vineerile. Põhja raadius on 58 mm. Nõu mahu suurendamiseks arvatakse saadud põhjapoolringile sirgel küljel juurde veel 45 mm laiune ristkülikukujuline osa. Külg- ja esipinnaks võetakse harilik kolmekordne või ka õhuke vineer — piki toime 130 mm ja risti toime 310 mm. Täpne esipinna pikkus saadakse alles selle painutamise ja külgekinnitamise järel. Esipinna ülemisest servast saetakse maha 15 mm pikkune riba, ainult otstele jäetakse 15 mm kõrgused ja umbes 35 mm pikkused nurgaotsad terveks. Sealt lüüakse hiljem läbi kaane kinnitusnaelad. Kaas valmistatakse põhjaga sarnane, kuid raadiuseks võetakse 65 mm. Kaane tagumistesse nurkadesse tehakse väljalõiked (kohaleasetamise võimaldamiseks enne naelutamist). Kokkunaelutamine toimub järgnevalt. Esmalt kontrollitakse, kas põhi ja tagasein täpselt sobivad. Siis naelutatakse põhi tagaseina alaserva külge, kusjuures naelad lüüakse läbi seljaosa põhjasse. Järgmisena niisutatakse esi- ja külgosa väline pind veega, et teda oleks kergem painutada, painutatakse see siis ümber põhja, liimitakse ja naelutatakse põhja ja selja külge kinni. Külgpinna üleulatuvad osad hööveldatakse tagaküljelt tasaseks. Nurgad, mille vahele lüüakse kaas, sobitatakse mõõtu sae ja viili abil. Valmis töö kaunistatakse põletuskirjadega ja lakitakse.



Joon. 95. Soolavakk.

Võitlejad. Kummagi võitleja siluettkuju joonistatakse algul paberile. Võitlejate kummagi jala alla jäetakse saagimisel tapid,


Joon. 96. Võitlejad.

millega need hiljem kinnitatakse ümmargustele alustele. Alused kinnitatakse joonisel näidatud viisil kahele liistule. Liistude otstest tõmmates löövad võitlejate kilp ja mõõk kokku. Valmis töö lakitakse. Pärast lakkimist tõmmatakse tušiga täiendus- ja ilustusjooned: nägu, kilbi ilustused ja muu. Võib kasutada ka õli- või emailvärve.

Lisaks nendele töödele võivad õpilased valmistada veel mitmesuguseid muid esemeid, nagu võtmevarn, kirjahäll, kolmnurk, mall, pinal, katseklaaside varn jne.

9. Noatööd.

Noatööd sobivad puutöö eelastmena noorematele õpilastele, sest noaga vestmine ei nõua erilisi tööriistu ja on käelise tegevuse arendamisel suure väärtusega.

Vestmiseks tuleb kasutada korralikku õhukese teraga pussnuga (mitte taskunuga). Noa tera tuleb käiata pikalt õhukeseks, et tera tungiks kergemini puitu. Tera ots tuleb käiata pikalt teravaks, sest vestmistöödel võimaldab see paljude esemete paremat väljatöötamist.

Vestmiseks tuleb kasutada pehmet ühtlase toimega puitu, näit. pärna, leppa, haaba, nooremat kaske jne. Okaspuude kasutamine noatöödeks ei anna häid tulemusi, sest korralikku lõikamist takistab ebaühtlase kõvadusega puidutoime.

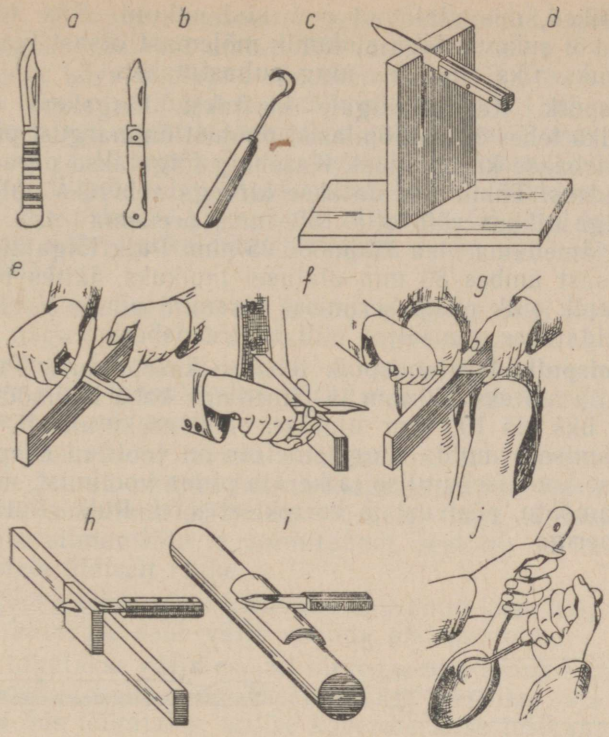
Puitu tuleb vesta alati päripuitu. Vastupidises suunas vestmine vajab eriti teravat nuga, kuid isegi siis on töö raske ja puit kipub lõhenema. Puitu tuleb hoida vasaku käega. Tugevasti paremasse kätte haaratud noaga lõigatakse laast ühtlaselt kindla lükkega lahti. Soovitatav on alati vesta endast eemale, kusjuures võib puutükki hoidva käe põidlaga suruda noatera seljale. Enda poole vestmisel tuleb olla eriti ettevaatlik. Laastutõmbamist võib hõlbustada puutükki hoidva käe sõrmedega noaseljale surudes. Suurema laastu lahtisurumisel võib kasutada põlve abi.

Vestmisel ei tohi kiirustada. Vesta tuleb võimalikult õhukeste laastudega, see on kergem ja lõikepind jääb puhtam.

Ümmarguste pulkade ja varraste (harja- ja rehavars, suusakepp, vibu, nool jne.) valmistamiseks on hea eduga kasutatav nn. noapakk. See lubab kasutada nuga analoogiliselt höövliga.

Noapakk valmistatakse kõvast puust või luust pooliku silindri kujulise otslõikega. Sellesse on libamisi sisse lõigatud üks või mitu õnarust, mis ulatuvad noapakust läbi.

Voolimiseks asetatakse noatera õnarusse ja lükatakse või tõmmatakse sellega piki puud nagu höövliga. Õnar pakus ei lase noatera tungida sügavale puusse. Kui pakus on mitu õnarust, siis võimaldagu igaüks neist lõigata erineva paksusega laastu. Samuti on eri jämedusega puidu töötlemisel vaja erineva kumerusega noapakke.



Joon. 97. Noatöö.

a — pussnuga; *b* — harilik taskunuga; *c* — lusikanuga; *d* — laua lõhestamine; *e* — harilik vestmine; *f* — lõikamine vastu rindu; *g* — lõikamine põlve taga; *h* — höövlit asendav noapakk; *i* — noapakk ümmarguse kepi voolimiseks; *j* — lõikamine lusikanoaga.

Nimelipik taimedele. Nimelipik taimedele on 200 mm pikkune, 30 mm laiune ja 5 mm paksúne, teritatud otsaga maasse torkamiseks. Võib teha ka 120 mm pikkuse lipiku puu külge sidumiseks, sel juhul on ühes otsas nööri jaoks vastavad sälgud. Sellist nimelipikut valmistades õpib õpilane noaga voolima tasast pinda, mis on noatöö põhivõtteid.

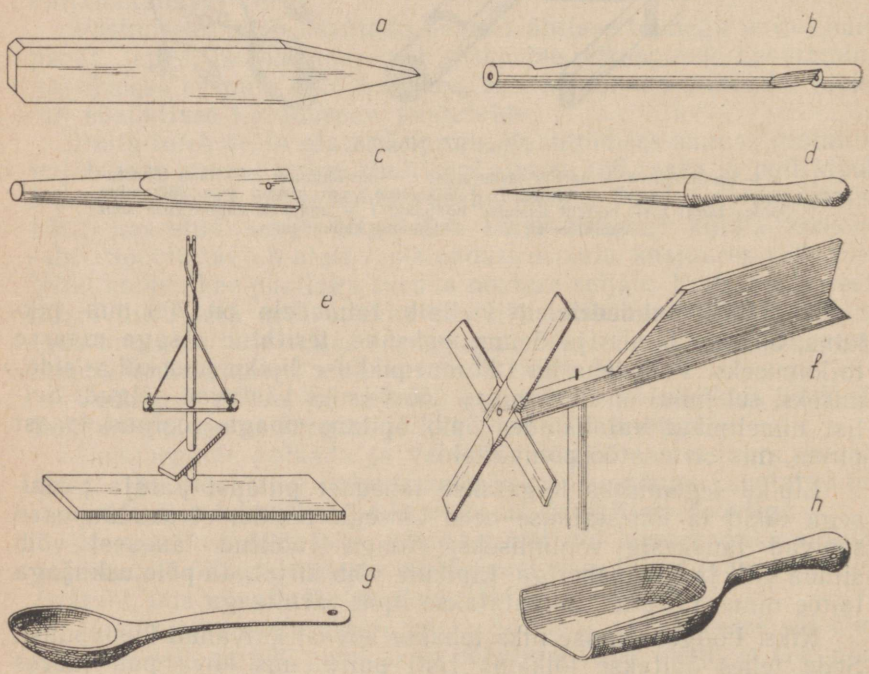
Lipiku tegemiseks lõigatakse lahedast puidust paraja pikkusega tükid ja lõhestatakse need kirvega nõnda, et saadud osad sobivad lauakeste voolimiseks. Noaga voolitud lauakest võib siluda viili ja liivapaberiga. Lipikule võib kirjutada põletuskirjaga taime nime. Lõpuks immutatakse lipik värnitsaga.

Niks. Lõngakerimise niks tehakse kõvast kuivanud kuslapuust. Seda tehes õpitakse lõikama risti puitu, mis kõva puu juures nõuab hoolsust ning püsivust. Niksi jaoks lõigatakse 120 mm pikkune ja umbes 12 mm läbimõõduga sirge pulk. Pulga otstest 15 mm kaugusele tehakse kahele vastasküljele joon. 97-*A* kujuta-

tud sisselõiked, mis ulatuvad puu südamikuni. Siis torgatakse naaskliga või sukavardaga südamik mõlemast otsast kuni lõikeni välja. Lõpuks niks silutakse ning puhastatakse.

Kerimispulk. Kerimispulgale keritakse lõngakera südamik. Kerimispulka tehes õpivad õpilased puidust ümmargust pulka voolima. Töö tehakse kasepuidust. Kasehalg lõigatakse paraja pikkusega tükkideks. Tükid lõhestatakse kirvega sobivaks pulgamaterjaliks. Pulga pikkus võib olla 150 mm, peenema otsa läbimõõt 20 mm ja jämedama otsa läbimõõt 25 mm. Pulk lõigatakse jämedamast otsast umbes 80 mm ulatusel lapikuks, jättes paksuseks 15 mm. Lapik pulk püsib kerimisel paremini pihus. Voolitud pulgalt kõrvaldatakse noa jäljed viili ja liivapaberiga.

Istutamispulk. Istutamispulk tehakse kasepuidust. Pulga pikkus võib olla näiteks 250 mm ja jämedama koha läbimõõt 35 mm. Pulgal on üks ots 100 mm ulatuses koonusekujuliselt teritatud augu torkamiseks mulda ning teine ots on voolitud käepidemeks. Nii õpitakse koonusekujulise ja keraja pinna voolimist, mis nõuab head silmamõõtu, püsivust ja korrektset tööd. Pulk silutakse viili ja liivapaberiga.



Joon. 97-*A*. Noatööd.

a — taime nimelauake; *b* — niks; *c* — kerimispulk; *d* — istutamispulk; *e* — vurrpuur; *f* — mänguveski; *g* — puulusikas; *h* — kühvel.

Vurrpuur. Vurrpuur koosneb kahest puitklotsist, pulgast ja nöörist. Pulgaks võetakse umbes 250 mm pikkune ja 8 mm läbimõõduga sirge kõva kuslapuu või sirel. Pulga üks ots voolitakse kerajaks ja teise otsa lõigatakse sälk nööri jaoks. Umbes 40 mm kaugusele kerajast otsast kinnitatakse pulga otsa 90 mm pikkune, 30 mm laiune ja 10 mm paksune kasepuidust klots. Sellest klotsist kõrgemal liigub pulga otsas vabalt 90 mm pikkune, 30 mm laiune ja 5 mm paksune klots. Selle otsad on lõigatud kitsamaks ja neisse on nööri jaoks tehtud sälgud. Nöör võib olla umbes 1 mm läbimõõduga.

Kui nöör on asetatud kohale ja koos pulgaga paar korda ringi keerutatud, nagu joon. 97-*A* näidatud, pannakse vurr käima, vajutades sõrmedega ülemisele klotsile. Vurri osad silutakse viili ja liivapaberiga ning immutatakse värnitsaga. Pulga kerajasse otsa kinnitatakse nael või naaskel.

Lusikas. Tänapäeval tarvitatakse puulusikat peamiselt toidu valmistamise juures, näiteks taigna kloppimisel jne. Lusikat tehes õpib õpilane korralikult käsitsema kirvest, nuga ja lusikanuga. See töö vajab silmamõõtu ja vormitunnet, seetõttu on lusikategemine õpilastele üldiselt raske.

Lusika jaoks sobib pisut kõveraks kasvanud kase halg, millest lusikavarre kõveruse saab välja voolida piki puutoime.

Lusikas tahutakse välja esmalt kirvega. Siis antakse talle voolimisega soovitav kuju ning tasandatakse hariliku noa ja viiliga. Lusika õõs lõigatakse erilise kõverateralise lusikanoaga või selle puudumisel kumerateralise peitliga.

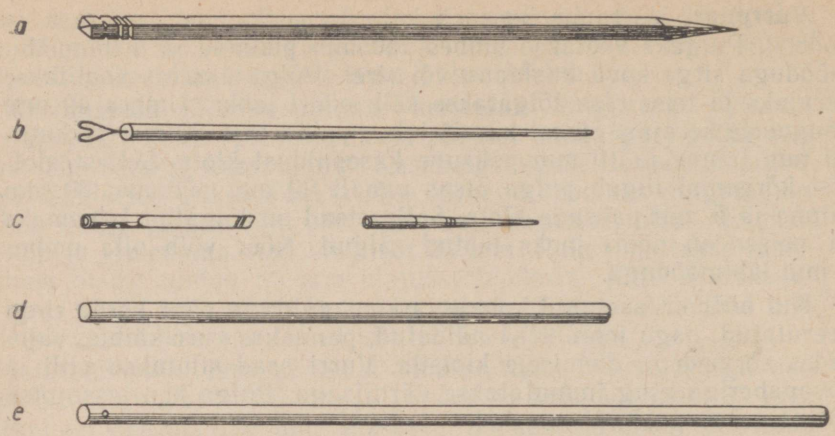
Kühvel. Kühvli valmistamine sarnaneb lusika tegemisega. Ka kühvli jaoks sobib kõveraks kasvanud kase halg. Köögi jaoks tehakse kühvel umbes 300 mm kogupikkusega, aida jaoks aga tunduvalt suurem.

Samuti valmistatakse ka paadi veest tühjendamiseks kasutatav auskar.

10. Töid höövelpingil.

Lillekepp. Neljakandilist lillekeppi tehes õpitakse piki puitu saagimist, kitsa pinna hööveldamist ja nurgiku tarvitamist. Et nende töövõtete omandamine on oluline, on soovitatav, et lillekeppi teeks kõik õpilased korraga õpetaja hoolsa kontrolli all.

Lillekepp tehakse okaspuidust, sest see paneb kõdunemisele kauem vastu. Kepi pikkuseks võiks olla 800 mm ja läbimõõduks 20 mm. Kepi võib saagida 25 mm paksusest lauast. Hööveldamine toimub pikkhöövliga. Kepi ülemine ots kaunistatakse õpilase enda kavandi järgi puulõigetega. Alumine ots teritatakse umbes 100 mm ulatuses püramiidikujuliseks. Selleks kinnitatakse kepp kaldu külgmise surupaku vahele ja hööveldatakse tema ots teravaks või kin-



Joon. 98. Lihtsamaid töid höövelpingil.

a — lillekepp; *b* — kaardikepp; *c* — sulepea; *d* — võimlemiskepp; *e* — harjavars.

nitatakse pikkhöövel põhjaga ülespoole höövelpingi vahele ja teritamine toimub keppi üle höövli tõmmates. Valmis töö immutatakse värnitsaga.

Kaardikepp. Ümmarguse kaardikepi valmistamise töövõtteid on eespool kirjeldatud. Kaardikepp tehakse heast lahedast puidust. Kepi pikkuseks võiks olla 1 m ja ta jämedama otsa läbimõõduks 20 mm. Puitliist hööveldatakse pikkhöövliga esmalt neljakandiliseks, siis kaheksakandiliseks ja lõpuks ümmarguseks. Kaardikepi otsad voolitakse kerajaks. Jämedamasse otsa võib kinnitada joonisel kujutatud traathargi tabelite ja kaartide tõstmiseks.

Samuti nagu kaardikepp valmistatakse ka võimlemiskepp, harjavars, kardinalükkamise kepp jne.

Võtmevarn. 13 mm paksusest lepa- või kaselauast valmistatakse varna aluslaud, mõõtmetega 300 × 50 × 10 mm. Pikad esikandid hööveldatakse umbes 2 mm kaldu (faasitakse) või ümmarguseks. Varna aluslaua 50 mm pikkused otsapinnad silutakse viiliga.



Joon. 99. Võtmevarn ja joonlaud.

Antud töö juures õpitakse hööveldama juba pisut laiemat pinda. Soovitatav on see ülesanne anda kõigile õpilastele, et oleks võimalik kõigile korraga õpetada vajalikku töövõtet.

Varna konksudeks võib kasutada väikesi keermega varustatud konkse. Toodud suurusega varnale sobiks 8 konksu. Nende asukohad määratakse järgnevalt: varna aluslaua pikkus jagatakse konksude arvuga, s. t. 300 : 8 = 37,5 mm, mis ongi konksude vahekaugus. Varna aluslaua otstest äärmiste konksudeni on pool sellest kaugusest, s. t. 19 mm.

Konksude sissekeeramiseks võib augud ette puurida naaskliga. Äärmiste ja neile järgnevate konksude vahekohta puuritakse umbes 3,5 mm puuriga augud kruvide jaoks, millega varn kinnitatakse seinale. Konksud kruvitakse külge alles siis, kui alus on juba kaetud polituuriga või lakitud.

Varna seinale riputamiseks kinnitatakse selle tagaküljele sageli paksust plekist öösid, ent õpilastele on kruvidega kinnitamine lihtsam.

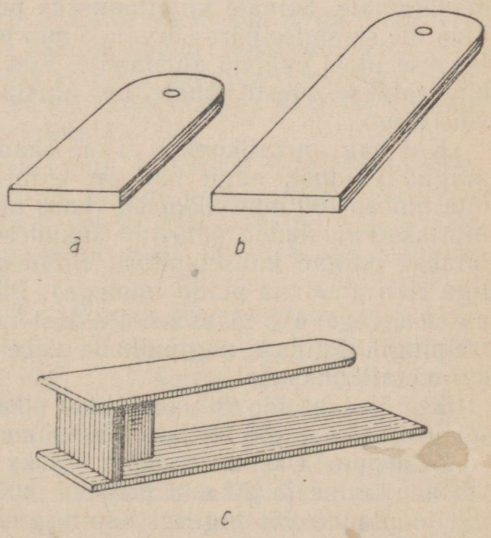
Kodudes, kus on palju võtmeid ja kui need on seejuures veel suured, peab ka varna tegema suurema (nelinurga-, hakklaua- või kilbikujulise) ja mitme rea konksudega.

Joonlaud. Õpilasele sobib 300 mm pikkune joonlaud, mis mahub mappi. Joonlaua tegemiseks kasutatakse lahedat kasepuitu. Joonlaua laiuseks on umbes 40 mm ja paksuseks 4 mm. Höövelda-misel tuleb olla ettevaatlik, sest ese on õhuke ja höövlitera seetõttu pingipulkadele liiga lähedal.

Joonlaua üks serv hööveldatakse umbes 5 mm laiuselt ja 2,5 mm sügavuselt kaldu või kergelt ümmarguseks. Joonlaua otsad silutakse viiliga ja auk puuritakse umbes 8 mm puuriga, puurides mõlemalt poolt vastakuti. Kui on karta laua lõhenemist või augu servade rikkumist (murenemist) puurimisel, võib augu puurida juba enne hööveldamist.

Hakklaud. Hakklaud pakub mitmekülgseid võimalusi saagide, höövlite, rööplaudade, nurgiku ja rööbitsa käsitsemiseks.

Hakklaud tehakse tavaliselt lepa- või kasepuidust. Hariliku väikese leivalõikamislaua jaoks hööveldatakse 350 mm pikkune, 150 mm laiune ja 20 mm paksune laud. Laua ühe otsa võib sirklijoone järgi saagida kaarjaks (kaare joonistamisel peab teine

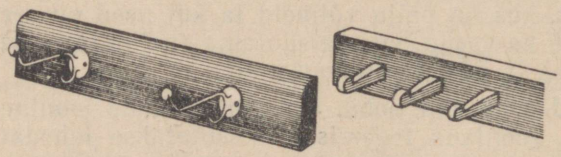


Joon. 100. Hakklaud (*a*), pesulaud (*b*) ja triikimislaud (*c*).

sirkliharu asetsema lauda poolitaval pikijoonel). Laua täisnurkne ots silutakse höövliga, kaarja otsa juures tuleb kasutada viili, kui ei ole sobivat väikese suuga höövlit. Hakklauda ei immutata ega värvita.

Tarbe korral tehakse hakklaud suurem. See tuleks valmistada siis kasepuidust. Hakklauaga valmistuselt sarnased, kuigi suuremad, on veel pesupesemislaud, mis harilikult tehakse kuusepuidust, ja triikimislaud, mille võib teha kuuse- või männipuidust, käsitöölaud jm.

Riidenagi. Õpilastele on jõukohane 2—3 konksuga nagi valmistamine. Selleks saetakse ning hööveldatakse 400 mm pikkune, 90 mm laiune ja 20 mm paksune lehtpuust aluslaud. Pikad esikandid hööveldatakse umbes 5 mm laiuselt kaldu või ümmarguseks. Otsad silutakse höövliga.



Joon. 101. Riidenagi.

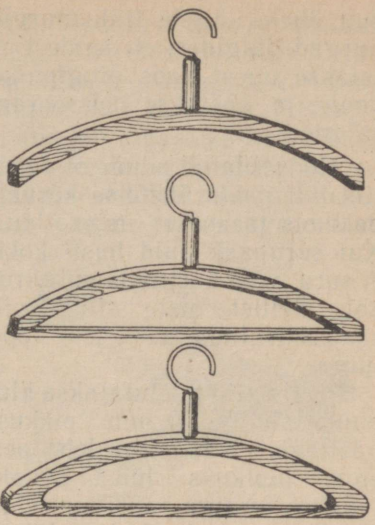
Konksudeks sobivad metall- või plastmasskonksud. Nende vahekauguseks on 200 mm, kaugus aluslaua otsast esimese konksuni aga 100 mm. Konksud kinnitatakse aluslaua külge puidukruvidega. Nägusam on konksud kinnitada mitte keskjoonele, vaid pisut madalamale. Seinale kinnitamiseks puuritakse konksude kinnitusplaatide seesmise ääre kõrvale 4 mm puuriga kruviaugud. Kõik see tehakse alles valgele aluslauale. Siis võetakse konksud küljest ja kinnitatakse uuesti kohale, kui aluslaud on juba kaetud polituuri või lakiga.

Kui nagi metallkonkse ei ole saadaval, võib valmistada nagipulgad puidust, nagu nad on kujutatud joonisel. Need võiksid olla umbes 100 mm pikkused (koos tapp-otsaga), mis liimiga kinnitatakse aluslauda puuritud aukudesse. Nagi tagakülje poolt kiilutakse pulgad kuusepuidust kiiludega (kiilupesad lüüakse peitliga risti aluslaua puidu toimega). Pärast liimi kuivamist hööveldatakse tagakülg tasaseks. Puidust nagipulki võib valmistada ka treipingil. Puidust nagipulkade vahe jäetakse harilikult väiksem kui metallkonksudel.

Kui õpilane soovib valmistada pikemat nagi, võib seda julgesti lubada, kui see töö on talle jõukohane.

Riidepuu. Üksiku riidepuu jaoks võetakse 420 mm pikkune, 90 mm laiune ja 20 mm paksune hööveldatud kaselaud. Painduvat joonlauda või tugevat papiriba ühtlaselt kõveraks painutades joonistatakse sellele 20 mm vahemaaga kaks kaart. Nende järgi saetakse kitsa raamsaega riidepuu välja. Järgneb seesmise kaare

hööveldamine kaarhöövliga, kusjuures riidepuu on asetatud höövelpingi väljatõstetud pulkade vahele. Välise kaare hööveldamiseks on hea asetada puu höövelpingi külgmiste surupakkude vahele. Hööveldada tuleb sel puhul kumbagi poolt eraldi. Nii seesmine kui ka väline kaarpind kujundatakse ühtlasi pisut ümaraks.



Joon. 101-*a*. Riidepuud.

Riidepuu pulk tehakse umbes 12 mm läbimõõduga ja 70 mm pikkune. Pulgast puuritakse pikuti läbi 3,5 mm jämedune auk. Seda tehakse mõlemast otsast puurides. Pulk asetatakse püsti höövelpingi vahele ja puuri õigeks suunamiseks kontrollib puurija suunda ühes, teine õpilane aga sellega täisnurkses suunas. Konksuks sobib 3 mm jämedune raudtraat, mida kulub umbes 240 mm. Õgvendatud traadi üks ots murtakse kruustangide vahel umbes 5 mm ulatuses täisnurkseks (konksu). Siis pistetakse traat läbi riidepuusse puuritud augu ja seejärel läbi pulga, murtakse pulga ülaotsa kohal järsult kõrvale ning painutatakse siis ümmarguse paku ümber kaareks. Traadi ots ümardatakse viiliga, et ta ei tekitaks kriimustusi.

Pükste riputamiseks võib puule alla naelutada sirge liistu. Kui soovitakse teha eriti nägusat ülikonnapuud, võib selle koos alumise sirge puuga ühest lauatükist välja saagida. Harilikke riidepuid on laiema laua korral kasulik välja saagida üksteise kõrvalt, siis on vähem vaeva ja materjalikulu.

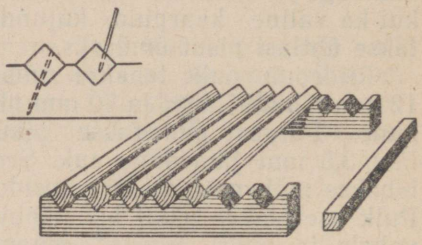
Kuna õpilastel tikub kaarjas puu silumisel liiga õhukeseks jääma, võib talitada ka järgnevalt. Seesmine kaar lõigatakse välja ja hööveldatakse kaarhöövliga tasaseks. Hööveldatud kaare järgi märgitakse rööbitsaga lauale väline kaar ja alles siis saetakse puu laua küljest lahti.

Riidepuu võib valmistada ka sobivalt kõverast puuoksast.

Jalarest. Jalaresti valmistamine võimaldab saagimise ja hööveldamise harjutamist. Resti võib teha kuuse- või männipuidust. Pealislattideks hööveldatakse 7 ruudukujulise läbilõikega latti, mille pikkus on 600 mm ja läbimõõt 23 mm. Aluspuudeks hööveldatakse kaks lauda mõõtmetega 320 × 5 × 23 mm. Aluspuud pannakse koos pingipulkade vahele. Külgedele märgitakse nurgikuga pealislattide asemeid tähistavad jooned: lattide vaheks 10 mm ja lati diagonaaliks ligikaudu 33 mm. Seega jääks kahe naaberlati ülemiste servade vahele 43 mm. Edasi märgitakse kummagi alus-

puu ühele küljele tiidusnurgiku abil sisselõikeid tähistavad täisnurgad, jälgides, et nende tipud oleksid sirgjoonel. Aluspuud asetatakse uuest koos pingipulkade vahele, tähistatud küljed väljapoole, ja saetakse neisse raamsaega täpselt mööda jooni lattide sälgud.

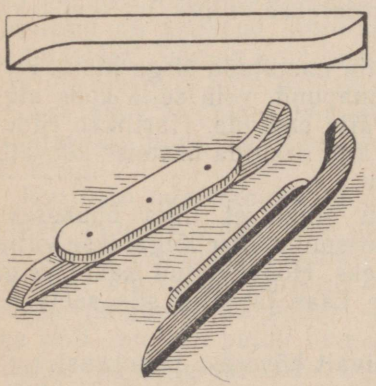
Hööveldatud puude otsi saab siluda järgnevalt. Puud asetatakse tihedalt pakis üksteise kõrvale surupaku vahele ja hööveldatakse paki ots tasaseks nagu laual. Kui surupakk puid hästi kokku ei suru, võib kasutada surukruvi abi. Sellist otste silumisviisi saab kasutada ka teiste tööde juures.



Joon. 102. Jalarest.

Pealislatid naelutatakse aluspuude külge 50 mm pikkuste naeltega. Naeltel tuleb pead enne lapikuks lüüa. Naelad lüüakse torniga paari mm võrra puitu, nii et lapikuks löödud naelapea jääks piki latti. Samal põhjusel lüüakse naelad harilikult lattidesse mitte harjalt, vaid küljelt. Jalarest immutatakse värnitsaga.

Lumeuisud. Uisud tehakse tihedast männi- või kasepuidust. Nende suurus valitakse vastavalt õpilase jala suurusele. Nagu jooniselt näha, koosneb uisk jalasest ja pealislauast. Jalaste jaoks hööveldatakse umbes 400 mm pikkune, 90 mm laiune ja 18 mm paksune laud. Sellele joonistatakse jalased ja saetakse siis välja. Jalased silutakse viiliga ja höövliga. Pealislauad tehakse 10 mm paksused ja antakse neile joonisel 103 näidatud kuju. Jalastesse lõigatakse sae ja peitli abil 15 mm laiused ja 10 mm sügavused augud rihmade jaoks. Siis kinnitatakse pealislauad jalaste külge kolme 25 mm pikkuse jämeda kruviga.

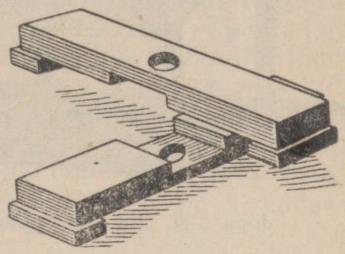


Joon. 103. Lumeuisud.

Nii valminud uisud immutatakse värnitsaga. Raudplekist lõigatakse kaks sobivat vitsa, mis kinnitatakse uiskudele alla kolme väiksema kruviga. Kruviaugud lüüakse ette torniga. Jalase-aluse kruvi pea jaoks tuleb kas kärnimist või süvispuuri kasutades plekile süvend teha, et kruvi pea ei takistaks uisu libisemist. Valmis uiske saab hästi kasutada kinnitallatud lumel.

Nääripuu jalg. Nääripuu jala juures on uudiseks kahe ühepoolse ristseotise valmistamine, millega ühendatakse jalapooled ristiks.

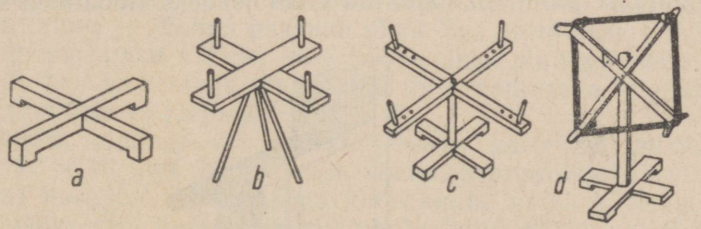
Jala võib valmistada männi-, lepa- või kasepuidust. Kui soovitakse jalga hiljem kaunistada põletuskirjadega, siis on soovitatav kasutada lepa- või kasepuitu, milledel ei ole kõvu aastaringide vahesid. Keskmise suurusega jala jaoks hööveldatakse 600 mm pikkune, 60 mm laiune ja 23 mm paksune laud, mis lõigatakse keskelt pikuti pooleks. Siis märgitakse, pooli risti teineteise keskkohale asetades, ühe puu laius teisele ühendushamba sisselõike tähistamiseks. Ühendushammaste otsmised sisselõiked tehakse raamsaega, nii et märkimisjoon jääb terveks. Puit raiutakse peitliga hammastest välja. Kui ühendus on liiga tihe, võib kummalgi puul kõrvalt höövliga paar laastu ära lükata. Kohale, kuhu haamriga lüüakse, asetatakse mingi puitklots, et lauapinda mitte rikkuda. Soovi korral ühendatakse ristseotis veel naelte ja liimiga.



Joon. 104. Nääripuu jalg.

Sageli lüüakse naeltega kuuse jala otste alla väikesed klotsid, et jalg oleks nägusam ja püsiks paremini põrandal. Need ulatuvad otste alt (vahel ka kõrvalt) umbes 5 mm võrra välja. Klotsideks hööveldatakse sobiv lauake ja lõigatakse see siis neljaks. Kuuse jaoks määratud auk puuritakse sobiva tsenterpuuriga.

Ristikujuliselt ühendatavatest töödest nimetame veel lillepotialust, ekrit, jalaga kerilauda, lõngaristi jm.



Joon. 105. Esemeid ristseotisega.

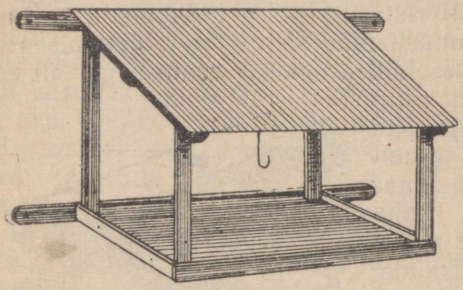
a — lillepotialus; *b* — ekker; *c* — kerilauad; *d* — lõngarist (haspel).

Lindude toidulaud. Akna külge kinnitatav lindude toidulaud tehakse männipuidust. Põhilauaks hööveldatakse 250 mm pikkune, 150 mm laiune ja 10 mm paksune laud. Äärteks, postideks ja kinnituslattideks sobivad hästi liistud, mille laius on 20 mm ja paksus umbes 8 mm. Sellist liistu kulub ligikaudu 3,5 meetrit. Katuseks võib olla 320 mm pikkune ja 250 mm laiune plekk, kuid selle võib valmistada ka kahest männilauast, mille pikkus on 320 mm ja mõlema laius kokku 220 mm.

Toidulaua nurkadesse tehakse 20 mm pikkused ja 8 mm laiused sisselõiked püstiste postide jaoks. Naelutamine toimub peenikeste

ümmarguste naeltega (läbiulatunud otsad lüüakse puule kõveraks). Naelutamise järjekord võib olla järgnev:

1) nelja püstposti naelutamine,
2) toidulauda äärestava nelja liistu naelutamine,
3) katusealuse nelja liistu ja liistu, millel ripub traatkonks, kohalenaelutamine,
4) katuse pealenaelutamine.



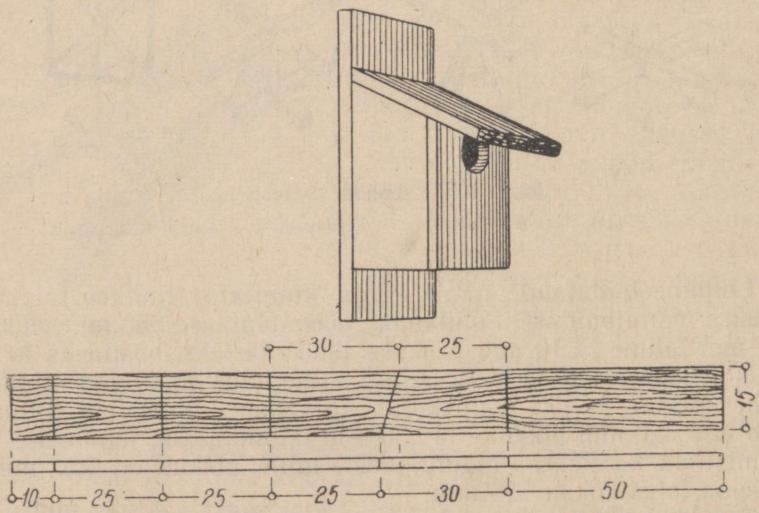
Joon. 106. Lindude toidulaud.

Naelutamise juures on oluline, et kandvad nurgad ühendataks kahe naelaga, siis ei ole liistudel pöörlemis- ega nihkumisvõimalust. Valmis töö peitsitakse ja immutatakse värnitsaga.

Toidulaud kinnitatakse kinnitamislattide otsi pidi aknaraami külge naelte või kruvikestega. Lattide otstesse võib selleks enne vastavad augud puurida. Konksu otsa riputatakse pekk, muu toit asetatakse lauale, ning külalised võivad tulla.

Kuldnoka pesakast. Kuldnoka pesakast on lihtne naeltega kokkulöödud kast. Uudne on siin puitmaterjali omapärane tükeldamine.

Kuldnoka pesakasti jaoks hööveldatakse 1650 mm pikkune, 150 mm laiune ja umbes 20 mm paksune männilaud ühelt poolt. See lõigatakse joon. 107 näidatud viisil osadeks (mõõtmed sealsa-



Joon. 107. Kuldnoka pesakast.

mas). Üks lõikejooni aga läbib laua kaldu, seepärast tuleb silmas pidada ka laua külgvaadet. Viltuse serva lõikamiseks võib kasutada vastavat šablooni. Saetud servade silumiseks höövliga pannakse ühesuguse kallakuga lauaotsad koos höövelpingi vahele, sest nii toimub silumine paremini ja kiiremini.

Kuna 1650 mm pikkuse laua hööveldamine on lastele raske, võib pesakasti materjali hööveldada 2 või ka 3 tükina.

Kast naelutatakse kokku umbes 60 mm pikkuste naeltega nii, et hööveldatud pooled jääksid väljapoole. Esmalt naelutatakse kallakute otstega külgosad põhja külge, proovides enne, et põhja laius koos külgosade paksusega ei ületaks eesseina ja tagaseina laiust. Siis puuritakse eesseina 50 mm tsenterpuuriga lennuauk, mille servad ümardatakse pisut viiliga, proovitakse eesseina pikkuse parajust ja naelutatakse see kohale. Edasi naelutatakse külge tagasein ja kõige viimasena katus. Valmis töö immutatakse värnitsaga.

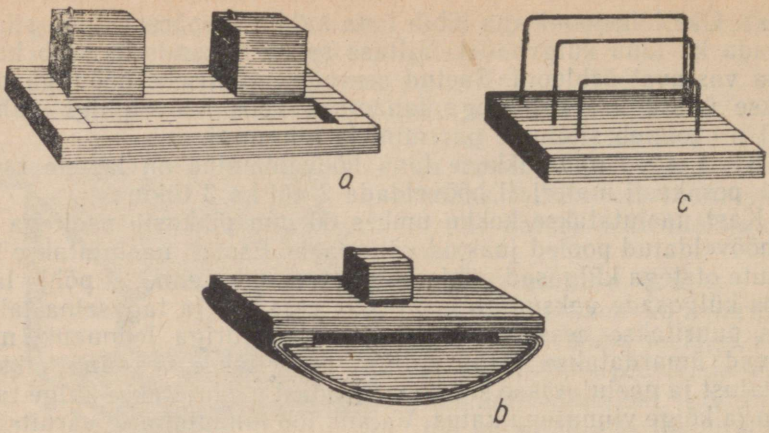
Kuldnoka pesakaste tehakse mitmesuguseid, kuid kirjeldatud kast on kõige lihtsam teha ja ühtlasi otstarbekohane. Kast lüüakse puu külge tagaseinapidi ülalt ja alt, nii ei kaldu see kunagi ümber. Pulka lennuaugu juurde ei panda, sest sinna võib istuda hakk, kuldnokk aga lendab ka otse lennuauku. Lennuauk on ülal, pika etteulatuva räästa all, mis tõkestab kassi ja varese juurdepääsu poegadele.

Kirjapress. Kirjapress koosneb kaarjast aluspakust, kattelauast ja nupust. Neid kõiki hoiab koos kruvi. Selle eseme valmistamine, eriti kaarja aluspaku ja kruviühenduse tegemine, annab õpilastele mitmekülgseid kogemusi.

Aluspaku jaoks hööveldatakse lepahalust 140 mm pikkune, 65 mm laiune ja 35 mm paksune klots. See asetatakse serviti höövelpingi surupaku vahele, külg höövelpingi pinnaga tasa. Nõnda on talle hea joonestada umbes 100 mm raadiusega kaared, mille järgi saetakse välja pressi põhi.

Samast puidust või kasest tehakse kattelaud mõõtmetega 150 × 70 × 10 mm. Nupu jaoks võetakse pruunikat värvi (sobib lepaga) kasepuit, sest kruviga kinnitamine vajab kõvemat puitu. Nupp võiks olla kuubi- või risttahuka-kujuline, alumised nurgad pisut ümardatud. Nupu mõõtmeiks sobib 30 mm. Praktiline on hööveldada pikem kepike mitme nupu jaoks ja siis see vastavateks osadeks lõigata. Nupu külgpinnad silutakse viiliga. Kruvi jaoks puuritakse nupusse risti puitu auk, kuna pikuti puitu ei ole kruviaugu seintel küllalt vastupidavust.

Ühendavaks kruviks sobib umbes 50 mm pikkune jämedam lameda peaga puidukruvi, mille jaoks puuritakse aluspaku põhjasse (umbes 20 mm sügavusele) kruvi pea jämedune auk. Selle augu põhjast puuritakse edasi läbi paku ja kattelaua puuriga, mis on kruvi sileda osa jämedune. Kruvi torgatakse läbi paku alt üles ja pea lüüakse selleks määratud augu põhja naelaga kinni. Kinnilöömiseks valitakse kruvi pealõhesse mahtuv raudnael. See lüüakse viltu kruvipea sälgu ühe otsa juures augu seina, lõigatakse siis



Joon. 108. Kirjutuslauatarbed.
a — tindipotialus; *b* — kirjapress; *c* — kirjade alus.

naelal peapoolne osa ära, koputatakse torni abil sügavamale puidusse ja painutatakse nael kruvilõhesse külili. Seejuures peab naela vaba ots tungima augu vastasküljel puitu. Seega on kruvi pöörlemisvõimalus kõrvaldatud. Kruvi pea kaetakse punniga, mille ots silutakse aluspaku kaarja põhja järgi tasaseks. Võiks kasutada ka laperguseks viilitud peaga kruvi, mis lüüakse piki puitu sisse.

Nupusse puuritakse nii jäme auk, et nuppu saaks kruvile tihedalt otsa keerata.

Tindipotialus. Lihtsa tindipotialuse valmistamise juures tutvub õpilane mitmesuguste peitlite käsitsemisega.

Tindipotialuse jaoks hööveldatakse 250 mm pikkune, 150 mm laiune ja 22—30 mm paksune lepalaud (või kaselaud). Laua pealmiseks küljeks valitakse puu südamepoolne külg, sest siis jääb laua võimalikul kumerdumisel nõgus külg laua poole ja tindipoti alus püsib paremini paigal. Pealmisele pinnale märgitakse tindipoti, kirjahoidja ja sulepea õnaruse asukohad. Tindipott peab asetsema parema käe pool.

Tindipotiks sobib mõni harilik nägusama välimusega väike tindipott. Täpselt selle järgi raiutakse peitliga lauasse umbes 10 mm sügavune ase, võttes arvesse ka tindipoti väikesed nurgaümarused (kui need on olemas). Sobiva höövliga on õnaruse tegemine sulepea jaoks hõlpus, selle võib aga teha ka kumera peitliga. Et renni servad saaksid sirged, võib peitliga lõikamisel laua peale surukruvidega kinnitada suundjoonlaua. Kirjahoidja painutatakse 3 mm jämedusest messingtraadist, mis puhastatakse smirgelriidega ja kaetakse piirituslakiga. Augud traatide jaoks puuritakse 3-mm puuriga. Traate võib aukudesse kinnitada käesurvega. Liiga avara augu korral kasutatakse kiiluna puulaastu. Võib ka traadid

esialgu paari cm võrra lauast läbi tõugata, siis nende otsad alasil pisut lapikuiks lüüa ja siis alt üles tugevasti aukudusse tagasi lüüa.

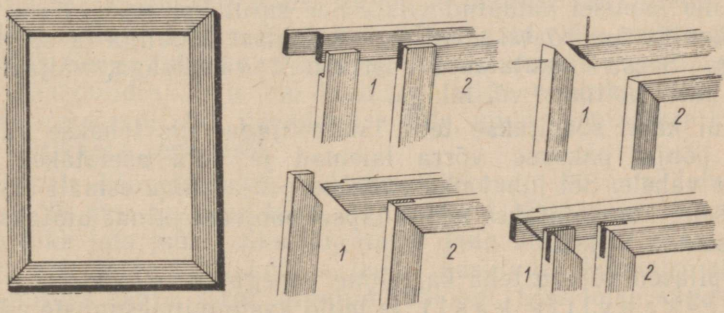
Tindipotialuse peitsimine ja polituuriga katmine toimub enne kirjahoidja kinnitamist.

On olemas ka puitklotsi asetatavaid ja kaanega kaetavaid tindipotte. Klots kinnitatakse siis lauale alt üles suunatud kruvide abil. Kaane võib klotsi külge kinnitada kruviga, siis on see kõrvale pööratav. Aga võib ka teha hingedega kinnitatud ülestõstetava kaane. Sellise tindipoti valmistamine on klotside tõttu raskem, aga arenenud õpilastele siiski jõukohane.

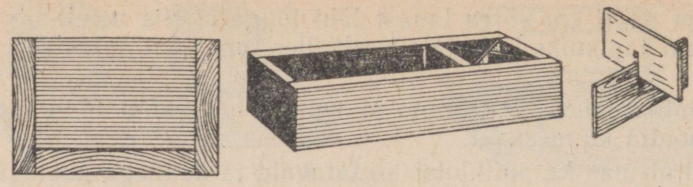
Pildiraam. Pildiraami tehes õpib õpilane valtshöövlit, tiidusnurgikut, saagimisrenni tarvitama ja liiste raamiks ühendama.

Postkaardisuuruse raami jaoks hööveldatakse lepapuidust liist, mille pikkus on 600 mm, laius 10 mm ja paksus 8 mm. Liistu ühele kandile tõmmatakse rööbitsaga jooned umbes 5 mm laiuse ja sügavuse valtsi tähistamiseks. Valts hööveldatakse valtshöövliga või selle puudumisel soonehöövliga, millesse on asetatud laiem tera. Kui ei ole kumbagi erihöövlit, võib valtsi teha peitliga, lõigates enne noa ja raudjoonlaua abil ette sirged jooned mööda nimetatud rööbitsajooni. Valmis liist lõigatakse raami jaoks sobivaiks tükkideks.

Pildiraami nurkade ühendamisviise on mitmesuguseid. Mõningaid õpilastele sobivaid nurkseotisi kujutab joonis 109. Ühendamiseks vajalikud lõiked tehakse peenehambalise saega saagimisrennis. Kui ühendus on ainult liimitav, pigistatakse raam surukruvide vahele ning asetatakse kuivama. Pärast kuivamist võib raami esi- ning tagakülje ja servad tasaseks hööveldada. Ka naeltega ühendamisel pannakse nurkadele enne liimi vahele. Raami tagaseljaks lõigatakse raamist paar millimeetrit lühem ja kitsam papitükk. Sellele liimitakse külge papptugi raami laual asetamiseks. Tagasein koos toega naelutatakse ülemisest äärest raami külge. Kui pilt on papi lahtise allserva vahelt raami pandud, kinnitatakse ka see serv rõhknaeltega raami külge.



Joon. 109. Pildiraam ja mitmesugused nurkseotised.



Joon. 110. Tööriistade kast.

Kui õpilased tahavad valmistada suuremaid raame seinale riputamiseks, võib soovitada eriti joonisel viimasena kujutatud nurga ühendamisviisi, mis on nägus ja tugev. Sellise raami ülesriputamiseks lüüakse raamiliistu sisse traataas.

Tööriistade kast. Igas kodus on vaja vasarat, tange, viili, kruvikeerajat, naelu ja kruvisid. Nende hoidmiseks sobib vastav kast. Selle valmistamisel õpitakse selgeks lihtsa kasti tegemine.

Kasti jaoks hööveldatakse lehtpuidust laud, mille pikkus on 1060 mm, laius 70 mm ja paksus 12 mm, või ka üks 700 mm ja teine 360 mm pikkune laud. Kasti küljed lõigatakse 350 mm pikkused, peale selle on vaja kolm 120 mm pikkust lauajätku kasti otsteks ja vaheseinaks. Need kolm asetatakse koos ühe pakina surupaku vahele ja hööveldatakse otsad ühtlaselt ning täisnurkselt tasaseks. Samuti silutakse koos ka mõlema külglaua otsad. Laua osad valitakse igasuguse kasti tegemiseks nii, et neil kastina kuivades ääred ei tõmbuks lahti. Seega peavad kasti laudadel olema südamepooled väljapoole.

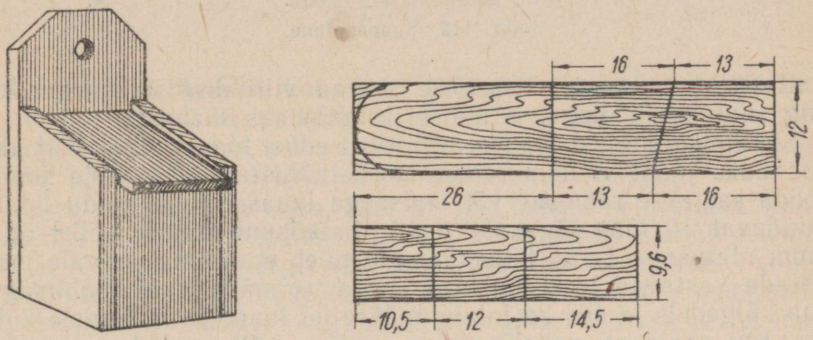
Kast naelutatakse kokku umbes 35 mm pikkuste naeltega. Laua lõhenemise vältimiseks on soovitatav naeltele augud ette puurida naelast pisut peenema puuriga. Vaheseinaga eraldatud väiksem osa võiks olla ruudukujuline. Kastile naelutatakse alla vineerist põhi. Põhja servad hööveldatakse kasti järgi siledaks. Kasti väiksem osa jagatakse vineerist vaheseintega neljaks (mitmesuguste naelte ja kruvide jaoks. Selleks lõigatakse kaks ruudu diagonaali pikkust ja 60 mm laiust vineeritükki. Neile mõlemaile lõigatakse keskele kuni poolde laiusesse ulatuvad sisselõiked ja ühendatakse nad siis joonisel näidatud viisil. See surutakse kasti. Kasti teravad kandid ümardatakse väljastpoolt pisut höövliga ja seestpoolt viiliga. Seest immutatakse kast ainult värnitsaga, väljast võib seda katta polituuri või lakiga.

Kui kasti soovitakse teha laudpõhjaga, siis tehakse külgseinad põhja paksuse võrra laiemad ja põhi asetatakse külgseinte vahele. Sel juhul naelutatakse põhja külge esmalt otsad ja vahesein, kontrollitakse nende täpset sobivust ja naelutatakse siis külgseinad kohale.

Õpilased võivad teha ka mitme vahega n a e l a k a s t i, n u g a d e - k a h v l i t e k a s t i ja muid kaste mitmesuguste esemete paigutamiseks.

Soolavakk. Soolavaka tegemine tuletab meelde kuldnoka pesakasti tegemist, on aga väiksem, puhtam ning täpsem töö.

Soolavakk peab olema nii suur, et temasse vabalt mahub rusikas käsi. Soolavakk tehakse lehtpuidust. Selleks hööveldatakse kaks 12 mm paksust lauda: üks 550 × 120 mm ja teine 370 × × 96 mm. Laiemast lauast lõigatakse tagatükk ja küljeosad (vt. joon. 111), kitsamast lauast kaas, esitükk ja põhi.



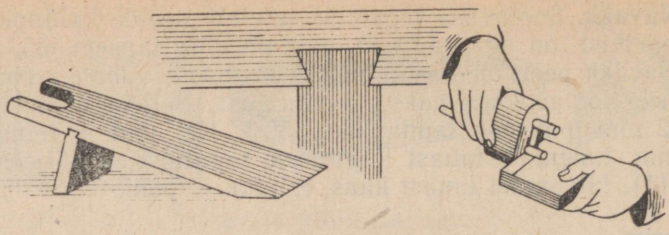
Joon. 111. Soolavakk.

Tagumise osa ülemine ots kujundatakse soovi järgi nurgeliseks või kaarjaks. Küljed asetatakse servade silumiseks koos höövelpingi vahele. Siis naelutatakse soolavakk kokku: 1) esitükk põhja külge, 2) külgtükid ja 3) tagatükk.

Viimasena kinnitatakse paigale kaas. Selle külgedelt lükatakse vaba liikumise võimaldamiseks ära mõni laast ja tagaserv hööveldatakse ümaraks. Siis määratakse kohad kaane kinnitusnaeltele. See koht võib olla umbes 12 mm küljeosa tagaservast ja 15 mm ülaservast. Sinna puuritakse läbi laua mõlemale poole auk kinnitusnaelale. Kui naelad on aukudesse torgatud, asetatakse kaas kohale, surutakse see naela teravikkude vahele ja leitakse proovimise teel kaanele sobiv asend. Kui see on leitud, puuritakse märgitud kohta kaane servadesse augud ja lüüakse kaas külge.

Saapasulane. Linnas kantakse säärsaapaid vähe, maal aga õige rohkesti. Seega tuleks saapasulase valmistamine kõne alla peamiselt maakoolides. Selle töö juures õpitakse puuosade uus, kahepoolse uurdetapi abil ühendamise võte, mida kasutatakse ka näiteks pütikaane tegemisel.

Esmalt hööveldatakse 500 mm pikkune, 120 mm laiune ja umbes 23 mm paksune laud, mille otsast lõigatakse 10 cm pikkune tükk jala jaoks. Siis lõigatakse laua ühte otsa kitsalehelise saega sisselõige saapakontsa jaoks, kasutades kontuuri ettejoonistamiseks saapa järgi lõigatud šablooni. Sisselõike sügavuseks võiks olla umbes 90 mm, laiuseks aga eestpoolt 80 mm ja tagant-

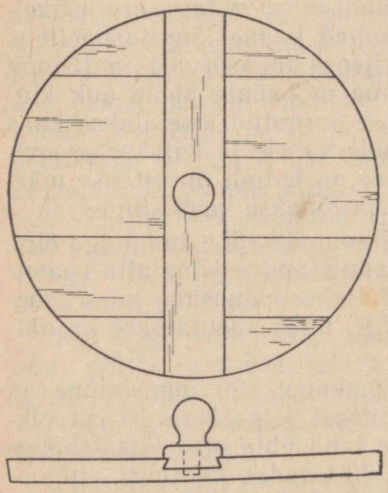


Joon. 112. Saapasulane.

poolt 60 mm ümber. Sisselõike servad viilitakse ümmarguseks ning silutakse hoolega, et nad ei kriimustaks saabast.

Sisselõike põhjast paar sentimeetrit edasi tõmmatakse risti üle laua kaks joont 17 mm laiuse uurde tähistamiseks. Neid jooni mööda saetakse raamsae või tapisaega lauasse kaks kaldu laiali suunduvat 10 mm sügavust joont. Laialisuundumine võiks olla 2 mm ulatusega, mille tähistamiseks tuleb enne laua servale joonestada vastavad jooned. Uurde sügavus märgitakse rööbitsaga laua külgedele ja siis ka jalaks määratud lauaotsa mõlemale küljele. Kui saejoonte-vaheline puu peitliga välja raiuda, on uure valmis.

Edasi hööveldatakse laua sisselõikepoolne ots nägususe mõttes sümmeetriliselt paari cm võrra kitsamaks. Vastavalt sellele hööveldatakse kitsamaks ka jalg. Siis saetakse mööda rööbitsajooni jala külgedesse 3 mm sügavused sooned ja kõrvaldatakse peitliga puit soonte põhjast laua kantideni. Pärast proovimist kaetakse tapp liimiga ja lüüakse kohale. Tapi vahelt väljatulev liim pühitakse ära sooja vette kastetud pehme lapi või laastudega.



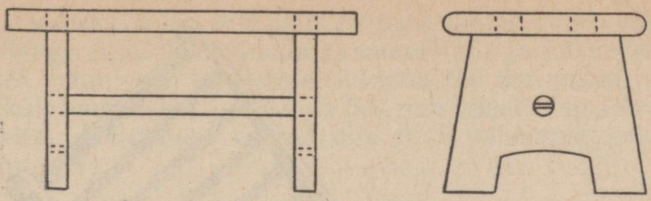
Joon. 113. Pajakaas.

Saapasulase püsimiseks põrandal saetakse tal jala alumine ots kaldu, samuti hööveldatakse kaldu ka laua tagumine serv. Jala küljed hööveldatakse tasaseks laua külgedega. Saapasulane tuleb peitsida tumedaks ja immutada värnitsaga.

Ka pütikaane ja jalapingi valmistamisel kasutatakse ülalkirjeldatud töövõtteid.

Kokkupandav iste. Uue töövõttena õpitakse osade puuritappidega ühendamist.

Iste tehakse kasepuidust. Selleks hööveldatakse kõigepealt 4 liistu, mille pikkus on 600 mm, laius 40 mm ja paksus 18 mm, neist saadakse jalad.

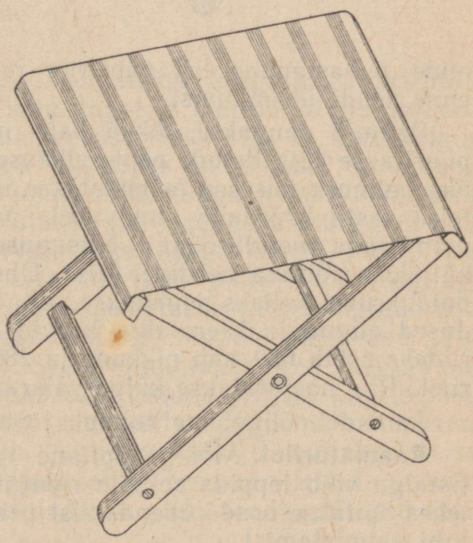


Joon. 114. Jalapink.

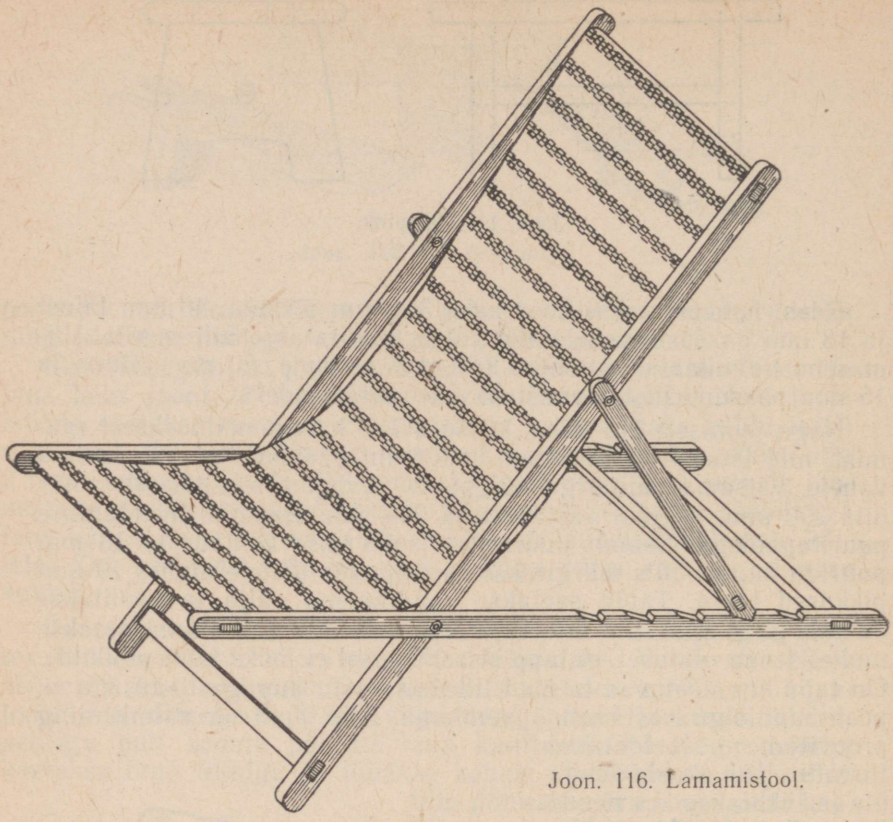
Edasi hööveldatakse koos kaks 360 mm pikkust, 40 mm laiust ja 18 mm paksust liistu, mille külge kinnitatakse hiljem riie. Viimasena valmistatakse umbes 650 mm pikkune, 20 mm laiune ja 15 mm paksune liist alumisteks ühendusliistudeks.

Nagu jooniselt 115 näha, koosneb iste kahest nelinurksest raamist, mis laiuselt on sellised, et kitsam parajasti mahub laiema vahele. Kitsama nelinurga külgpuude kaugus teineteisest võiks olla 250 mm, laiemal vastavalt ca 285 mm. Raamid ühendatakse puuritappidega. Esmalt puuritakse sobivaisse kohtadesse 13 mm puuriga augud. Siis märgitakse raamipuude otstele umbes 19 mm pikkused tapid. Tapid saetakse kandilistena välja ja voolitakse aukude järgi silindriliseks. Tapi otsa teravad kandid ümardatakse umbes 1 mm ulatusel, et tapp sisselöömisel ei lööks lahti puukilde. On tapp hea, toetuvad ta õlad tihedalt vastu auguga liistu, kui ei, peab tapi õlgu vastavalt õgvendama. Kui tapid on valmis ning proovitud, hööveldatakse liistud puhastushöövliga üle ja lükatakse ära nende teravad kandid. Ainult ülemiste liistude alumised kandid jäävad teravaiks.

Tapid kaetakse liimiga ja raamid pannakse kokku, hoolitsedes, et need oleksid täisnurksed ega oleks kaardu. Iga tapi otsa tehakse peitliga lõhe ja lüüakse sellesse liimi kastetud kiil. Lõhe peab olema suunatud risti liistuga, et kiilu jõud oleks suunatud piki puud ega lõhestaks liistu. Kui liim on kuivanud, silutakse tappide otsad ja pealmiste liistude teravad kandid, ümardatakse saega ja viiliga ka külgliistude alumised otsad. Raa-



Joon. 115. Kokkupandav iste.



Joon. 116. Lamamistool.

mide puhastamine liivapaberiga ja katmine polituuriga toimub enne nende ühendamist.

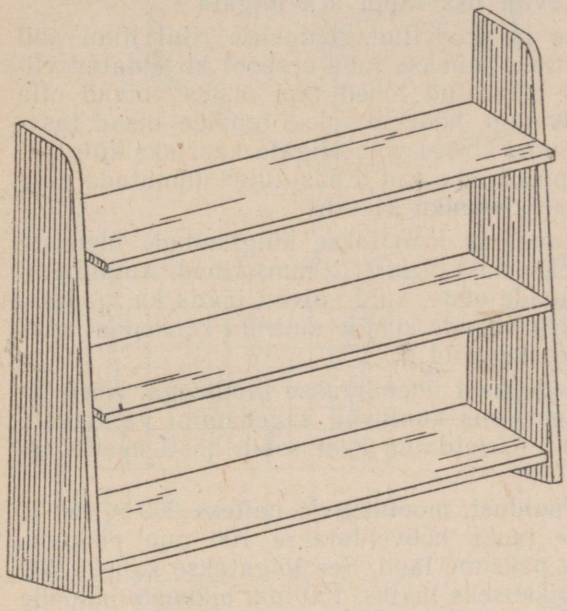
Raamid pannakse kokku kahe nn. rattapöia-neediga. Selleks puuritakse külgliistude poole pikkuse kohta augud. Siis asetatakse üks nelinurk teisesse ja pistetakse needid aukudesse. Kahe teineteise vastu hõõrduva puu vahele pannakse raudseib (need võib valmistada metallitööna). Niisugused seibid asetatakse ka siseküljele needitava needipea alla. Ühendamiseks võib kasutada ka puidukruve. Selleks puuritakse välimistesse jalgadesse kruvi jämedused augud ja keeratakse kruvid sisemise raami külge. Katteriideks sobib 650 mm pikkune ja 280 mm laiune tükk kõva linast riiet. Riie naelutatakse külge väikeste laiapealiste naeltega.

Samadel põhimõtetel toimub l a m a m i s t o o l i valmistamine.

Raamaturiiul. Mõnigi õpilane igatseb endale raamaturiiulit. Esialgu võib leppida seinale riputatava väikese riiuliga. Riiulit tehes õpitakse osade ühendamist peitlitapiga ja korratakse uurdetapi valmistamist.

Riiuli laiuseks võiks olla 500 mm ja sügavuseks 150 mm. Riiuli-

laudade vaheks sobib 300 mm ja neid laudu võiks olla näiteks kolm. Seega tuleb hööveldada raamaturiiuli jaoks umbes 20 mm paksused männi- või lepalauad: 2 lauda 750 mm pikad ja 150 mm laiad (külglaudadeks) ja 3 lauda 504 mm pikad ning 150 mm laiad (riiuliteks). Külglauad võivad olla ülalt kitsamad kui 150 mm (vt. joon. 117).



Joon. 117. Raamaturiiul.

Ülemine ja alumine riiul ühendatakse külglauaga peitlitappide abil. Igas lauaotsas on kolm tappi ja nad on 20 mm laiused. Äärmiste tappide kaugus laua servast võiks olla 20 mm, kolmas asugu laua keskkohas. Tappide pikkuseks on 22 mm. Nende moodustamiseks tõmmatakse lauaotsale rööbitsaga jooned, lõigatakse laua otsa saega lõiked ja raiutakse siis tappidevaheline puu peitliga välja, äärmised osad kõrvaldatakse saega. Ülemise riiuli kaugus külglaua otsast võiks olla 100 mm ümber, alumisel aga 50 mm. Vastavalt märgitud kohale asetatakse valmislõigatud riiulilaudade tappide otsad ja joonestatakse tappide piirjooned külglaudadele (märkimisora abil). Seejärel kantakse need nurgiku abil ka laua teisele küljele, sest auku tuleb raiuda peitliga kahelt poolt. Joonte ülekandmine nõuab täpsust, sest märgitud kohad peavad olema täpselt kohakuti. On augud valmis, proovitakse neisse tappe, lõigates enne ära tappide otste teravad kandid. Soovitatav on laudade otsad nummerdada, et oleks teada, millised tapid kuhugi sobivad.

Keskmine riiul kinnitatakse külglaudade vahele ühepoolse uur-

detapiga. Tapi kallak külg kuulub riiuli alumisele küljele. Tapi pikkuseks võiks olla umbes 8 mm ja selle kallaku ulatuseks 3 mm. Uure lõigatakse uurdesaega ja lõigatakse välja peitliga. Uure ei ulatu külglaua eesservani, vaid lõpeb sellest 10 mm kaugusel. Peale selle on soovitatav teha uure eest paar millimeetrit kitsam, samuti ka tapp, et riiul tihedamalt paigale kinnitada. Riiulil tuleb eesservast uurdele vastavalt osa tappi ära lõigata.

Kui tapid on valmis ja proovitud, pannakse riiul liimi abil kokku. Peitlitappide otstesse lüüakse juba eespool kirjeldatud viisil kiilud. Nende jaoks määratud lõhed tapi otstes võivad olla saetud. Kui liim on kuivanud, hööveldatakse tappide otsad tasaseks ja silutakse riiul. Soovi korral võib lõigata kaarjaks külglaudade ülemised, 100 mm pikkused otsad. Edasi tuleb immutada ning katta riiuli pind vastavalt omaniku soovile.

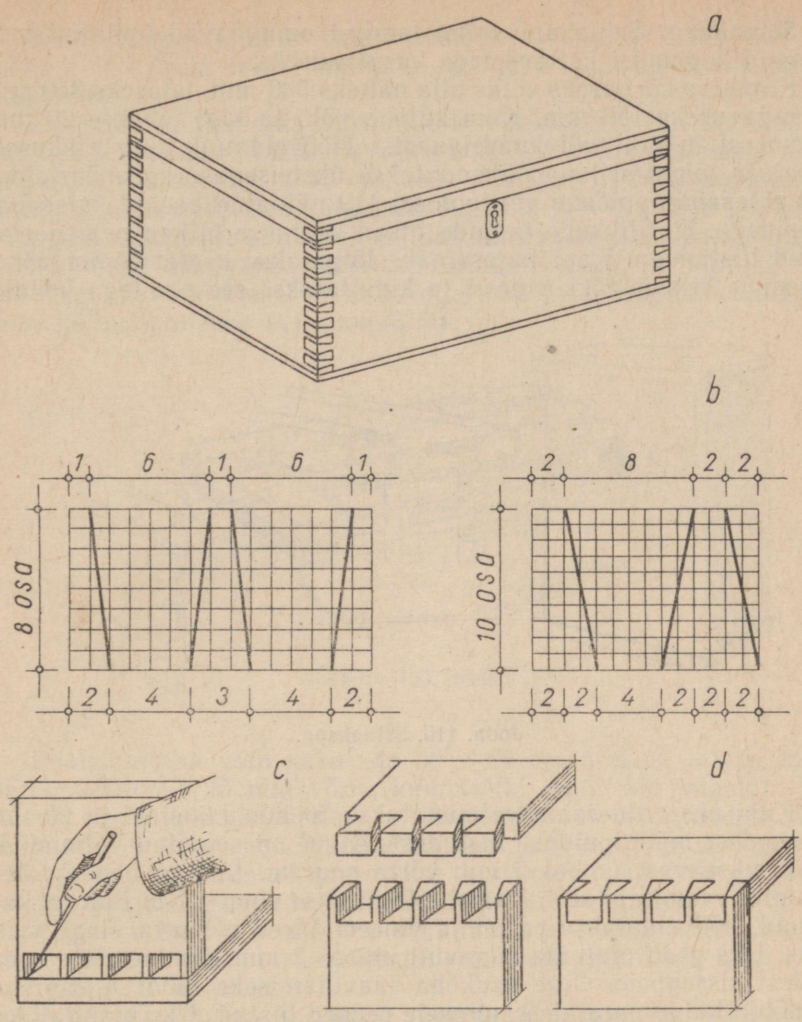
Riiuli seinale kinnitamiseks kruvitakse külglaudade ülemiste otste külge aukudega paksemast plekist (2 mm) ribad. Augud võivad ulatuda üle külglaudade otste, kuid võivad jääda ka madalamale. Viimasel juhul tuleb aukude kohale puurida konksude jaoks külglaudadesse vastavad süvendid.

Kaanega kast. Kaanega kast ühendatakse tappidega. Need on nn. kalasaba-hammastapid, mis kuuluvad sagedamini vajatavate ühenduste hulka puutöös. Kirjeldatud kast sobib hästi käsitööasjakeste hoiuks.

Kasti võib teha kasepuidust, mõõtmetega näiteks 200 × 150 × × 80 mm. Külgpindade jaoks hööveldatakse 700 mm pikkune, 80 mm laiune ja 10 mm paksune laud. See lõigatakse kaheks 200 mm ja kaheks 150 mm pikkuseks tükiks. 150 mm pikkuste laudade otstele kantakse 20 mm pikkusi kalasaba-kujulisi tappe tähistavad jooned. Üks tapp tuleb teha paksem, pisut reeglipäratu asendiga, sest selle tapi kohalt saetakse hiljem kaas lahti. Edasi saetakse laua otsa lõhed, lõigatakse saega ära äärmised tapivahed, raiutakse peitliga välja tappide vahel olevad lauaosad, ja otsmised lauad on tappimiseks valmis.

Edasi asetatakse otsmise laua tapid otstega külgmisele lauale ja kantakse sinna märkimisoraga tappide piirjooned. Ühtlasi nummerdatakse laudade otsad, et hiljem oleks hea leida sobivad ühendused. Edasi lõigatakse saega külglaudadesse lõiked, nii et peen märkimisjoon tapile terveks jääks. Kui tapivahedest on sae ja peitli abil puu kõrvaldatud, on ka külgmised lauad tappimiseks valmis. Liimiga ühendatud kasti võib külgseinte poolt ettevaatlikult höövelpingi külgkruvi vahele pigistada, asetades enne mõlemale küljele kuni tappideni ulatuvad lauatükid. Loomulikult kontrollitakse ka seinte omavahelist ristseisu.

Kui tapid on kuivanud, hööveldatakse kasti pealmine ja alumine servade nelinurk täiesti tasaseks. Siis liimitakse mõlemale poole vineerist või umbes 8 mm paksusest lauast kaas ja põhi. Nende ääred ulatuvad kasti äärtest pisut üle. Kuivama asetatakse



Joon. 118. Kaanega kastike.

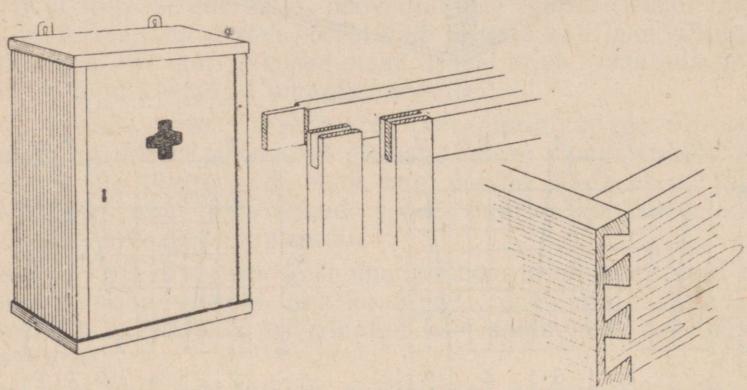
a — valmis kastike; *b* — tappide väljajoonistamine ruudustikul; *c* — tappide märkimine; *d* — tappide kokkupanek.

kast (jälle kahe laua vahel) höövelpingi külgmise surupaku vahele, või pigistatakse kaas ja põhi ligi surukruvidega.

Kui vineer on külge kuivanud, tuleb tasaseks hööveldada ja siluda kõik kasti välised konarused. Seejärel saetakse kaas rööbitsaga tõmmatud joont mööda kasti küljest lahti. Saelõige hööveldatakse tasaseks. Siis ühendatakse kaas ja kast hingedega ning pannakse ette sulgemishaak või lukk. Kast viimistletakse vastavalt soovile.

Seinakapp. Seinakapi valmistamisel omandavad õpilased mõningaid kogemusi kattevärvide kasutamiseks.

Kapikese kõrguseks võiks olla näiteks 500 mm, laiuseks 350 mm ja sügavuseks 150 mm. Kapi küljed, põhi ja lagi tehakse 20 mm paksusest männi- või kuuselauast. Hööveldatud ning pikkuselt parajaks lõigatud lauad ühendatakse üksteisega eespool kirjeldatud kalasabatappidega või joonisel 119 näidatud kaetud kalasabatappidega. Harilikkude tappide otsad kaetakse hiljem pealenaelutatud liistudega. Kapi tagaseinaks lõigatakse kapist 5 mm võrra lühem ja kitsam tükk vineeri ja kinnitatakse see naeltega kohale.



Joon. 119. Seinakapp.

Kapi ukse alusraam valmistatakse 50 mm laiustest ja 20 mm paksustest männipuidust liistudest. Algul on soovitav valmistada raam ukseavast umbes 5 mm võrra suurem. Liistud ühendatakse raamiks raamitapi abil. Raamile liimitakse vineer. Kui liim on kuivanud, hööveldatakse raami ja vineeri ääred ukseava järgi parajaks. Uks peab ulatuma sügavuti umbes 2 mm kapi seinte eesservadest sissepoole. Õige asukoha saavutamiseks lüüakse kapi lae ja põhja külge parajale kaugusele peened liistud. Uks kinnitatakse kapi külge hingedega ja varustatakse soovi korral lukuga. Luku jaoks lõigatakse peitliga pesa. Erilist täpsust nõuab lukuaugu asukoha määramine.

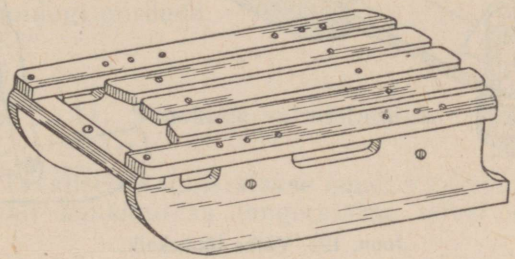
Kappi tehakse kaks vineerist riiulit, mis toetuvad kapi külgseintele löödud liistudele. Liistud tuleb lüüa nii, et uks normaalasendis toetuks vastu neid liiste.

Kapi võib värvida kreemi õli- või emailvärviga. Seinale riputamiseks kinnitatakse kapi külge kaks paksust plekist aasa.

Tahvelukse valmistamisel hööveldatakse soonehöövliga ukse raamiliistudesse sooned, kuhu asetatakse raami kokkupanemisel vineeritahvel. Vineeri puudumisel tehakse uksetahvel, tagasein ja riiulid õhukesest lauast (laudade kokkuliimimine laiadeks pindadeks võtab aga õpilastel palju aega).

Kelk. Kelgu jalaste valmistamiseks võetakse kaks 60 cm pikkust ja 15 cm laiust männilauda, mille üks ots töödeldakse kumeraks.

Jalaste ühendamiseks hööveldatakse paksemast (30 mm) lauast kaks 25 cm pikkust liistu ristlõikega 30 × 80 mm. Jalastele märgitakse kumerast otsast 15 cm, teisest otsast 10 cm kaugusele ja jalase ülaäärest 60 mm kaugusele kaks 25 mm diameetriga auku. Puuritud aukudesse sobitatakse jalaseid ühendavate liistude otsad. Liistu otsad liimitakse, lüüakse tihedalt auku ja kinnitatakse kiiludega. Jalaste ülaserva võib lõigata ka avad kelgust kinnihoidmise hõlbustamiseks (vt. joon. 120).



Joon. 120. Kelk.

Pealiskattena võib kasutada 30 × 60 cm pikkust lauda, mille ääred ulatuvad 25 mm võrra kummaltki poolt üle jalaste. Kui laiema laua kokkuliimimine ja töötlemine teeb õpilastele veel raskusi, võib kelgu pealispinna valmistada viiest 30 × 20 mm ristlõikega liistust. Liistud jaotatakse võrdsetele vahedele ja kinnitatakse jalaste ühendamisliistudele sobivate naeltega.

Kaitseks ilmastiku mõjude eest tuleks kelk immutada värnitsaga. Jalaste vastupidavuse tõstmiseks võib tallad üle lüüa sobivas laiuses vitsrauaga.

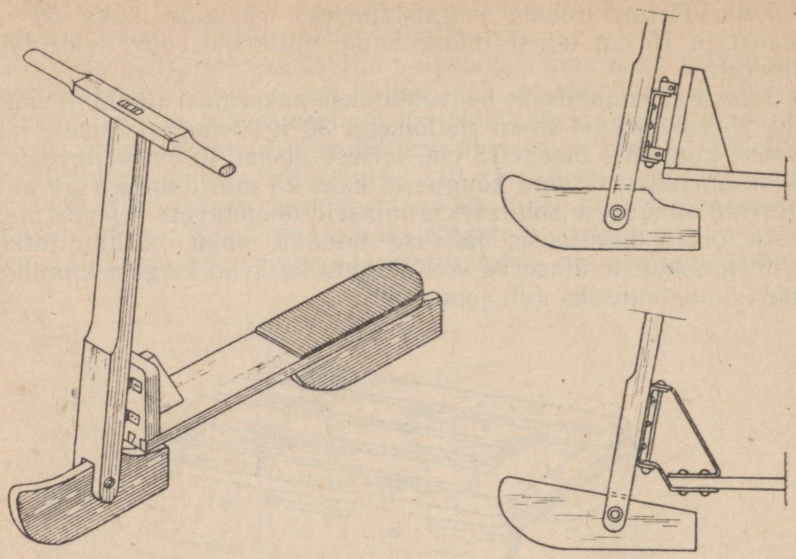
Vanemad õpilased võivad valmistada raudjalastega kelgu. Jalased valmistatakse metallitöö tunnis painutatud nurkrauast.

Väike tõukekelk. Tõukekelgu eesmine osa koosneb juhtpuust, mille ülemine ots on varustatud külgetapitud käepidemega. Alumisse otsa aga kinnitatakse juhtjalas harktapi ja puidukruvide abil. Juhtpuusse juhtjalasest ülalpool lüüakse tugevast traadist (5—6 mm) konksud, otstega ülespoole (talla ühendamiseks).

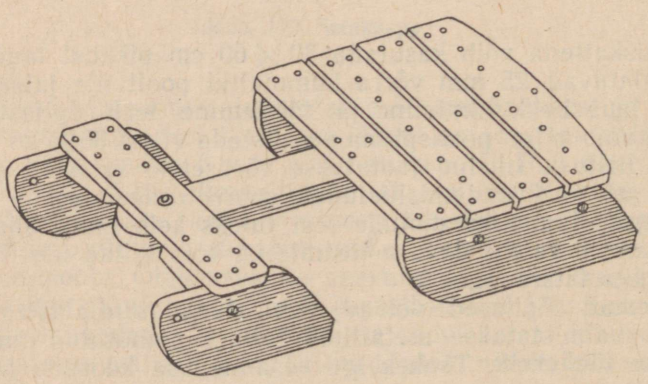
Kelgu tagumine osa koosneb suhteliselt kitsast tallalauast, mille tagumise otsa alla on metallklambrite ja puidukruvide abil kinnitatud teine jalas. Tallalaua eesotsa lõigatud lõhesse liimitakse ja naelutatakse püstlauad rauast hingedega.

Tallalaua ja juhtpuu liikuvat kinnitist võib valmistada mitut moodi, võib kasutada isegi tavalisi aknahingi.

Jalaste valmistamine on analoogiline lumeuiskude valmistami-



Joon. 121. Väike tõukekelk.



Joon. 122. Juhitav kelk.

sega. Jalaste vastupidavuse tõstmiseks tuleks nad rautada vitsplekiga. Kogu kelk immutatakse värnitsa või oksooliga.

Tõukekelgu mõõtmed valitagu vastavalt selle kasutaja kasvule.

Sellist kelku saab edukalt kasutada kõvaks tallatud lumel ja ka jääl.

Juhitav kelk. 2 cm paksusest lauast saetakse välja kaks paari jalaseid mõõtmetega 10 × 20 cm ja 10 × 35 cm. Jalaste ninad lõi-

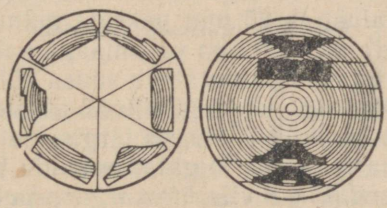
gatakse koos pakis ühtlaselt kumeraks ja rautatakse vitsplekiga. Lühemad jalased kinnitatakse naelte või puidukruvide abil 45 cm pikkuse põikpuu külge. Põikpuu on keskelt raudpoldiga liikuvalt ühendatud 65 cm pikkuse põhilauaga. Tagumine jalastepaar ühendatakse nelja põikpuuga ning kinnitatakse põhilaua külge liikumatult. Jalaste tugevamaks kinnitamiseks tapitakse nendesse 25 cm pikkused tugiliistud, mis naeltega ühendatakse põikpuudega (vt. joon. 122). Tappimisel on kasutatud puuritappi. Kelgu juhtimine toimub esimeste jalaste külge kinnitatud ohjadega.

Kelk immutatakse oksooli või värnitsaga.

Kirjeldatud tööd höövelpingil on tüüpilisemaid. Nende teostamisel õpitakse tundma kõiki põhilisi töövõtteid. Sellega ei tarvitse tööde valik muidugi piirduda.

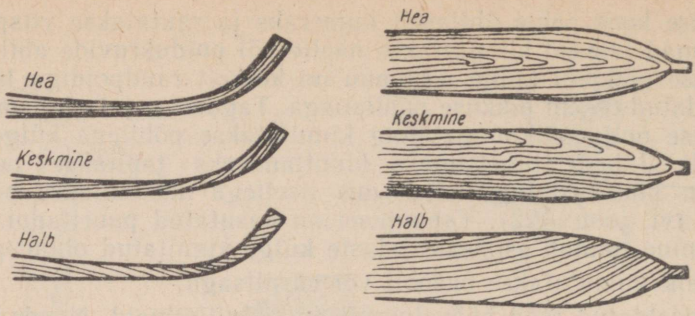
11. Suuskade valmistamine.

Materjal. Tavaliselt valmistatakse suusad kasepuidust. Eeskujuliku materjali hankimiseks langetatakse talvel siledatüveline



Joon. 123. Suusapuu võtmine pakust.

oksteta kask, mille tüvest lõigatakse paraja pikkusega tükk (suusk peab teatavasti olema nii pikk, et suusataja ülessirutatud käsi ulatub püstioleva suusa otsani). Materjal lõigatakse soovitud mõõdust umbes 200 mm pikem, et lõhenevad otsad oleks võimalik hiljema maha lõigata. Puit võetakse kasepakust koore alt (joon. 123). Koorepoolsest küljest tehakse suusatald, sest puu kuivamisel tekib sinna nõgus pind, mis sobib hästi suusa tallaks. Kuna suusa laius on 80 mm ja paksus 25—30 mm, peaks suusapuu laius olema umbes 100 mm ja paksus 50 mm, et oleks võimalik hilisem töötlemine ja kuivamisel tekkivate kõveruste kõrvaldamine. Pakk kooritakse ja lõhestatakse radiaalselt kirve ja kiilude abil või saega. Saadud osade südamepoolselt küljelt eemaldatakse ülearune puu ja silutakse ka teised küljed. Siis pannakse suusapuud kogu suveks pööningule kuivama. Sügisel võib lasta puid paar korda väljas lühikest aega niiskuda, et lõplikult toimuksid kõik kaardumi-

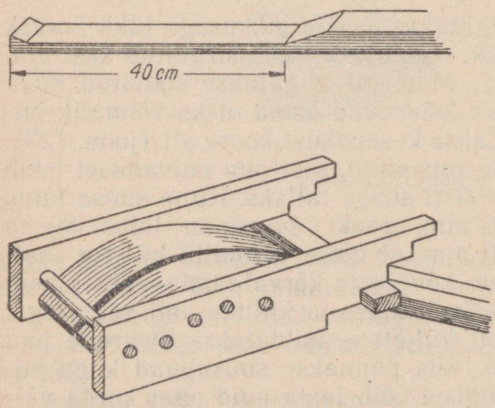


Joon. 124. Puu toime valimine suusaninaks.

sed ning muudatused. Kui siis puu on töötoas veel paar kuud kuivanud, võib asuda suuskade valmistamisele.

Enam-vähem rahuldavaid suuski võib saada ka 25 mm paksustest kaselaudadest, kui nende hulgast valida sellised, mis on lõigatud pinna lähedalt.

Tööriistu. Suuskade valmistamisel vajatakse raami suusaninade painutamiseks. Selle tegemiseks võetakse kaks 600 mm pikkust, 120 mm laiust ja 25 mm paksust männilauda. Kummagi laua küljele joonestatakse 10 mm vahemaaga kaks 300 mm raadiusega kaart, mis kujutavad painutatava suusa külgvaadet. Siis puuritakse 25 mm puupuuriga kaari puutuvad augud (joon. 125). Otsmise augu (selle keskpunkti) kaugus järgnevast on 50 mm, teistel kõigil 60 mm. Laua teine ots lõigatakse kaldu ja sellesse tehakse sälgud. Lauad ühendatakse viie ümmarguse pulgaga, mille otsad lüüakse tappidena aukudesse. Laudade vahe võiks jääda 250 mm, et saaks korraga painduma asetada kaks suuska. Raami juurde kuulub veel kuues, neljakandiline pulk, mis asetatakse sälkudesse suuskadele vastutoeks.

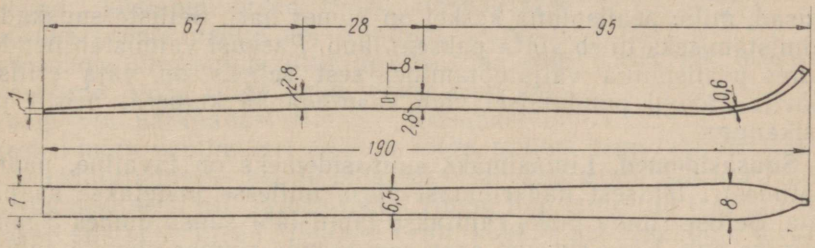


Joon. 125. Suusaninade painutamise raam.

Soon suusa talla alla tehakse hariliku soonehöövliga. Samuti vajatakse kaarhöövlit, millesse saab asetada kumeralt teritatud 15 mm laiuse kaarjate nurkadega klappraua. Kasutatakse ka kaarkrohvhöövlit, mille põhi on mõlematpidi kumer.

Suuskade valmistamine. Õpilastele on valmistamiseks sobivaim pealt tasane

suusatüüp, nn. telemarki suusk. Suusapuu hööveldatakse esmalt kogu pikkuses 25 mm kuni 30 mm paksuseks ja 8 mm laiuseks. Siis valitakse suusa ninapoolne ots, arvestusega, et puusüü suusa talla all jääks pärijooksu. Painutamiseks määratud ninaosa õhendatakse 400 mm ulatuses 10 mm paksuseks. Ots jäetakse paksemaks. Edasi keedetakse õhendatud otsi umbes pool tundi vees ja painutatakse siis painutusraami abil. Et suusad hoiduksid raamis ühtlaselt, ühendatakse nende tagumised otsad külgenaelutatud liistuga. Painutatud otsad kuivatatakse kiiresti koos raamiga pliidil, saunakerisel või maha tehtud lahtisel tulel suures kuumuses. Kui pinge suuskadest kaob ja nad hakkavad raamis logisema, võib nad raamist välja võtta.



Joon. 126. Suuskade mõõtmed.

Järgmisena tehakse suusa talla alla soon. Et soon peab olema täiesti sirge, siis kontrollitakse veel kord, kas suusa serv, millele toetub soonehöövel, on täiesti sirge. Soone ajamine toimub suusa nina poolt kanna poole, ettevaatlikult ning õhukese laastuga; höövliraua kate peab seejuures olema väga tera lähedal. Soone sügavuseks on 2 mm.

Edasi hööveldatakse parajaks suusa paksus. Jala kinnitamise koht on suusal umbes 80 mm keskkohast tagapool. Telemarki suusk on sealt 25 mm kuni 30 mm paksune. Eesots on tal umbes 15 mm paksune, painutatud kumer osa ainult 6 mm paksune (õhendatakse kaarhöövli abil). Jala toetuskohast tahapoole õheneb suusk ühtlaselt jälle kuni 10 mm paksuseni. Suusa nina töödeldakse kaarjalt teravaks ja jäetakse selle otsa nibu hoidetoe jaoks.

Suusa painutatud osa jääb 80 mm laiuseks. Tahapoole aheneb suusk kuni 65 mm laiuseni jala kohal ja laieneb siis tagumises otsas uuesti kuni 70 mm-ni. Kui vastavad hööveldamised on tehtud, on suusad üldkujul valmis. Ilustamiseks võib neile tõmmata rööbitsaga peale rööpjooned, näiteks kummalegi poole kaks, 10 ja 13 mm kaugusele servadest.

Parem on, kui suusa talla-aluse otsvaade on pisut nõgus. Seepärast pole vaja tasaseks hööveldada nõgusust, mis sinna tekib puu kuivades. Peale selle peab suusk külgvaates olema teatava piirini kõver, jala toetumiskoht ülespoole. See on vajalik suusa-



Joon. 127. Turistisuusk.

taja kehakaalu ühtlaseks jaotamiseks suuskadealusele lumele. Kui puu on selliseks kuivanud, tuleb see kõverus säilitada.

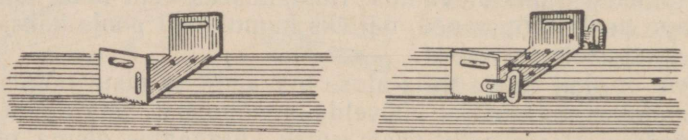
Valmis suusad lihvitakse liivapaberiga ja tõrvatakse (kaitseks niiskuse vastu). Tõrva sisseimmutamine toimub lahtise tule kohal. Pealt ja servadest võib suusad pärast tõrvamist katta polituuriga.

Telemarki suuskadest kergemad ning nägusamad on nn. turisti suusad, mille pealispinna keskel on kumer hari. Selliste suuskade valmistamiseks tuleb võtta paksem laud. Raskusi valmistab nende juures pealispinna väljatöötamine, sest selleks on vaja erilist höövlit. Höövli puudumisel võib kasutada ka kumerat peitlit ja lusikanuga.

Suusasidemed. Lihtsaimaks suusasidemeks on tavaline, paari sentimeetri laiusest nahkrihmast võru, millesse pistetakse saapa nina. Sellise rihma jaoks raiutakse lapiti läbi suusa umbes 5 mm kõrgune auk. Võru suurust saab reguleerida rihmas olevate aukudega. Jala tagasilibisemise vähendamiseks kaetakse jala toetuskoht kummiga. Need sidemed ei võimalda hästi pöördeid teha ega suuski juhtida.

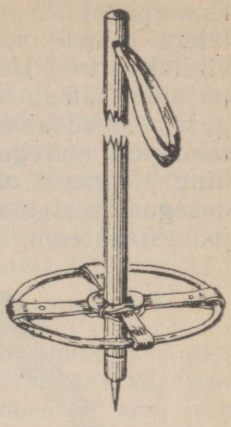
Hoopis paremad on klambersidemed. Umbes 35 mm laiusest ja 25 mm paksusest latt-terasest võetakse tükk (70 mm võrra pikem suusasaapa talla esiosa laiusest), mille otstesse tehakse puurimise ja viilimise abil 4 mm laiused väljalõiked. Väljalõigete servad viilitakse ümmarguseks, et nad ei rikuks rihma. Siis painutatakse raua otsad saapatalla järgi üles. Saadud klambri servad ning otsad ümardatakse viiliga. Suusa pealispinda lõigatakse klambri jaoks 2,5 mm sügavune ase, klambri keskossa puuritakse augud. Klamber kinnitatakse suusa külge nelja lühikese, aga tugeva kruviga. Klambri rõhtsaist väljalõikeist pannakse läbi üle saapanina käiv rihm. Püstised väljalõiked on aga rihma jaoks, mis pannakse ümber saapakanna. Kannarihm varustatakse pandlaga, et oleks võimalik reguleerida selle pikkust.

Klambrid tehakse kahest tükist, et nende vahet oleks võimalik saabaste järgi reguleerida. Sel puhul peab mõlemal poolel



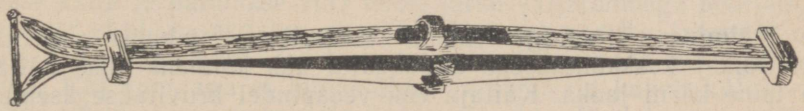
Joon. 128. Klambersidemed.

olema 3 kinnituskruvi. Kannarihma kulumise vältimiseks võib klambri külge kinnitada neetidel liikuvad aasad.



Joon. 129. Suusakepp.

Suusakepid. Suusakepid valmistatakse kasepuust. Nad peavad suusatajale ulatuma kaenlaaluseni. Jämeduseks võiks olla 22 mm. Keppide alumine ots kaetakse metalltorust valmistatud võruga ja otsateravikuks lüüakse sisse terasnael, mis väldib libisemist tõukel. Suusakepid immutatakse värnitsaga. Kandevõrud kinnitatakse keppidele alt 100 mm kaugusele. Nende läbimõõduks võiks olla 120 mm. Valmistamiseks sobivad kuivanud kõvad kuslapuuvõrsed, mis ühendatakse võruks peente naelte või traadiga. Pajuvits on pehme ning kulub ruttu, aga ka seda võib kasutada. Võru külge õmmeldakse risti kaks raag- või parknahast rihma. Rihmadel on keskel mõne sentimeetri pikkune lõige, millest kepp läbi pistetakse. Võru kinnitamiseks kepile puuritakse läbi kepi 2 mm puuriga 2 auku, pistetakse neist alt- ja pealtpoolt rihmu läbi tsingitud traat ja seotakse siis selle otsad rihmade peale kokku. Suusakeppide ülemistesse otstesse puuritakse augud ja kinnitatakse sinna rihmad käte jaoks. Rihmad võib kinnitada ka kepi otsale.



Joon. 130. Suusad klambrites.

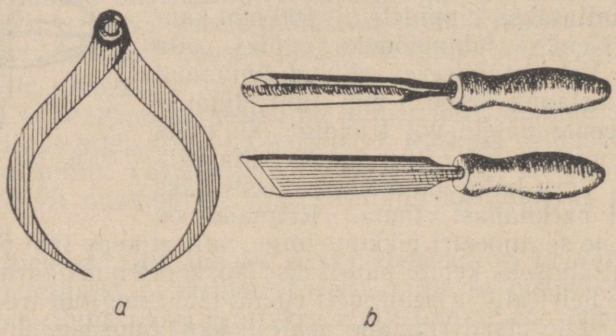
Hoideklambrid. Suuski tuleb hoida puidust klambrites, taldadega vastakuti. Keskele, suuskade vahele, asetatakse puidust tugiklots, et säilitada suuskade kõverust. Suusaninade sirgumist takistab tugipulk, mille naeltest teravikud toetuvad suusanina otstesse puuritud aukudesse.

12. Treimine.

Tööriistad ja materjalid. Treimistöö nõuab suurt käe- ja silmaosavust ning vilumust. Seetõttu ei peaks see tööala kuuluma nooremate klasside töökavasse. Kuna aga treimine õpilasi väga huvitab ja paremini varustatud koolides leidub ka treipink, võib õpilasi tutvustada mõne lihtsama treimistööga.

Treipingi juurde peaks kuuluma 4 treipeitlit, millega on tehtavad lihtsamad tööd: 25 mm laiune kumerpeitel, 13 mm laiune

kumerpeitel, 25 mm laiune viltuse otsaga lapikpeitel ja 13 mm laiune viltuse otsaga lapikpeitel. Puu jämeduse mõõtmiseks tarvitatakse treimisel erilist kaarjate harudega tastrit. Treimismaterjaliks kõlbab kuiv kasepuu. Selleks valitakse küttepuude hulgast sobivad halud ja kuivatatakse neid tööõpetuse klassis. Puit tahutakse kirvega ümmarguseks ja saetakse ära lõhkikuivanud ning ülearused otsad. Eriti hästi sobib treimiseks paraja jämedusega lõhestamata ümmargune puu. Soovitatav on puu otstele joonestada enne sirkliga ringid ja puu välja tahuda nende järgi.



Joon. 131. Taster (*a*) ja treipeitlid (*b*).

Treimine. Treipingi vahele asetamiseks tehakse puu otste (ristlõike) keskkohtadesse augukesed, üks kolmeharulise käitaja ja teine kärni jaoks. Käitaja ehk veospindel kruvitakse asemest, lüüakse ta puuhaamriga puusse ja kruvitakse siis koos puuga paigale. Nõnda ei rikuta tagudes treipingi laagreid. Kärni otsa lastakse võideks mõni tilk määrdeõli. Peitlitugi asetatakse puule nii lähedale kui võimalik ja umbes pool raadiust kõrgemale puu pöörelemisteljest. Siis võib treimine alata.

Lihtsaim treitav vorm on silinder. Puu treitakse üldjoontes silindrikujuliseks laiema kumerpeitliga. Seejuures hoitakse peitel pisut kaldu ja puu suhtes teravnurga all. Silindri tasasekstreimine toimub laiema lapikpeitliga. Peitel hoitakse seejuures kaldu tahapoole, terav nurk ülespoole, nii et silindri pinnalt puud lõikavaks tera osaks jääb koht, mis asub umbes $^1/_3$ tera laiuse kaugusel peitli tömbist nurgast.

Kogemused näitavad, et silindrilise pinna treimisel peab õpetaja tihti õpilast aitama. Raskusi valmistab õpilastele silindri tasase otsa treimine. Esmalt lõigatakse peitli terava nurgaga maha selleks määratud osa. Kui joone lõikamisel peitli tera karvavõrdki kaldub silindri poole enam kui vaja, jookseb peitel kohe silindrisse ja rikub töö. Seepärast võib hädavahendina kasutada peitli asemel saagi: saetakse määratud joont mööda, puud ühtlasi pöörelda lastes.

Nõgusate pindade treimine toimub kumera peitliga ega valmista erilisi raskusi. Palju raskem on kumerate ning kerajate pindade treimine. Nende moodustamiseks eraldatakse silindrist enne paras osa nõgusate pindadega. Siis treitakse kerajaks osaks määratud silindri kandid maha lapikpeitli tõmbi nurgaga. Osutub, et selliste pindade treimine kirjeldatud viisil teeb õpilastele suuri raskusi. Seepärast tuleks õpilastel keraja pinna treimisel loobuda lapikust peitlist ning treida kumera peitliga, mille käsitsemine on mugavam ja annab ka sel juhul üsna rahuldavaid tulemusi. Pealegi ei tarvitse õpilastele anda järskude kumerustega töid, vaid valida lamedajoonelisemad.

Treitud tööd lihvitakse treipingil liivapaberiga.

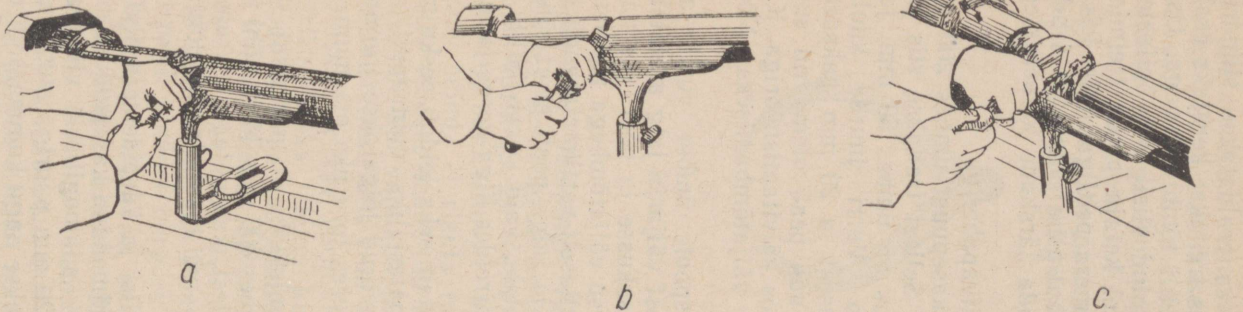
Vurr. Vurri jaoks treitakse kõvast kasepuust umbes 200 mm pikkune ja 600 mm jämedune silinder. Sellest treitakse siis joonisel kujutatud vurr, mille keha paksus on umbes 50 mm, jala pikkus 70 mm ja jala läbimõõt 20 mm. Vurri juurde kuulub umbes 150 mm pikkusest, 40 mm laiusest ja 20 mm paksusest lauakesest tehtud käivitaja. Käivitaja auk peab olema nii suur, et sellesse vabalt mahub vurri jalg koos käivitamisnööriga. Käivitaja küljel on auk käivitamisnööri väljatõmbamiseks. Nööri pikkus võib olla umbes 600 mm.

Nöör mähitakse spiraalselt alt ülespoole ümber vurri jala, vaba ots pistetakse käivitaja küljeaugust välja ja jalg asetatakse käivitajasse. Siis võetakse käepide vasakusse ja nööri ots paremasse kätte ja pannakse vurr nööri järsu väljatõmbega pöörlema. Kui vurr ei ole tasakaalus, ei pöörle ühtlaselt vertikaalasendis, on vurri pea jalaga võrreldes liiga kerge ja jalga peab pisut lühendama. Kui vurr aga ei lange üldse jalale, vaid kukub külili või jalaga püsti, siis on vurri jalg peaga võrreldes liiga kerge ja tuleb vähendada pead.

Viili- ja naasklipead. Nende valmistamiseks leidub eeskujusid kõikjal. Viilipea jaoks on parimaks materjaliks vahtrapuit, ent sobib ka tihedam kasepuit. Peade otsavõrud lõigatakse treipingil rauasae või viiliga metalltorust, kusjuures toru üks ots pannakse treipingi padruni vahele.

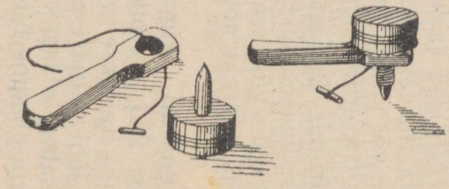
Pudrunui. Õpilastele kohaseks treimistööks on pudrunui. Nui treitakse kasepuidust, üldpikkusega umbes 300 mm. Nuia põhi treitakse kumer või tasane, olenevalt sellest, kas nuiaga surutakse kartuleid pudruks nõgusa põhjaga pajas või tasapinnalise põhjaga potis.

Taignarull. Taignarull koosneb rullist ja käepidemest. Rulliks treitakse 250 mm pikkune ja 80 mm jämedune kasepuidust silinder. Siis treitakse veel kaks käepidet analoogiliselt viilipeaga. Pikuti läbi silindri puuritakse umbes 20 mm puuriga auk. Puuritakse kahest otsast vastakuti. Siis lüüakse augu kummassegi otsa paari cm pikkune liimi kastetud punn. Punnidest puuritakse 7 mm puuriga läbi augud (muidugi pärast liimi kuivamist) rulli telje jaoks. Edasi võetakse 350 mm pikkune ja 7 mm jämedune ümmar-

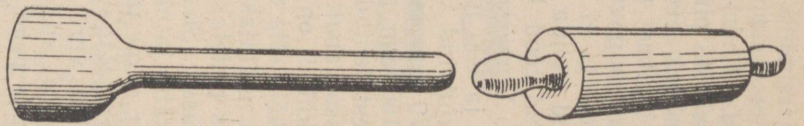


Joon. 132. Treimine.

a — pinna koorimine; *b* — soone treimine; *c* — kera treimine.



Joon. 133. Vurr.



Joon. 134. Pudrunui ja taignarull.

gune raud- või terasvarb, teritatakse selle otsad, pistetakse silindri õõnde ja lüüakse teravikkude otsa käepidemed. Need peavad jääma umbes 1 mm kaugusele silindri otstest, et silindril oleks vaba pöörlemisvõimalus. Rulli ei immutata, käepidemeid aga võib immutada värnitsaga ja katta polituuriga.

Taignarulli võib valmistada ka nõnda, et rull ja käepidemed treitakse ühest ning samast puust. Siis rullil telg puudub ning pöörleb kogu rull.

Muid treimistöid: saenupp, kabe- ja koroonanupud, puithaamer, lihahaamer, pesunui, võimlemiskurikas jms.

VI. METALLITÖÖ.

1. Üldteadmisi metallidest.

Metallideks nimetatakse keemilisi elemente, mille omadusteks on väline läige, läbipaistmatus ning hea elektri- ja soojusjuhtivus. Metallimaake leidub maapõues, kuni 70 eriliiki. Kõige rohkem sisaldab maakoor alumiiniumi (kuni 7%), rauda (kuni 5%), teiste metallide hulk piirdub protsendi murdosaga.

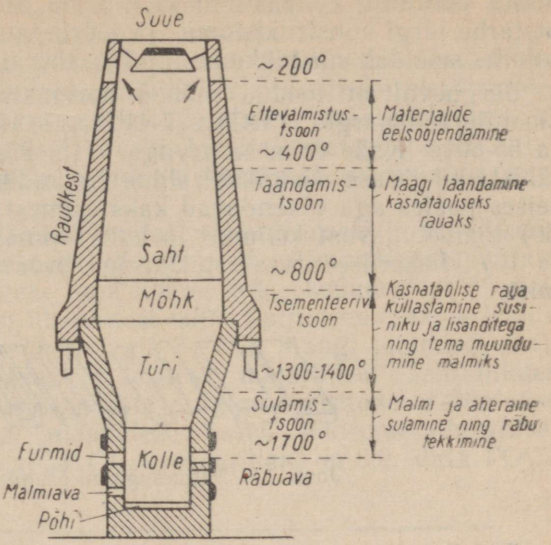
Niisuguseid metalle, mis on kergemini kättesaadavad ja heade töötlusomadustega, nimetatakse tehnilisteks metallideks (teras, vask, alumiinium, tina jt.). Mitmetel metallidel ei ole tehnikas ega praktikas oma harulduse tõttu aga erilist tähtsust (kuld, hõbe).

Tehnikas ei kasutata ühte metalli alati puhtalt, vaid koos teistega. Mitme metalli kokkusulatist nimetatakse sulamiks. Sulam võib koosneda paljudest eri elementidest. Mõisteliselt nimetatakse ka sulameid metallideks. Tööstuslikke sulameid (teras, malm, pronks jt.) kasutatakse väga ulatuslikult.

Looduses esinevad metallid maakides. Metallide tootmine maakidest toimub metallurgiatööstuses. Metallurgias tehakse vahet mustade ja värviliste metallide vahel. Mustad metallid on raud, terase- ja malmisordid, värvilised aga vask, alumiinium, tina, tsink, nikkel jt. Värvilised metallid on defitsiitsed, neid kasutatakse ainult siis, kui mustade metallide tehnilised omadused ei võimalda nende kasutamist (korrosioon, likvatsioon, plastilisus jne.). NSV Liidu rikkamad rauamaagi leiukohad on Uraalis, Krivoi-Rogis, Kertšis ja Kurski oblastis.

Malm. Malmi toodetakse rauamaakidest. Rauamaagid sisaldavad rauda kuni 70%. Kõrval- ehk aherainetеks on sagedamini savi, lubjakivi jm. Maak koos kütuse ja räbustajaga laotakse kihtidena kõrgahju. Laadimise eel puhastatakse maak aherainetest peenestamise, pesemise või magnetilise menetluse teel. Kütuseks kasutatakse kõrgahjus koksi. Koks on gaasidest vaba, ebatäielikult põlenud kivisüsi. Gaasi sisaldav kütus on malmile kahjulik. Räbustajad (lubjakivi või dolomiit) ühinevad aherainega, moodustades räbu.

Malm sulab 1200—1300 C° piires. Sula malm valatakse vormidesse. Malm sisaldab süsinikku 2—5%. Tehakse vahet valge ja



Joon. 135. Malmi tootmine kõrgahjus.

halli malmi vahel. Valge ehk toormalm on lähtematerjaliks terasetootmisel, hall malm aga valumaterjaliks masinaehituses.

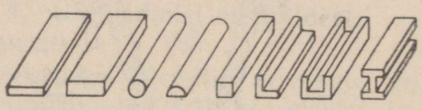
Teras. Teras sisaldab süsinikku vähem kui malm (kuni 1,7%). Terast toodetakse tänapäeval kas bessemer- või martäänmeetodil. Esimese meetodi juures kasutatakse pirnikujulisi anumaid — konventereid. Konventeris toodetakse terast õhu läbipuhumise menetlusel, kusjuures vajalik soojus saadakse malmis leiduvate keemiliste lisandite oksüdeerimisreaktsioonide arvel. Konvertertootmine on vanemaid tootmisviise. Terase kvaliteet ei ole sel puhul eriti kõrge.

Uuem ja täiuslikum terasetootmine toimub martäänmeetodil martään- ja elektriahjudes. Martäänahjud annavad kõrgekvaliteedilist ja hea koostisega terast. Nad töötavad gaasiküttel (temperatuur kuni 1800°). Veelgi kvaliteetsema toodangu annavad elektriahjud, sest nende tehniline täiuslikkus võimaldab sulamisprotsessi igakülgselt jälgida ja reguleerida. Kõrge temperatuuri (kuni 2000°) puhul saab neis toota väga mitmesuguseid, kõrgete tehniliste omadustega terasesorte. Valminud sula terasevalu lastakse tardumiseks sellekohastesse vormidesse. Seejuures saadakse mitmesugused eri kujuga plokid. Terast võib vedelas olekus hüdrauliliselt suruda ka torudeks, ümarteraseks, traadiks, profiilteraseks jne.

Teras jaguneb süsinik- ja legeeritud teraseks. Süsnikteras sisaldab peale süsiniku ja raua vähesel määral räni, fosforit, väävlit ning mangaani; legeeritud terases on peale põhielementide veel

niklit, volframi, vanaadiumi ja kroomi. Süsinikterast liigitatakse otstarbe järgi konstruktsiooni- ja tööriistateraseks. Konstruktsiooniteras sisaldab süsinikku kuni 0,7%, tööriistateras aga kuni 1,4%.

Järgnevalt on toodud mõned normaalkvaliteediga konstruktsiooniterase margid (ГОСТ 977-41 järgi): 15-4020, 25-4518, 35-5015 ja 55-6010. Kahe esimese arvuga (15, 25, 35, 55) on siinjuures tähistatud terase süsinikusisaldus sajandikes protsentides. Arvu teises pooles aga tähendavad kaks esimest numbrit (40, 45, 50 ja 60) tõmbetugevust kG/mm² ja kaks viimast numbrit (20, 18, 15 ja 10) viiekordse arvestuspikkusega proovivalu suhtelist pikenemist.



Joon. 136. Mitmesugused profiilterased.

Tööriistaterase üksikuid marke ja süsinikusisaldust, kõvadust ning kasutusotstarvet näitab järgmine tabel.

Terase mark	Süsiniku sisalduse %	Kõvadus kg/mm²	Kasutamine
Y7	0,6—0,74	154—187	Vasarad, puusepatööriistad, rauamärklid jne.
Y8	0,75—0,85	156—187	Noad, metallsaed, kiviraiumise meislid, stantsid jne.
Y9	0,86—0,94	159—192	Kärnid, puutööriistad, jm.
Y10	0,95—1,09	163—197	Metallilõiketerad, keermelõikurid, puurid jne.

Erilisandite andmisega tõstetakse sulami omadusi, näiteks kroomilisandusega sulamid on korrosioonikindlad ja kõvad, volframiga sulamid kuumakindlad, mangaaniga sulamid aga kulumiskindlad. Erilisandeid märgitakse tähtedega: kroom — X, volfram — B, nikkel — H, vanaadium — Ф, räni — C, alumiinium — Ю, vask — Д.

Legeeritud terase marke tähistatakse tähtedega: roostekindel kroomteras — Ж, roostekindel kroomnikkelteras — Я, magnetiline teras — Э, kuullaagri teras — Ш, kiirlõiketeras Р.

Arvud legeeritud terase margi tähistuses näitavad sulami süsinikusisaldust sajandikes protsentides, lõputäht A aga seda, et sulam kuulub kõrgemakvaliteedilisse marki. Nii näiteks tähendab tähistus 45XA järgmist: teras on kõrgekvaliteediline, sisaldab 0,45% süsinikku ja 1% kroomi (kroomteras). Masinaehituses

mõnede detailide ja tööstustes kiirlõiketerade valmistamiseks kasutatakse veelgi komplitseeritumaid sulameid.

Vask. Vask on malmi ja terase kõrval tähtsamaid tööstuslikke metalle. Eriomaduste (korrosioonikindlus, plastilisus, elektrijuhtivus jm.) tõttu kasutatakse vaske laialdaselt masinaehituses ja eriti elektritarvete tootmisel. Vaske tarvitatakse peamiselt sulamitena. Vask on defitsiitne, seepärast kasutatakse võimaluse korral musti metalle.

Looduses leidub vaske kas puhtalt või sulfiidsete ja oksüüdsete ühenditena. NSV Liidus toodetud vasekogusest moodustab puhtast vasemaagist toodetud vase hulk umbes 5%, oksüüdsetest ühenditest 15% ja sulfiidsetest ühenditest 80%. Sulfiidses maagis leidub vaske ainult 1—3%, oksüüdmaagis 3—5%. Maagi tootmisel eraldatakse vask aherainetest ja teistest metallidest šahtahjudes otsese sulatamise meetodil. Peale sulatamismeetodi eraldatakse vähese vasesisaldusega maakidest vaske hüdrometallurgilisel menetlusel. Vask sulab 1083° C juures, erikaal on 8,9. Vask ГОСТ 859-41 järgi:

Mark	Sisaldab vaske %-des	Teisi metalle %	Markeerimine
M0	99,95	0,05	—
M2	99,90	0,1	valge vööt
M3	99,70	0,3	punane vööt
M4	99,50	0,5	sinine vööt
M1	99,0	1,0	—

Messing ehk valgevask on vasesulam, mille tähtsamaks komponendiks vase kõrval on tsink. Tsinki leidub sulamites 18—58%. Madala tsingisisaldusega sulameid (12%) nimetatakse tombakiks. Messingi mehhaanilised omadused on paremad kui vasel, eriti kõvadus. Messingi eri sulamites saavutatakse lisandite (nikli, alumiiniumi, tina jt.) abil veelgi paremaid omadusi nii kõvaduse, plastilisuse kui ka korrosioonikindluse suhtes. Messingit tarvitatakse laialdaselt masinaehituses, veevärgiehituses, kodumajapidamises aga ka pleki pinna katmiseks. Messingit tähistatakse markeerimisel tähega Л. Sulami tähistus ЛА77-2 näitab, et sulamis on 77% vaske ja 2% alumiiniumi (alumiiniummessing). Muu osa on tsink (21%). ЛН-65-5 tähendab, et sulamis on 65% vaske, 5% niklit ja 30% tsinki.

Pronks on vase sulam, milles leidub tina mõnest protsendist kuni 30%-ni. Tina defitsiitsuse tõttu tarvitatakse pronksis ka teisi elemente, nagu alumiiniumi, räni, niklit jt. Pronks on hea laagrimetall, vastupidav kulumisele. Markeerimisel tähistatakse pronksi tähega Бр. Tähistus «Бр ОЦ 10-2» tähendab, et sulamis on 10% tina, 2% tsinki; Бр АМ 9-2 (tinavaba) näitab, et sulamis on 9% alumiiniumi ja 2% mangaani.

Babiit on sulam, mis koosneb mitmest hea platsilisusega metallist (tina, seatina, vask, nikkel jt.). Heade antifriktsiooniliste omaduste tõttu on see hea laagrimetall. Markeerimisel tähistatakse babiiti tähega Б.

Alumiinium. Alumiinium on kergemaid tööstuslikke metalle, tema erikaal on 2,7 ja sulamistemperatuur 658°. Alumiiniumi toodetakse peamiselt savitaolisest mineraalist boksiidist. Pärast puhastamist ja ümbersulatamist saadakse puhas metall, mida sulamitena laialdaselt kasutatakse lennukitööstuses, majapidamises jm. Tehniliste omaduste poolest on alumiinium kergesti töödeldav, valatav ja vormitav. Olgu siinjuures tähendatud, et alumiinium on nooremaid metalle ja tema praktiline tähtsus algas õieti käesoleva sajandiga. Laialdase kasutamise tõttu on alumiiniumi osatähtsus käesoleval ajal niisama suur kui varemal ajal raual. Alumiiniumi marki tähistab täht «А». Suure puhtusega mark АВ1 sisaldab 99,9% alumiiniumi ja markeeritakse ühe sinise vöödiga. Keskmise puhtusega Al (99,5%) on markeeritud ühe punase vöödiga, vähese kvaliteediga А3 (98%) — kolme punase vöödiga. ГОСТ 3549-47 järgi esineb veel alumiinium АВ2, АОО, АО, А2.

Tina. Tina on pehmemaid ja vanemaid metalle, mida inimesed tundsid juba 5000—6000 e. m. a. Looduslikult leitakse tina peamiselt oksüüdidena. Tina sisaldavad graniidid, ta paikneb neis tinasoontena. Madala sulamistemperatuuri (252°) tõttu on teda kerge kivimitest eraldada. Maailma tähtsaim tina leiukoht on Malakka poolsaar. Seal toodetakse tina hüdraulilise uhtmise teel. Tina on veest ja liivast märksa raskem (erikaal 7,3%) ja eraldub sellepärast kergesti.

Tina eriomaduseks on plastilisus, korrosioonikindlus ja madal sulamistemperatuur. Tina defitsiitsuse tõttu on see paljudes sulamites asendatud alumiiniumiga. Tänapäeval on suur nõudmine korrosioonikindlate metallide järele. Valgepleki näol vajab seda eriti toiduainetetööstus. Valgeplekk, mida tarvitatakse mitmesuguste karpide tegemiseks, on kaetud õhukese, ühe sajandiku mm paksuse tinakorraga. Peale selle kasutatakse tina mitmesuguste joodiste valmistamiseks. Tina «О» margid on O_1, O_2, O_3 ja O_4.

Seatina. Seatina on tina eriliik, mille erikaal on 11,3 ja sulamistemperatuur 327°. Sarnaneb omadustelt tinaga, kasutatakse sulamites ja joodistes.

Tsink ja nikkel. Mõlemad metallid on head sulamimetallid. Neid tarvitatakse roostetavate metallide juures kui korrosioonikindlaid kattematerjale. Tsingi erikaal on 7,14 ja sulamistemperatuur 419°. Nikli erikaal on 8,9 ja sulamistemperatuur 1452°. Niklimargid on НО, $Н_1$, $Н_2$, $Н_3$ ja $Н_4$.

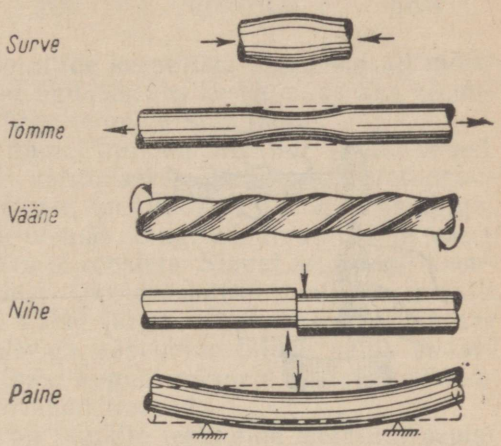
2. Metallide omadused.

Metallide kasutamisel praktikas tuleb tunda metallide omadusi. Masina osadeks kasutatakse rauasulameid (spetsiaalterast), lõiketeradeks valitakse süsinikteras, elektrijuhtmete valmistamiseks aga hea elektrijuhtivusega metall (vask ja alumiinium). Niiskuseohu puhul valitakse niisugune metall, mis ei roosteta. Metallide omadused jagatakse nelja gruppi: 1) mehhaanilised, 2) füüsikalised, 3) keemilised ja 4) tehnoloogilised omadused.

Metallide mehhaanilised omadused. Masinate või tööriistade valmistamiseks kasutatav metall peab olema vastupidav välisjõududele ja koormustele.

Metallide mehhaanilised omadused määratakse laboratooriumides vastavate katsete ja mõõteaparaatide abil proovikeha või detaili vastupidavuse järgi survele, tõmbele, väändele, paindele jne.

Metalli tõmbetugevuse näitajaks on maksimaalse koormuse ja proovitava keha ristlõike pindala suhe. Kui tehnilise raua proovitava keha ristlõike pindala on näiteks 50 mm² ja tõmbe maksimaalne tugevus 1150 kG, siis tehnilise raua tõmbetugevus on 23 kG/mm². Karastatud terase tõmbetugevus on kuni 140 kG/mm², alumiiniumil 8 kG/mm², vasel 22 kG/mm².

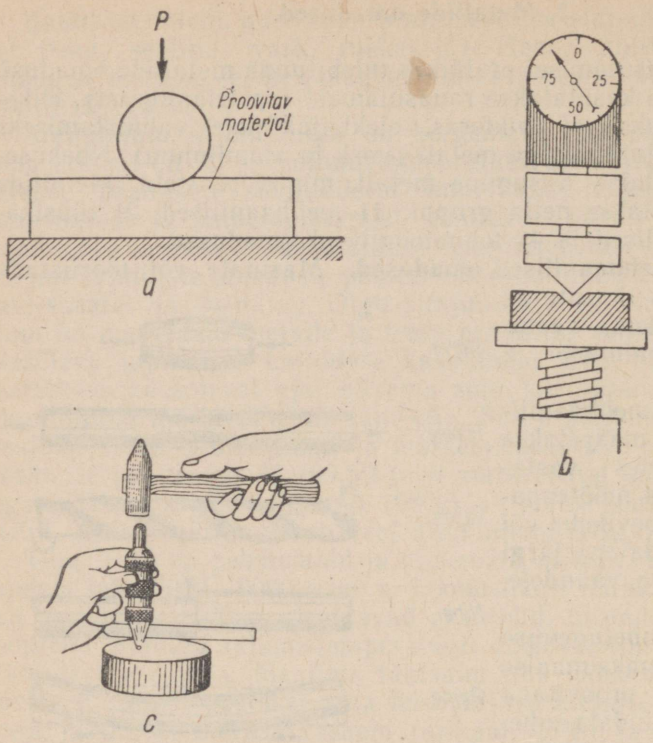


Joon. 137. Proovikehad metalli omaduste määramiseks.

Metallide valikul arvestatakse alati kõvadust. Kõvaduse astme kindlaksmääramiseks kasutatakse teraskuulikese sissesurumise menetlust nagu puidu puhulgi. Teraskuulikese läbimõõt 3000 kG surve korral on 10 mm, 750 kG surve korral aga 5 mm. Kõvemate metallide proovimisel kasutatakse aga teemantkoonuse või püramiidi sissesurumist.

On selge, et metall on seda kõvem, mida suuremat koormust on vaja kuulikese surumiseks teatava sügavuseni metalli pinda. Kõvadust määravaks arvuks on koormuse ja surutud lohukujulise jäljendi pindala suhe (kG/mm²). Nii on seatina kõvadust määravaks arvuks 4 kG/mm², alumiiniumil 20 kG/mm², raual 80 kG/mm².

Igapäevases elus kasutatakse metalli kõvaduse määramiseks üsna lihtsaid võtteid, näit. vasaralööki, meisli, torni või viili sissetungimist. Muidugi saab niisugusel menetlusel metalli kõvadust määrata ainult ligikaudselt.



Joon. 138. Metalli kõvaduse proovimine.

a — kuuli sissesurumisega; *b* — teemantkoonuse sissesurumisega; *c* — vasaralöögiga.

Metallide mehhaaniliste omaduste hulka kuuluvad ka elastsus ja plastilisus. Elastsus on metalli niisugune omadus, kus metall välise surve mõjul muudab oma esialgset kuju, surve lakkamisel aga võtab endise kuju tagasi. Elastsusel on kindel piir. Kui surve ületab selle, järgneb rebenemine. Laboratooriumides määratakse elastsust tõmbeaparaatidega. Seatina elastsuspiiriks on näiteks 0,25 kG/mm^2, vasel 2,5 kG/mm^2, süsinikterasel isegi üle 30 kG/mm^2. Elastsus metalli omadusena on positiivne ja kõrgelt hinnatav nii metallide töötluse kui ka masinaosade vastupidavuse huvides.

Plastilisus on metalli omadus muuta oma kuju välissurve mõjul. Pärast välise mõju lõppu plastilised kehad oma esialgset kuju tagasi ei võta. Plastilisuse vastupidiseks omaduseks on haprus. Haprad metallid survel oma esialgset kuju ei muuda, vaid purunevad.

Füüsikalised omadused. Metallide füüsikalised omadused on erikaal, sulamistemperatuur, joon- ja ruumpaisumine, elektri- ja soojusjuhtivus ning magneetumisvõime. Loetletud omadusi on oluline tunda metallide valikul ja töötluses.

Mõned metallide ja sulamite arvulised näitajad on antud järgnevas tabelis.

Metall	Erikaal G/cm³	Sulamistemp. C⁰	Joonpaisumise koefitsient	Elektriline eritakistus $\frac{\Omega\,mm^2}{m}$
Alumiinium	2,70	658	0,000021	0,027
Vask	8,93	1083	0,000017	0,017
Seatina	11,30	327	0,000027	0,100
Raud	7,86	1530	0,000012	0,092
Volfram	19,30	3370	0,000004	0,056

Keemilised omadused. Metallide keemiliste omaduste all mõistetakse elementide muutuvust ümbritsevas keskkonnas kas keemiliste toimete, niiskuse või kõrge temperatuuri mõjul.

Niiskuse ja õhuhapniku toimel mitmed metallid (raud, teras) korrodeeruvad. Korrosiooni vältimiseks kaetakse korrodeeruvmetall teiste, mittekorrodeeruvate metallidega (tinaga, tsingiga, nikliga, vasega jm.). Nii on olemas tsingitud, tinutatud ja vasetatud plekki, mis niiskuse käes ei roosteta. Samal eesmärgil kasutatakse metallide oksüdeerimist. Oksüdeerimisel hoitakse metalli erilise koostisega vedelikes. Vahel järgneb leotamisele kuumutamine. Ka lakkimine ja õlivärviga värvimine täidab sama otstarvet. Praegusel ajal valmistatakse koguni mitmeid korrosioonikindlaid erisulameid, näit. roostevabad terased.

Üks keemilisi muudatusi on tagikihi tekkimine metallide sepistamisel ja kuumutamisel. Tagikiht on ärapõlenud metall, mis muust metallist eraldub. On olemas kuumakindlaid sulameid, mida kasutatakse kuumenevate masinate detailide valmistamiseks. Üldse hävitavad keemilised toimed metalle, tekitades rahvamajanduses väga suurt majanduslikku kahju.

Metallide ja sulamite tehnoloogilised omadused. Lisaks loetletud omadustele tuleb töötlemisel arvestada ka metallide tehnoloogilisi omadusi. Need oleksid järgmised: valatavus, sepistatavus, keevitatavus ja lõikeriistaga töödeldavus.

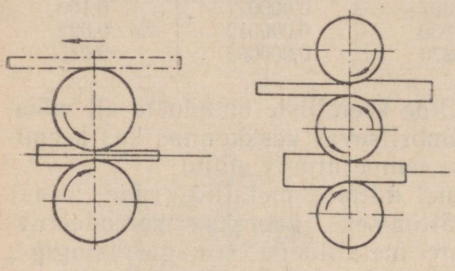
Mõned metallid annavad parema valu kui teised. Malmi ja pronksi kui paremaid valumetalle kasutatakse laialdaselt masinaehituses. Terasesordid seevastu on halvemad, sest terasel on väiksem voolavus, suurem kahanemine ja kalduvus ebaühtlasele keemilisele koostisele (likvatsioonile).

Sepistamisel töödeldakse metalli kas külmalt või kuumalt ja talle antakse seejuures uus kuju. Teras on parimaid kuumalt ja ka külmalt sepistatavaid metalle. Vask ja alumiinium on samuti hästi sepistatavad ka külmalt, malm ja pronks seevastu ei anna üldse sepistada.

Keevitamine on metalli detailide liitmine kohaliku kuumutamise teel. Hea keevituse annavad vähese süsinikusisaldusega terasesordid, halvema keevituse annavad malm, vask, alumiinium.

3. Metallide survetöötlemine.

Metallide survetöötlemine põhineb metallide plastilisuse kasutamisel: välisjõudude mõjul muudetakse metallitüki kuju. Survetöötlemine on uuemaid tööviise ja vastand lõikamisele. Lõikamisel tekib jäätmete, laastude ja lõigete näol metalli kadu. Survetöötlemisel kadu ei teki. Peale selle suurendab survetöötlemine tööviljakust ja lühendab tööaega. Kaasaegne metallitöötlus areneb survetöötluse progressi suunas.



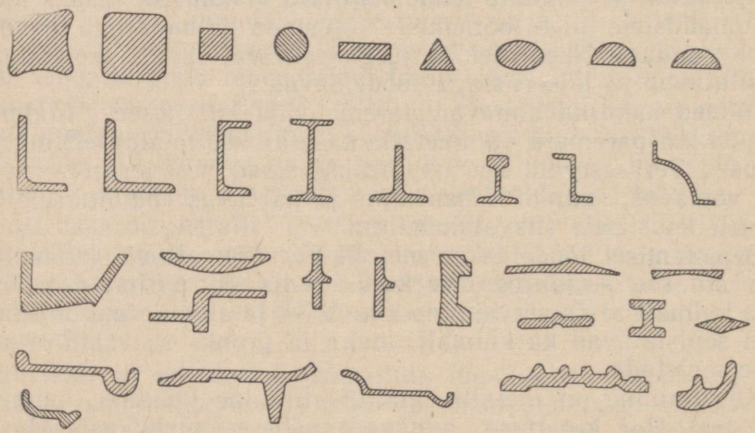
Joon. 139. Metalli valtsimise skeem.

Metalli survetöötluse põhiliikideks on valtsimine, tõmbamine, pressimine, stantsimine ja sepistamine.

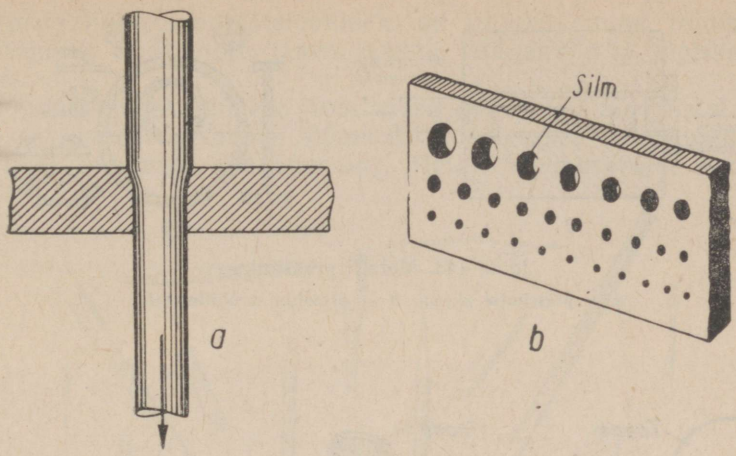
Valtsimine. Valtsimisel lastakse metalli valuplokk või kang pöörlevate valtside ehk rullide vahelt korduvalt läbi, kuni saadakse soovitud paksuse või profiiliga (ristlõikega) metallisordid. Valtsimine toimub kõrgetel temperatuuridel. Valtsida annavad kõik heade plastiliste omadustega terase-, vase-, alumiiniumi- ja tinasulamid.

Valtsitud toodete sortiment on väga mitmesugune. Põhirühmitus on järgmine: 1) sordimetall (teras), 2) lehtmetall (teras), 3) torud, 4) spetsiaaltooted. Valtsitud sordimetalli profiilid jagunevad omakorda kahte rühma: 1) geomeetrilise kujuga profiilid, 2) fassongprofiilid. Geomeetrilise kujuga profiilid on ruutmetallil, ümarmetallil, ribametallil, kolmkantmetallil jne., fassongprofiilid aga nurkmetallil, U-metallil, T-metallil, rööbastel jm.

Valtsitud lehtmetall jaguneb õhukeseks lehtmetalliks, paksu-



Joon. 140. Valtsitud toodete profiile.

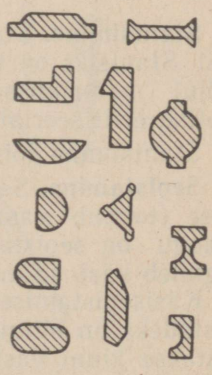


Joon. 141. Metalli tõmbamine.
a — tõmbamine; *b* — tõmbesilm.

sega 0,2—4 mm, ja paksuks lehtmetalliks, paksusega 4—6 mm. Õhukese lehtmetalli sordilisus on lai, siia kuuluvad tsingitud, valge-, must- ja poleeritud plekk. Pleki erisordiks on lint- ehk vitsplekk. Lehtterast valmistatakse väga mitmesugustest metallidest ja sulamitest.

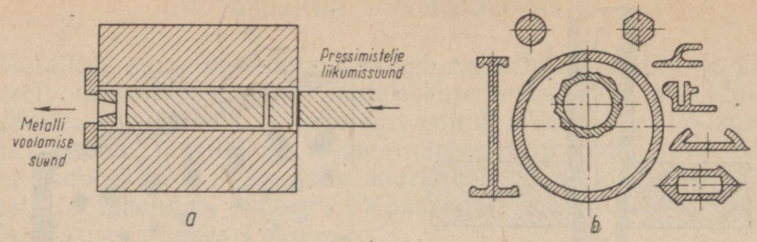
Tõmbamine. Tõmbamise protsess seisneb selles, et metalli toorik tõmmatakse läbi tõmbeava (silma), kusjuures läbi silma tõmmatud materjal saab tõmbeava profiili.

Et saavutada soovitud mõõtmetega materjali, tõmmatakse detaili korduvalt läbi tõmbeavade, mille mõõtmed järk-järgult vähenevad. Tõmbamine toimub külmalt. Külma töötlemisega kaasneb tavaliselt metalli füüsiliste omaduste muutumine — metall kalestub. Kalestumist saab positiivse nähtena arvestada ainult siis, kui materjali kasutatakse vedrude ja teiste selliste tarbeesemete valmistamiseks. Muul juhul tuleb tõmmatud materjal termiliselt taastada endiste omadusteni. Tõmmatud materjalide profiilid võivad olla ümmargused (traadid, vardad), torukujulised või fassongprofiilsed. Tõmbamist taluvad kõik plastiliste omadustega metallid.



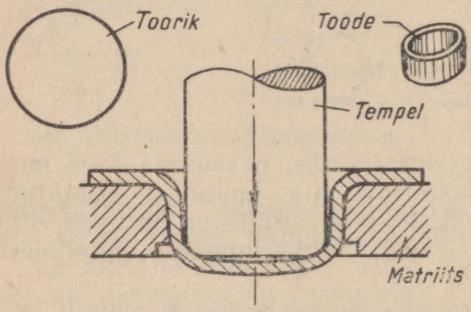
Joon. 142. Tõmmatud profiilmetallid.

Pressimine. Pressimisel surutakse sulametall, mis on paigutatud kinnisesse raami (konteinerisse) läbi avause, mille ristlõige on survematerjali ristlõikest väiksem. Survet avaldaval matriitsil on kindel profiil, mille omandab ka läbivoolav materjal. Survejõud saadakse hüdraulilistelt pressidelt.



Joon. 143. Metalli pressimine.

a — pressimise skeem; *b* — pressitud profiilteraseid.



Joon. 144. Stantsimine.

Stantsimine. Stantsimisel antakse materjalile vorm nn. stantsi abil. Stantsiks on teatava vormiga tempel, mis surutakse välisjõu mõjul materjalisse. Stantsimine metalli töötlusviisina on väga tootlik, eriti seeriateviisiliste laiatarbeesemete valmistamisel.

Stantsimine toimub külmalt.

Sepistamine. Sepistamine on vanemaid metalli survetöötlemise viise (toimub vasara, pressi ja teiste tööriistade kaasabil). Ka praegu on sepistamisel metallitööstuses suur osa. Sepistamine jaguneb käsi- ja masinsepistamiseks.

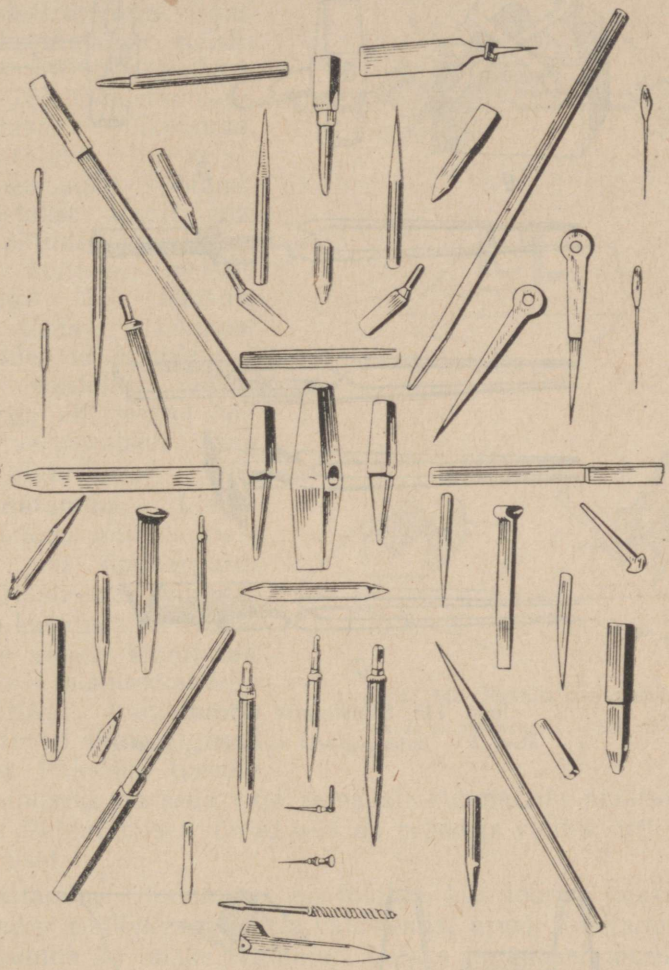
Käsisepistamisel töötatakse alasil (passiivne tööriist), löögiriistadeks on mitmesuguse suuruse ja kujuga vasarad. Toorikuid hoitakse kinni vastavate pihtidega. Mitmesuguste töövõtete sooritamisel kasutatakse augutorne, meisleid, vormimispindu jne.

Masinsepistamisel kasutatakse mõningaid löögiriistu, mis töötavad mehhaaniliselt auru- või elektrijõul. Samuti teostatakse ka puurimine, lõikamine jt. operatsioonid mehhaaniliselt.

Käsitsi sepistamisel on lähtematerjaliks mitmesugune sordimetall, masintööl lisanduvad valuplokid, plaadid ja teised suuremad detailid, kaalult mõnikord sadasid tonne.

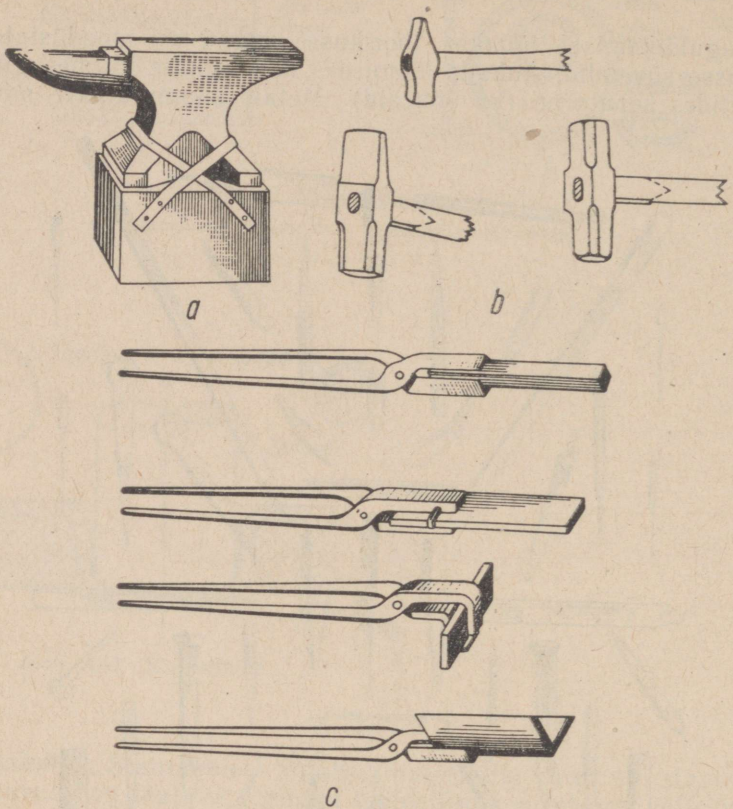
Sepistamise põhioperatsioonideks on augulõikamine, raiumine, painutamine, venitamine, jämendamine, väänamine ja sepiskeevitamine.

Augulõikamisel lüüakse toorikusse augud või moodustatakse pinnasse süvendid. Aukude löömiseks kasutatakse mitmesugustes profiilides sepatorne (ka õõnsaid). Metall kuumutatakse punase

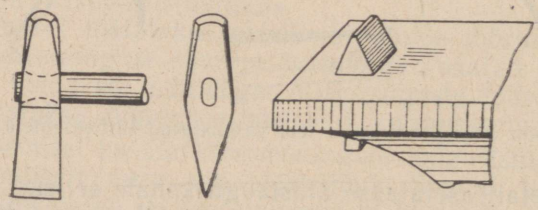


Joon. 145. Stantsimise teel valmistatud tarbeesemeid.

värvuseni, detail asetatakse alasiaugu kohale selleks valitud rõngale. Torn lüüakse esialgu sisse osaliselt. Pärast metalli teise külje pööramist lüüakse auk läbi. Et vältida torni kinnijäämist (tornil on kooniline kuju), tuleb seda vahetevahel liigutada. Augu servad lüüakse lõpuks eritornidega siledaks.

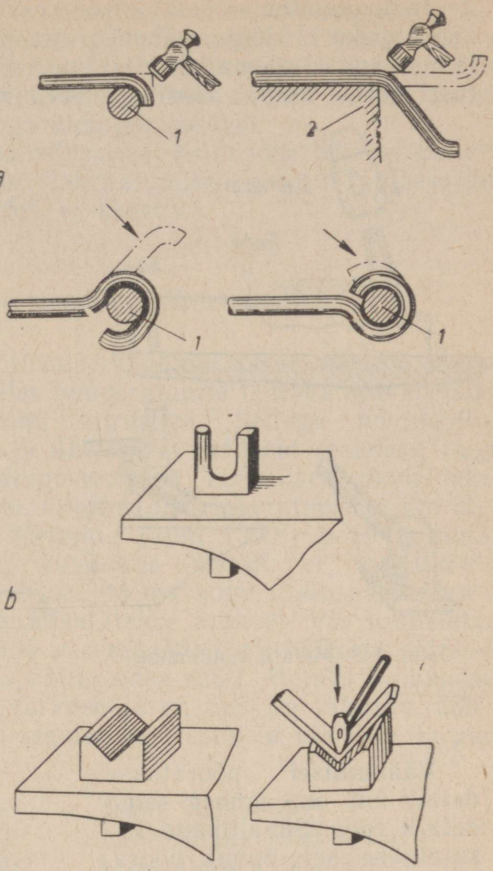


Joon. 146. Sepistamise tööriistu.
a — alasi; *b* — mitmesuguseid vasaraid; *c* — pihid.



Joon. 147. Sepameisel.

Raiumine. Raiumisel tükeldatakse metallitükk kas külmalt või punase värvuseni kuumutatult. Selle töötlemisviisi alla kuulub ka liigsete osade maharaiumine või kontuuri järgi sisseraiumine. Raiumisel kasutatakse meislit ja vasaraid (kaal 0,5—10 kg). Töö hõlbustamiseks kasutatakse lõikerauda, mis asetatakse alasi neljakandilisse auku. Töötamisel võetakse toorik ühe käega pihtide vahele, teise käega hoitakse meislit. Vasaraga lööb meislile teine töötaja. Ohutust arvestades tuleb töötajail asuda üksteise suhtes täisnurga all, meisel hoitakse vertikaalselt ning löögid olgu täpsed.

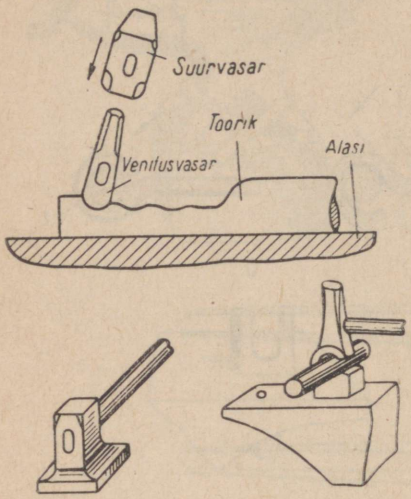


Joon. 148. Metalli painutamine.
a — aasa painutamine; *b* — painutusrakis.

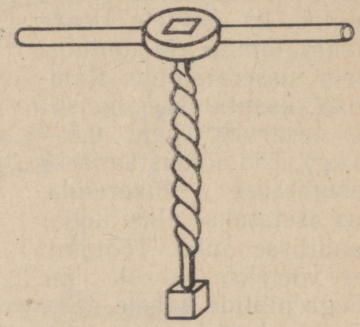
Painutamine. Lihtne painutamine toimub alasi serval, või ümmargusel otsal. Hästi saab painutamiseks kasutada ka kruustangide vahele kinnitatud ümar- või täisnurkkandiga metallitükki. Painutamist hõlbustavad mitmesugused rakised. Paksema tooriku painutamiseks on seda vaja eelnevalt kuumutada punase hõõgumiseni. Painutamisel võivad tekkida praod ja voldid, eriti külmalt töötlemisel.

Venitamine (pinnimine) on töötlus, kus tooriku pikkust suurendatakse ristlõike mõõtmete vähenemise arvel. Venitamise mõistesse kuulub ka laiaks tagumine. Laiaks tagumisel tooriku pindala suureneb, paksus (kõrgus) aga väheneb. Venitamist sooritatakse mitmesuguste vasarate pinnidega. Venitamisel surutakse (pinnitakse) toorikut järk-järgult, kasutades selleks tasaseid, väljalõigetega või ümardatud pinne. Torude venitamist teostatakse ümmargusel metalltornil, kasutades ümarvormvasarat. Toru venitamisega taotletakse toru läbimõõdu vähenemist, üldpikkuse suurenemist ja külgede õhenemist.

Jämendamine on venitamisele vastupidine operatsioon — suureneb tooriku ristlõige, väheneb aga pikkus. Tooriku ristlõige peab jämendamisel olema küllaltki suur võrreldes tema pikkusega, vastasel korral toimub tooriku kõverdumine.



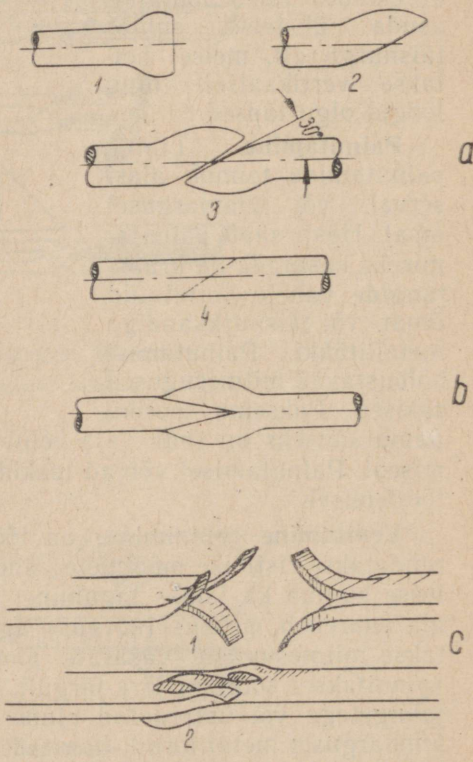
Joon. 149. Metalli venitamine.



Joon. 150. Metalli väänamine.

Väänamisel pööratakse detaili üht osa ümber sama detaili telje. Jõuallikana kasutatakse sel puhul pööra. Väänata lasevad paremini plastiliste omadustega metallid.

Sepiskeevitamine on töötlus, kus tooriku osad või otsad ühendatakse kuumas olekus (kuni 1350°) välissurve mõjul. Sepiskeevitamise operatsiooni esimeseks faasiks on otste ettevalmistamine, teiseks kuumutamine, siis keevitamine, kokkutagumine ja viimistlemine. Keevitusliidete tüüpideks on pealistikku-liide ja kiil-liide. Pealistikku-liite puhul detaili otsad jämendatakse ja taotakse seejärele alasil kaldpindseteks.



Joon. 151. Sepiskeevitusliidete tüübid.
a — pealistikku-liide; *b* — kiil-liide; *c* — vaheldiliide.

Kaldpinnad kuumutatakse vähese süsinikusisaldusega (0,15—0,25%) terasesordi puhul helevalge hõõgumiseni. Otstele riputatakse peent puhast jõeliiva (räbustajat) ja booraksit. Seejärel taotakse otsad kiirete tugevate löökidega kokku. Liite väline ühtlus saavutatakse vormivasaratega ületagumise teel.

Kiil-liide on analoogiline eelmisega. Kiilu lõhe tehakse metalli jämendatud otsa meisliga lahtiraiumise teel. Terasesordid süsinikusisaldusega üle 0,45% ei keevitu.

4. Metallide termiline töötlemine.

Metallide termilisel töötlemisel kuumutatakse metalli teatud temperatuurini, hoitakse selles temperatuuris teatava ajavahemiku ning jahutatakse ettenähtud kiirusega. Sellega muudetakse metalli sisemist struktuuri ja ühtlasi ka selliseid omadusi, nagu kõvadust, plastilisust, pindtugevust jm. Termiliselt töödeldakse peamiselt süsinikterase sorte. Oluline on temperatuurirežiimi õige kasutamine. Temperatuuri tõstmine (kuni 1300°) peab toimuma järk-järgult ja aeglaselt, kusjuures metall ei tohi kokku puutuda leegiga. Detail peab soojenema kogu ulatuses ühtlaselt.

Termiliseks töötlemiseks kasutatakse muhvel- või tunnelahje, kitsamates oludes tehakse töö kas sepaääsil või väikeste detailide töötlemisel koguni harilikus küttekoldes sütel. Metalli ligikaudset temperatuuri määratakse värvuse järgi, mis on jälgitav 530—1300°-ni. Vilunud silm võib temperatuuriastmeid määrata järgnevalt:

tumepruun	530—650°;	oranž	900—1050°;
tumepunane	650—770°	tumekollane	1050—1150°;
kirsipunane	770—830°;	helekollane	1150—1250°;
helepunane	830—900°;	helevalge	1250—1300°;

Termilise töötluse operatsioonideks, mis on ühtlasi viimased detailide, tööriistade ja masinaosade valtsimisel, on lõõmutamine, normaliseerimine, karastamine, noolutamine ning tsementeerimine.

Lõõmutamise eesmärgiks on kaotada metalli sisemine pinge, vähendada metalli kõvadust, et soodustada metalli edasist töötlust lõikeriistadega ja muuta metalli struktuuri ning sellega kaasnevalt ka mehhaanilisi omadusi. Metalli kuumutatakse veidi üle 723° (mittetäielik lõõmutamine) või üle 930° (täielik lõõmutamine). Seejärel hoitakse terast ühtlases temperatuuris niikaua kuni metall on täielikult läbi kuumenenud ning jahutatakse aeglaselt koos ahjuga (100—200° tunnis). Paremate terasesortide puhul toimub jahutamine veelgi aeglasemalt.

Normaliseerimisel antakse metallile peeneteraline struktuur, säilitades seejuures metalli kõvaduse. Kuum metall jahutatakse õhus.

Karastamisega saavutatakse metalli maksimaalne kõvadus. Seega kujutab karastamine lõõmutamisele vastupidist toimingut. Karastamisel metall kuumutatakse nagu lõõmutamiselgi, kuid jahtumine peab toimuma kiiresti, kuni 200° sekundis. Suurema süsinikusisaldusega terasesortidel peab jahtumise kiirus olema väiksem, et vältida defektide (mõrad, kõverdumine) tekkimist. Õige tugeva karastuse saavutamiseks lisatakse veele juurde kas 10% keedusoola või seebikivi. Kuumas vees ja õlis, kus metall jahtub aeglasemalt, saadakse pehmem karastus. Veelgi pehmem karastus saadakse, kui jahutamine toimub sulas seatinas.

Sageli karastatakse detailil või tööriistal ainult üht osa või välispinda, et alles hoida metalli plastilisust. Selleks kuumutatakse ainult metalli üht osa ja jahutatakse tavalises korras. Pindkarastamisel kasutatakse metalli kuumutamiseks gaasipõletit või kõrgsagedusvoolu. Karastuse tugevus oleneb kuumutuse ulatusest (sügavusest) ja jahutuse kiirusest.

Karastusvigadest tuleks märkida metalli ülepõlemist, mille tagajärjel toimub süsiniku väljapõlemine või tekib terakeste vahele tagi kiht ja metalli kõvadus väheneb. Pragude ja kaardumise tekkimise põhjuseks võib olla jahtumise ebaühtlane kiirus. Pikad detailid (peitlid, höövlirauad) kastetakse seepärast vette vertikaalselt.

Noolutamine. Pärast karastamist muutub metall hapraks, ei kannata hästi lööki ega survet, s. t. pole kõlbulik masinaosadeks ega tööriistadeks. Metallide sitkus saavutatakse nn. noolutamise teel. Noolutamisel kuumutatakse metalli mitte sel määral nagu lõõmutamisel või karastamisel, vaid alla kriitilise punkti (723°).

Tehakse vahet madala (kuumutus kuni 250°), keskmise (kuumutus kuni 450°) ja kõrge (kuumutus kuni 700°) noolutuse vahel. Madal noolutus on kohane pindkarastuse puhul, keskmist noolutust kasutatakse plastilise omaduse saavutamiseks (vedrud), kõrge noolutus on aga rakendatav süsinikurikaste terasesortide mehhaaniliste omaduste parandamiseks. Noolutusoperatsioonid viiakse läbi sellekohastes ahjudes (temperatuuri tõusu jälgitakse püromeetritega).

Töökoja praktikas määratakse metalli temperatuuri tõusu noolutamisel välispinna muutevärvuse järgi. Kuumutamisel kattub süsinikterase pind oksüüdikorraga. Temperatuuri tõusmisel oksüüdikord pakseneb ning muudab värvust. Muutevärvused tekivad järgnevalt:

helekollane	220°	lilla	285°
pruunikaskollane	255°	helesinine	315°
purpurpunane	275°	hall	330°

Praktikas harilikult asetatakse metall hõõguvale plaadile ja jälgitakse muutevärvuste tekkimist noolutataval detailil.

Tsementeerimine. Tsementeerimisel suunatakse terase välispinda termokeemilisel teel teisi elemente, muutes nii metalli välis-

pinna koostist ja andes sellele tugevust, säilitades seejuures aga metalli südamiku esialgsed omadused. Tsementeeritakse tavaliselt madala süsinikusisaldusega terasesorte, valides lähteelementideks süsiniku, alumiiniumi, kroomi jt. Praktiliselt teostatakse seda järgmiselt. Detailid asetatakse koos tsementeerivate ainetega — karborisaatoritega (näit. kasesütt 65%, baariumkarbonaadi 25%, koksi 5% ja soodat 5%) — metallist kasti. Kast asetatakse mõneks tunniks ahju, mille temperatuur on 800—900°. Tsementeerimisel muutub detailide välispind teatava sügavuseni kõvaks ja peeneteraliseks. Selle protsessi jälgimiseks ja kontrollimiseks pistetakse läbi kasti kaanes olevate avade samast metallist proovivardad. Vardaid välja võttes ja tsementeeritud kohta katki murdes näeme peeneterasuse sügavust. Kast võetakse seejärel ahjust välja ja pärast aeglast jahtumist karastatakse detailid harilikus korras.

Gaasiliste karborisaatoritena kasutatakse vingugaasi ja teisi süsinikku sisaldavaid gaase. Gaasid juhitakse läbi toru ahju (temperatuur kuni 900°), millesse on asetatud detailid. Edasine töötlemine on analoogiline eelmisele töötlusprotsessile.

5. Metallitööklass ja metallitöö koht.

Õpilased puutuvad metalli kui materjaliga kokku sageli, kuid töötlemisraskuste tõttu kasutavad nad metalle mängu- ja tarbeasjade meisterdamisel vähe.

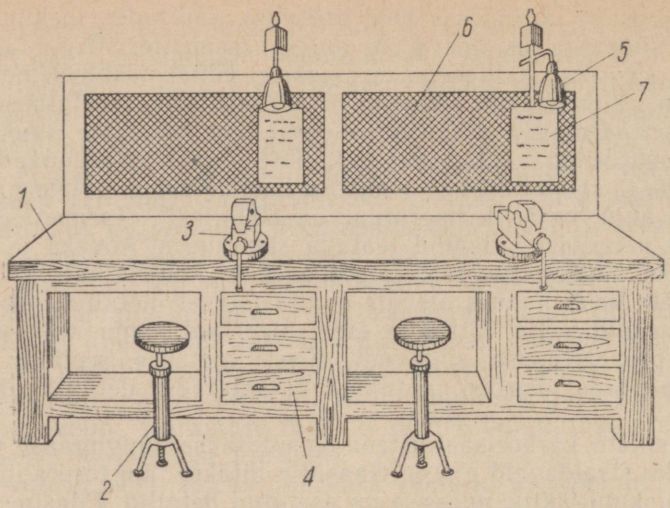
Metallitöö ülesandeks koolis on suurendada õpilaste huvi selle tööala vastu, õpetada õpilasi tundma lihtsamaid tööriistu ja nende tarvitamist, samuti metallide omadusi.

Metallitöö-klassi plaan on esitatud eespool. Nagu sellest nähtub, on igas klassis 20 töökohta õpilastele ning üks töökoht õpetajale.

Suuremas ja paremini sisustatud tööklassis peaksid olema järgmised mehhaanilised tööpingid: 2 treipinki, 2 puurmasinat, teritusmasin, mehhaanilised käärid metalli lõikamiseks ja muhvelahi metallide termiliseks töötlemiseks, käsitsi töötamiseks — 20 õppetöökohta kruustangidega (õpilastele) ja üks normaalsisustusega töökoht kruustangidega (õpetajale). Peale nimetatu peaks leiduma töökoht suuremale alasile ja sepakruustangidele.

Metallitöö-klassis on vaja kappi üldiselt kasutatavatele tööriistadele. Kuna metallitöös on suurem osa tööriistu kasutatavad individuaalselt ja need on paigutatud töökohtade sahtlitesse, siis ei pruugi kapp olla suur. Kapi mõõtmed võiksid olla 1,2 × 1,8 × × 0,4 m. Tööriistad paigutatakse kapi seintele ja riiulitele. Riistad grupeeritakse otstarbe, vajaduse ja suuruse järgi. Kapp on õpetaja või korrapidaja õpilase hooldada.

Töökoha põhielemendiks on töölaud kruustangidega. Põrandapinna kokkuhoiu huvides võib ühise laua juurde ühendada mitu töökohta, kuigi selle puuduseks on, et töötajad paratamatult üks-



Joon. 152. Metallitöö laud.

1 — pealisplaat; *2* — iste; *3* — kruustangid; *4* — laekad, *5* — lamp; *6* — kaitsevõrk; *7* — tööjoonis.

teist mõnevõrra segavad. Töölaua kõrgus on 700—800 mm ja laius 700—800 mm, vastavalt töötaja kasvule. Kruustangide kõrgus ei tohiks olla töötaja küünarnukist kõrgemal. Laua kõrgust reguleeritakse kõrgendusklotsiga või töötaja jalgade alla asetatava restiga.

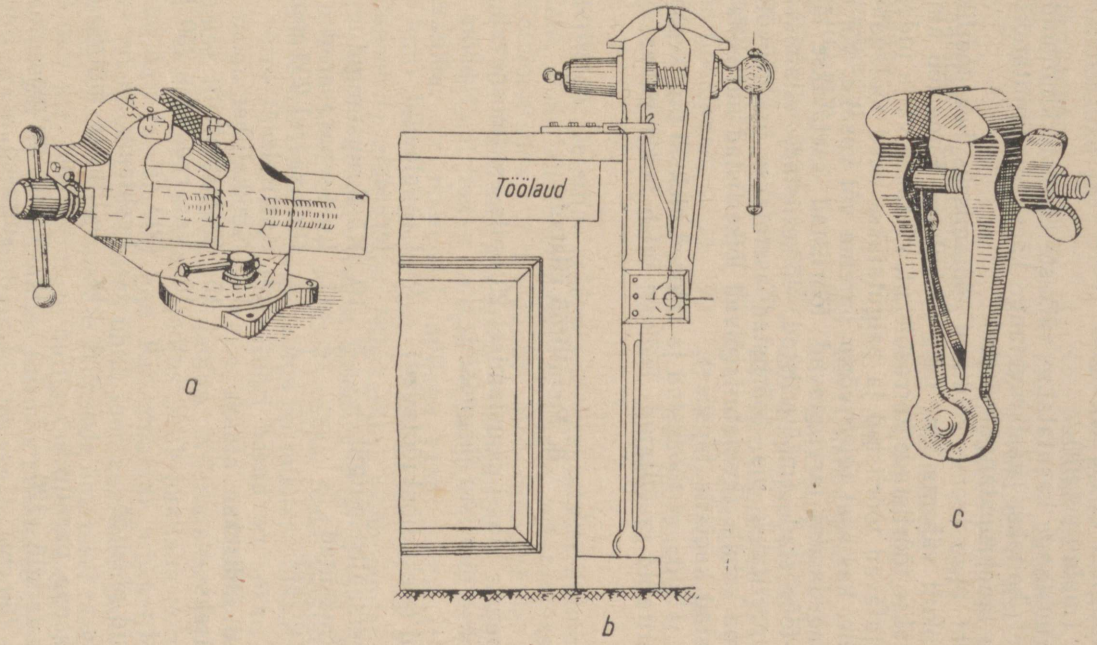
Kooli metallitöö-klassi lauad grupeeritakse 4—5 kaupa nii, et valgus aknast langeks töötajale vasakult või eest, kunstlik valgustus aga eest.

Töökohtade distants mitmekohalise laua juures olgu 1 m. Lauaplaat valmistatakse tugevast puitmaterjalist ja kaetakse pealt pleki või linoleumiga. Lauaplaadi alla tehakse sahtlid, kus hoitakse tööriistad.

Laua serv on varustatud kõrgendusliistuga, et vältida väiksemate esemete mahakukkumist. Sagedasti on laua serv äärestatud vinkelrauaga, mis võimaldab pleki valtsimist.

Metallitöös kasutatakse sepa-, paralleel- ja käsikruustange. Sepakruustangid on kõige tugevam rakis detailide kinnihoidmiseks. Jätkub, kui tööklassis on neid üks (kinnitatakse töölaua otsa külge). Sepakruustangide mokkade laius on 70—150 mm, ta kannatab tagumist ja muud raskemat survet. Paralleelkruustangid on kõige tavalisemaks metallitöö rakiseks koolis. Need kuuluvad iga töökoha juurde ja kinnitatakse poltidega töölaua külge. Paralleelkruustangid on nõrgemad ja väiksemad, nad ei talu tagumist. Paralleelkruustange valmistatakse kuni 100 mm laiuste mokkadega.

Kruustangide mokad on valmistatud karastatud terasest. Et



Joon. 153. Kruustangid.

a — paralleelkruustangid; *b* — sepakruustangid; *c* — käsikruustangid.

mokkade karastatud hammastus ei rikuks detaili siledat pinda, kasutatakse detaili hoidmisel pehmemast metallist (näit. tina, tsink v. m.) kaitsepakke. Paralleelkruustangide eeliseks on see, et nad hoiavad detaili täpselt kinni. Õpilasi tuleb hoiatada, et paralleelkruustangidel ei ole tagumine lubatud, sest need võivad puruneda (malmi sulam).

Käsikruustange kasutatakse väikeste esemete kinnihoidmiseks. Töötamisel hoitakse käsikruustange käes või kinnitatakse need omakorda lauakruustangide vahele.

Töökoht peab looma eeldused töötamiseks hea tootlikkusega ja võimalikult vähema aja- ning jõukuluga. Enne töö alustamist kontrollitakse tööriistade korrasolekut, võetakse välja individuaalselt kasutatavad tööriistad ja paigutatakse need töölauale vastavalt sellele, kas eset tuleb võtta parema või vasaku, või mõlema käega. Sagedamini tarvitatavad tööriistad asetatakse lähemale, spetsiaal-tööriistad (mõõteriistad, lõikeriistad, silumisvahendid jne.) grupeeritakse jne. Tööriistad asetatakse iga töövõtte järel tagasi oma kohale (kuhjatult võivad lõikeriistad nürineda ja täpsustööriistad kaotada täpsuse).

Tuleb jälgida, et tööriistad ja rakised oleksid õigeaegselt hooldatud, teritatud ja õlitatud. Töökoht tuleb hoida puhas.

6. Metallitöö riistad.

Tööõpetuse klassi sisustamisel 20 õpilasest koosnevale grupile arvestatakse tööriistu järgmiselt.

Tööpingid (elektrijõul töötavad)

1.	Universaaltreipingid	— 2
2.	Puurmasinad	— 2
3.	Smirgelkäi	— 1

Tööriistad üldiseks kasutamiseks

1.	Alasi	— 1
2.	Alasid plekitöö jaoks	— 4
3.	Lukksepa paralleelkruustangid (120—140) (80 cm)	— 1
4.	Sepakruustangid	— 1
5.	Lukksepa rööbitsad	— 1
6.	Miiunurgik	— 2
7.	Kruvikaliiber	— 2
8.	Spiraalpuurid	— 50
9.	Lauaplaadid, terasest	— 2
10.	Käsikruustangid	— 1
11.	Lukksepavasarad	— 3
12.	Plekikäärid 200 mm	— 1
13.	Käsitrell	— 3
14.	Nihkkaliiber	— 1
15.	Elektrikolvid	— 1
16.	Vasarad, 150, 250 ja 500 G	— 3
17.	Leeklamp	— 1
18.	Tellitavad mutrivõtmed	— 1
19.	Viilid, mitmesugused	— 50
20.	Nõelviilid	— 50
21.	Süvispuurid	— 2
22.	Hõõritsad	— 5
23.	Ristmeislid	— 4
24.	Tornid 2—5 mm	— 4

25. Montaažitangid — 5
26. Tööriistade pead — 50
27. Harjad viilide puhastamiseks — 5
28. Valtsimisrauad ja neetimistoed — 5
29. Tahk — 1

Individuaalseks kasutamiseks

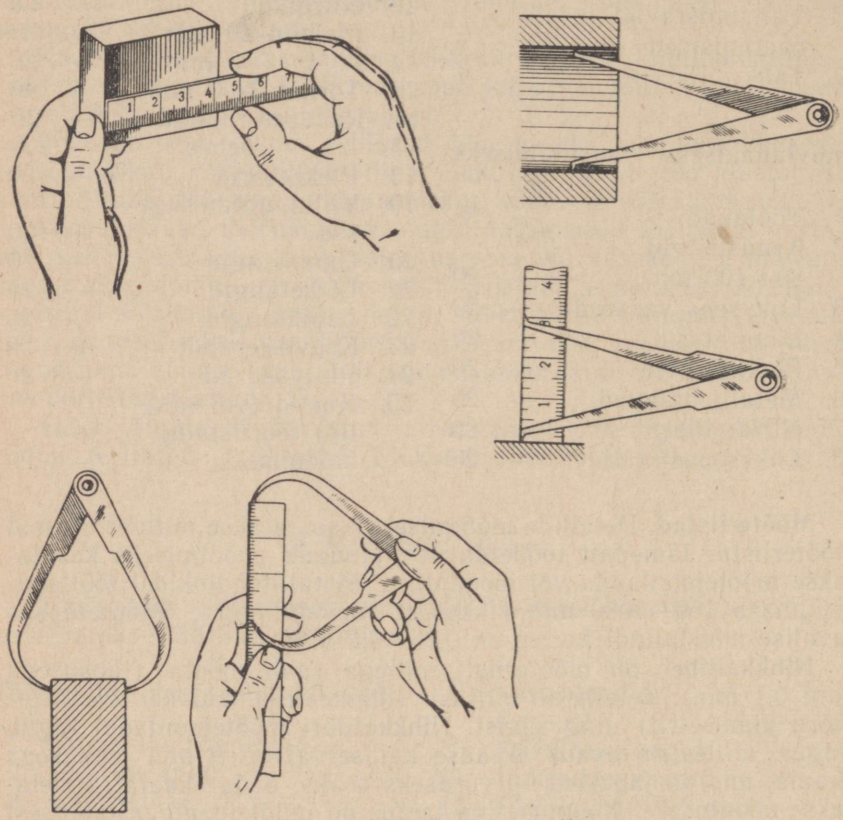
1. Töölauad — 20
2. Kruustangid 80—100 mm — 20
3. Lukksepa vasarad — 20
4. Laua alasid — 20
5. Elektrikolvid — 20
6. Metalljoonlauad. — 20
7. Nihkkaliibrid — 20
8. Lukksepasirklid — 20
9. Tastrid (sise- ja välistaster) — 20
10. Märknõelad — 20
11. Kärnid (märklid) — 20
12. Nurgikud — 20
13. Meislid 20 mm — 20
14. „ 5 mm — 20
15. Tornid 2—3 mm — 40
16. Rauasae raamid — 20
17. „ lehed — 200
18. Plekikäärid — 20
19. Viilid, mitmesugused — 100
20. Ümartangid — 20
21. Lõiketangid — 20
22. Lapiktangid — 20
23. Kruvikeerajad — 20
24. Puitvasarad — 20
25. Kastid (või sahtlid) tööriistade hoidmiseks — 20

Mõõteriistad. Detailide mõõtmiseks kasutatakse mitmesuguseid mõõteriistu. Jämedalt töödeldavate pindade mõõtmiseks kasutatakse mõõtejoonlauda või mõõdulinti. Metallitööpinkidel töötlemisel piisab 150—1000 mm pikkusest mõõdulindist. Mõõtetäpsus tavalise mõõdulindi juures on 0,25—0,5 mm.

Nihkkaliiber on mõõteriist, millega saab mõõta (täpsusega kuni 0,1 mm) detaili nii väljast (diameetrit) kui ka seestpoolt (toru diameetrit) ning süvist. Nihkkaliibri mõõtejoonlaual liigub liugur, milles on avaus. Avause kaldserval on 9 mm pikkusega skaala, mis on jaotatud 10 võrdseks osaks. Seda skaalat nimetatakse nooniuseks. Nooniuse iga jaotus on mõõtejoonlaua jaotusest 0,1 mm võrra lühem. Kui nihkkaliibri harud on kokku lükatud, ühtivad mõõtejoonlaua ja nooniuse skaala nulljaotused, samuti ka nooniuse 10. ja joonlaua 9. jaotus. Nihutatakse aga harude vahet nii, et nooniuse esimene jaotus ühtib joonlaua esimese jaotusega, on harude vahe 0,1 mm. Kui nihutada nihkkaliibri harusid nii, et nooniuse teine jaotus ühtib joonlaua teise jaotusega, on harude vahe 0,2 mm. Kolmandate kriipsude ühtimisel oleks harude vahe 0,3 mm jne. Kui nooniuse nulljaotus ühtib joonlaua skaala mingi jaotusega, näitab mõõtmise tulemus millimeetreid täisarvudes. Ei ühti aga nooniuse nulljaotuskriips skaala mingi jaotusega, siis vaadatakse, mitmes nooniuse jaotus ühtib joonlaua jaotuskriipsuga. Lugedes nooniuse kriipse ühtimiseni joonlaua kriipsuga, saame mõõtarvu millimeetri kümnendikud. Skeemides on nihkkaliibri nooniused asetatud 0,6-le ja 25,6-le

Tastrid. Väljast mõõdetakse detaili välistastriga, seest aga

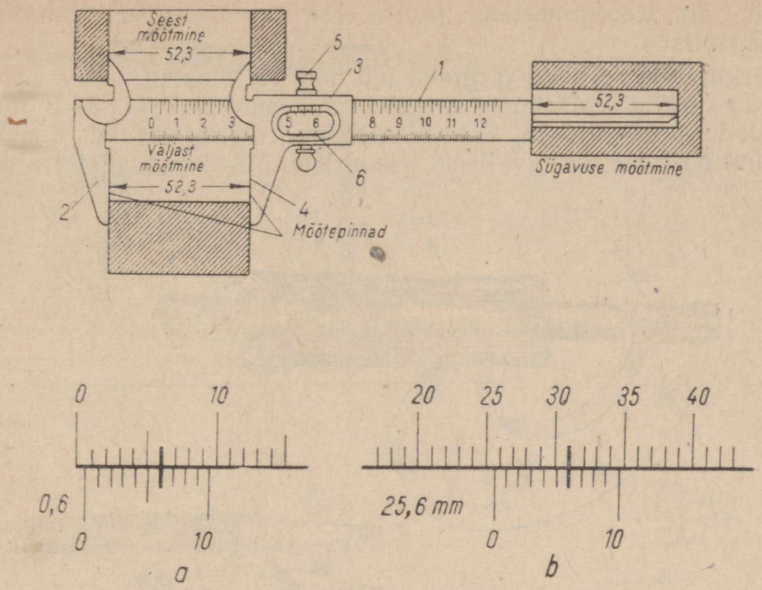
sisetastriga. Mõõtmisel võetakse detail tastri harudesse. Pärast mõõtmist leitakse mõõtejoonlauaga tastri harude vahe. Tastriga saab mõõta täpsusega 0,5 mm.



Joon. 154. Mõõtmine joonlaua ja tastritega.

Kruvikaliiber (ka mikromeeter) on mõõteriist täpsusega 0,01 mm. Kasutatakse välismõõtmiseks. Kruvikaliibri korpus on loogataoline (1), selle külge kinnituvad teised osad. Looga üks ots ehk kand (2) on üks mõõtmise pindadest, looga teises otsas on puks (3), milles on sisekeerme hülss. Hülsis liigub mikromeeter-kruvi (4), kruvisammuga 0,5 mm. Kruvi lõpeb teise mõõtepinnaga. Puksi ümbritseb trummel, mis ühendatakse kruviga. Trumli teises otsas on põrkseadis ehk käristi (6), mis reguleerib kruvi survet detailile. Kui kruvi surve detailile on küllaldane (kruvi hakkab tühjalt pöörlema), teeb käristi kärisevat häält.

Kruvikaliibri puksi välispinnal on pikikriips, millest üles- ja allapoole on kaks skaalat. Ülemise skaala jaotused näitavad täis-



Joon. 155. Nihkkaliiber.

a — 1 millimeetrist väiksema pikkuse määramine nooniusega; *b* — millimeetrist suurema pikkuse määramine.

millimeetreid, alumised jaotused poolitavad ülemisi jaotusi. Trumli kaldserv on jagatud 50 võrdseks osaks. Trumli täispöördel pöörab ka kruvi ühe täispöörde ja mõõtepind nihkub ühe kruvisammu (0,5 mm) võrra. Trumli pööramisel kriipsu suhtes ühe jaotuse võrra nihkub kruvi edasi $^1/_{50}$ keerme sammu võrra (0,5 : 50 = 0,01 mm).

Kruvikaliibri lugemisel vaadatakse, mitme jaotuse võrra on puksi nullkriips eemaldunud trumli servast. Ülemiselt skaalalt loetakse täismillimeetreid, alumiselt aga poolmillimeetreid.

Sajandikmillimeetreid loetakse trumli kaldserva kriipsudelt. Skeemil on kujutatud pikkuse 18,55, 16,13 ja 14,65 mm mõõtmine kruvikaliibril (vt. joon. 156).

Kruvikaliibriga mõõtmisel tuleb hoida mõõtepinnad puhtad, trumlit hoida liigsest pingutamisest keeramisel ja kõrgendatud temperatuurist (normaalne temp. 20°). Pärast tööd kruvikaliiber puhastatakse ja seda hoitakse vastavas kastis.

Avauste mõõtmiseks seestpoolt kasutatakse sisekruvikaliibreid.

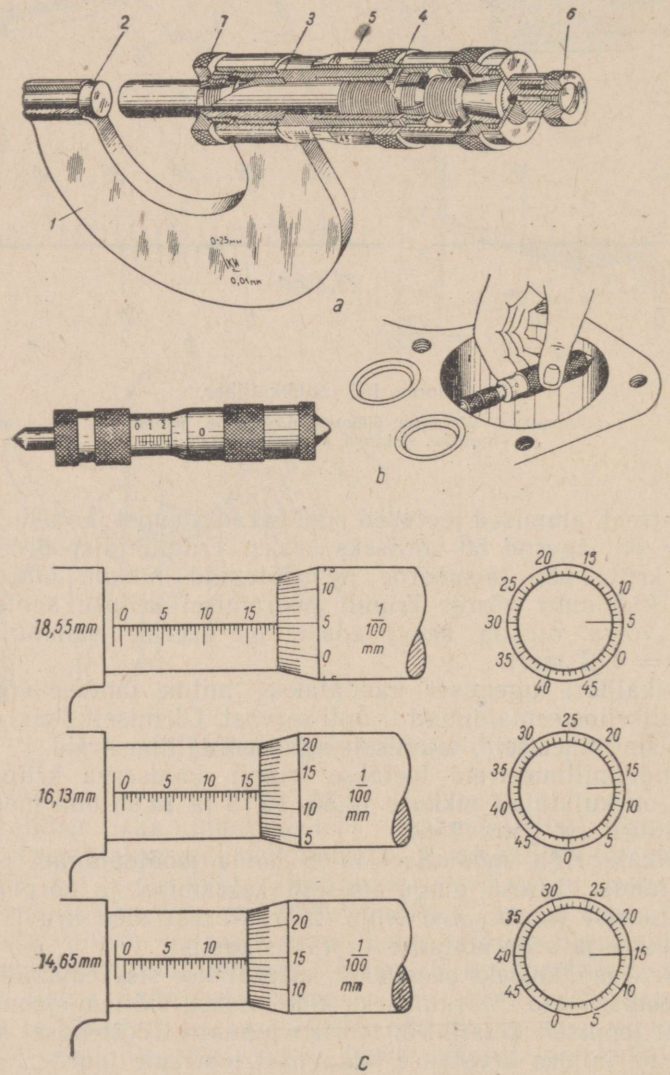
Märkimisriistad. Märkimiseks nimetatakse töötlemisjoonte ülekandmist jooniselt detaili või tooriku pinnale. Töötlemisel kõrvaldatav materjaliosa arvatakse lõikamisel toorikule juurde.

Märkimine on 1) tasapinnaline, kui märkjooned kantakse üle detaili tasapinnale (lehtteras, tooriku üks pindadest), 2) ruumiline, kui märkimine kantakse mitmele tasapinnale ja mitmesuguste

nurkade all. Koolipraktikas kasutatakse peamiselt tasapinnalist märkimisviisi.

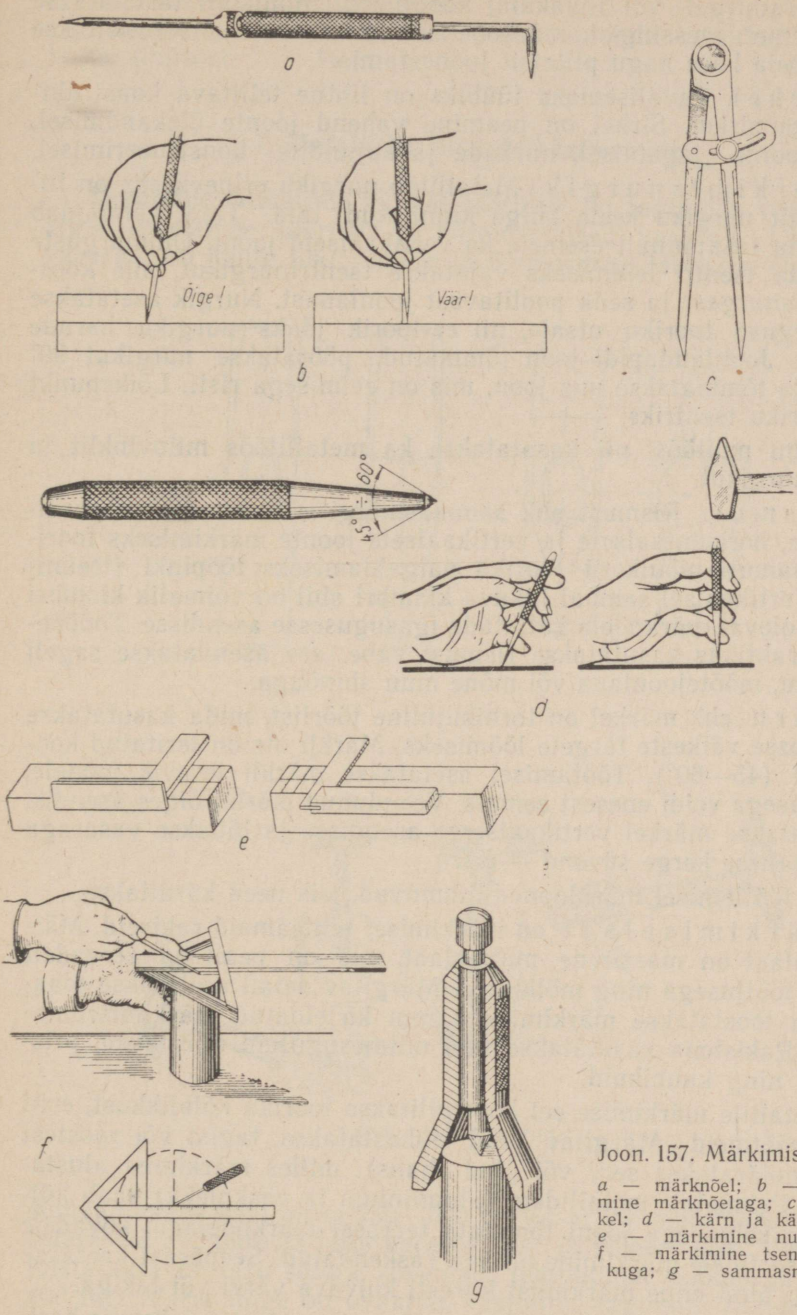
Märkimiseks on vaja järgmisi tööriistu ja rakiseid.

M ä r k n õ e l. Märknõel on 200—300 mm pikkune 3—5 mm läbimõõduga metallvarb, üks või mõlemad otsad teravad. Esimesel juhul on teine ots tavaliselt täisnurkne. Märknõela materjaliks



Joon. 156. Kruvikäliiber.

a — kruvikaliiber välismõõtmisteks; *b* — kruvikaliiber siseläbimõõdu mõõtmisteks; *c* — kruvikaliibri näidu lugemine.



Joon. 157. Märkimisriistad.

a — märknõel; *b* — märkimine märknõelaga; *c* — sirkel; *d* — kärn ja kärnimine; *e* — märkimine nurgikuga; *f* — märkimine tsentrinurgikuga; *g* — sammasmärgits.

on hea tööriistateras. Otsad karastatakse 20 mm ulatuses ja teritatakse smirgel- või liivakäial kooniliselt. Mõnikord tarvitatakse ka pehmet messingist märknõela. Joonte tõmbamisel hoitakse märknõela käes nagu pliiatsit joonestamisel.

Sirkel. Tavalisemaks tüübiks on lihtne tellitava konstruktsiooniga sirkel. Sirkel on peamine vahend joonte ülekandmisel, mõõtejoonte jagamisel, nurkade ja kujundite konstrueerimisel.

Märkimisnurgik. Metallitöö nurgiku erinevuseks on liikumatult nurgiku keele külge kinnitatud tald. Tald võimaldab tõmmata tasapinnalt esemele ka vertikaalseid jooni. Ümmarguste detailide tsentri leidmiseks vajatakse tsentrinurgikut, mis koosneb *täisnurgast* ja seda poolitavast joonlauast. Nurgik asetatakse ümmarguse tooriku otsale, nii et toorik jääks nurgiku harude vahele. Joonlaudapidi joon tõmmatud, pööratakse nurgikut 90° võrra ja tõmmatakse uus joon, mis on eelmisega risti. Lõikepunkt on tooriku tsentriks.

Nagu puutöös, nii kasutatakse ka metallitöös miiuvinklit ja tiidusnurgikut.

Rismus. Rismust ehk sammasmärgitsat kasutatakse paralleelsete, horisontaalsete ja vertikaalsete joonte märkimiseks toorikule, samuti mõnikord tooriku paigaldamiseks tööpinki (treimisel). Vertikaalsel sambal liikuva klambri abil on võimalik klambri küljes olevat märknõela kallutada igasugusesse asendisse. Tööõpetuse praktikas kasutatakse rismust vähe, see asendatakse sageli nurgiku, mõõtejoonlaua või mõne muu abinõuga.

Kärn ehk märkel on tornikujuline tööriist, mida kasutatakse toorikusse väikeste tärgete löömiseks. Märkli ots on teritatud kooniliselt (45—60°). Töötamisel asetatakse märkli teravik joonele, kallutusega veidi enesest eemale. Veendunud märkli õiges asendis, kallutatakse märkel vertikaalsesse asendisse ja lüüakse vasaraga materjalisse kerge süvend — kärn.

Et töötlemisel märkjooned tuhmuvad, siis need kärnitakse.

Märkimisplaat on märkimisel tähtsamaid rakiseid. Märkimisplaat on massiivne malmplaat, mis on pealt ja servadelt puhta töötlusega ning mõlkideta. Märgitav detail asetatakse plaadile ja teostatakse märkimine varem kirjeldatud märkimisriistadega. Rakistena kasutatakse veel mitmesuguseid aluspakke, prismasid ning kuubikuid.

Metallile märkimise eel kontrollitakse tooriku kõlblikkust, eriti aga mõõtmeid. Märgitav pind puhastatakse tagist või roostest ning määratakse serv või pind (baas), milles märkimist alustatakse. Pehmetele metallidele (alumiinium ja vaskplekk) saab küllaldase selgusega jooni tõmmata terasest märknõelaga, kõvadele terasesortidele märkimine on aga raskendatud. Seepärast kaetakse metalli pind enne märkimist kiiresti kuivava värvi või lakiga.

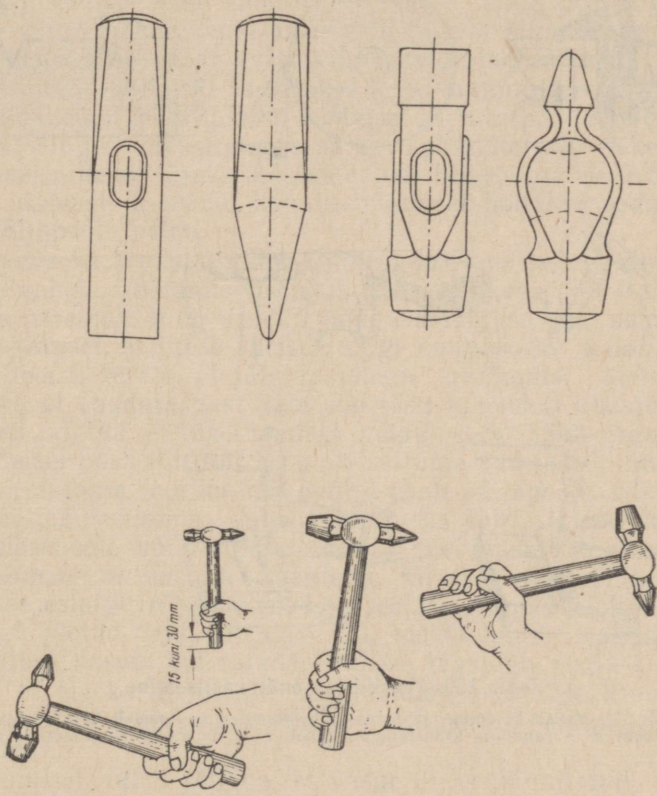
Joonte järjekord märkimisel on järgmine: esmajärjekorras hori-

sontaaljooned, seejärel vertikaal-, kald- ja ringjooned ning viimastena kaared ja kriipsjooned.

Puhaste pindade märkimisel tuleb hoiduda kriimustuste eest ja kärnimisest.

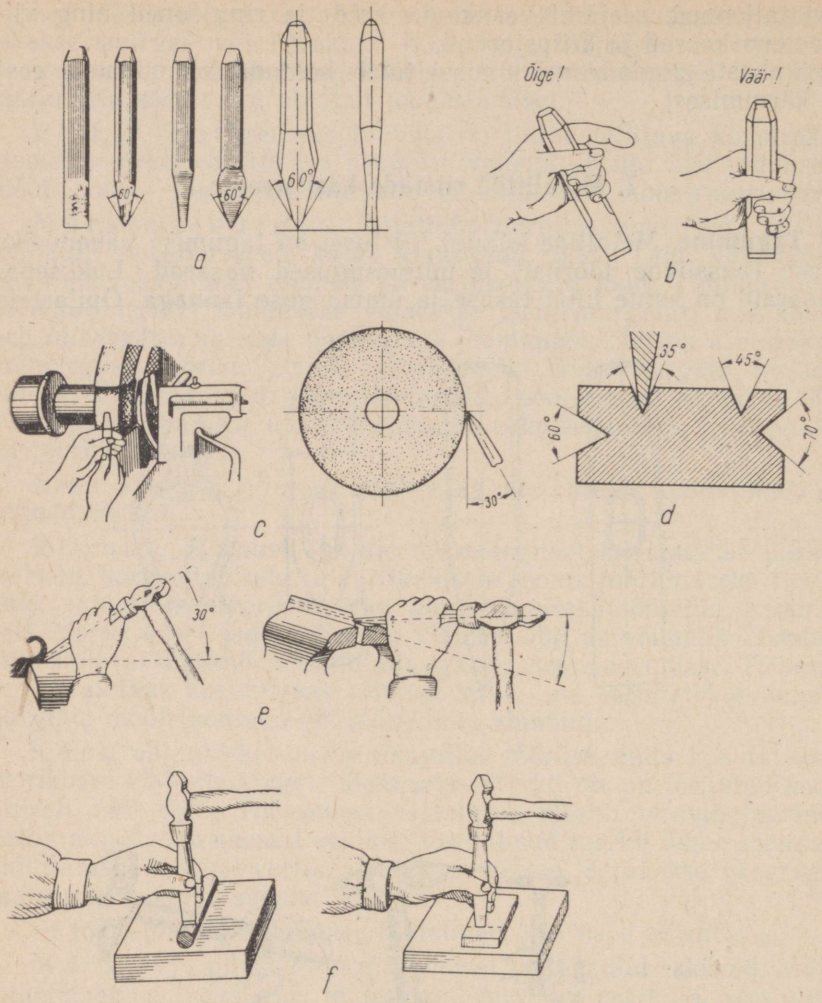
7. Metallitöö riistade käsitsemine.

Tagumine. Metallide külmal töötlusel on tagumise vahendeiks alasi (passiivne tööriist) ja mitmesugused vasarad. Lukksepavasaraid on kahte liiki: tasase ja ümmarguse laubaga. Õpilastele



Joon. 158. Vasarad.

sobiva vasara kaal oleks 250—500 G. Vasar valmistatakse tööriistaterasest У7, pinn ja laup karastatakse ja poleeritakse. Vars valmistatakse ühtlase süüga kõvemast lehtpuidust pikkusega 300—400 mm. Varre lõige on ovaalne, kusjuures tagumine ots on veidi jämedam. Varre kiil tehakse puidust või õhukesest metallist. Pui-



Joon. 159. Meislid ja nende käsitsemine.

a — meislid; *b* — meisli hoidmine; *c* — meisli teritamine; *d* — meisli teritusnurga kontrollimise šabloon; *e* — raiumine kruustangide vahel; *f* — ümar- ja lehtmaterjali raiumine.

dust kiil lüüakse sisse liimisse kastetult, metallist kiil kisustatakse enne sisselöömist meisliga. Vars lakitakse.

Raiumine. Metalli tükeldamiseks, muhkude ja liigse kihi maharaiumiseks ja mitmesuguste uurete väljaraiumiseks kasutatakse meislit. Meisel valmistatakse tööriistaterasest У7А. Tera on karastatud ja noolutatud 30 mm pikkuselt (kollase muutevärvuseni) ning teritatud kahelt poolt. Mida kõvem on metall, seda suurem on meisli teritusnurk, näit. messingi raiumise meisli teritusnurk on

35°, malmi raiumise meislil aga 70°. Meisli löögiots (pea) on tüvikoonusekujuline ja karastatud ning 15 mm ulatuses noolutatud (helesinise muutevärvuseni).

Lapikmeislid on tavaliselt 20 mm laiad. Kitsaid meisleid, laiusega mõni millimeeter, nimetatakse ristmeisliteks. Ristmeisliga raiutakse kitsaid uurdeid. Meisleid teritatakse liiva- või smirgelkäial. Teritamisel smirgelkäial ei tohi tera lasta kuumeneda — kasutada veega jahutamist. Teritusnurka kontrollitakse vastava šablooniga.

Raiumist teostatakse kruustangide vahel, alasil, massiivsel metalltalal või plaadil. Kruustangid peavad olema selleks küllalt tugevad. Selleks on sobivad ainult sepakruustangid.

Raiumisel võetakse meisel vasakusse kätte pöidla ja kolme esimese sõrme vahele, kuid mitte eriti tugeva pigistusega. Parema käega haaratakse vasar varre viimasest kolmandikust.

Metalli tükeldamisel asetatakse leht või mingi profiiliga metallitükk alasile või metallplaadile. Meisel asetatakse märgitud kohale vertikaalselt ja lüüakse kerge sälk. Lehtmaterjali tükeldamisel nihutatakse meislit igaks löögiks edasi. Tööd alatakse detaili kaugemast servast ja meisli kohaleasetamisel hoitakse seda esialgu veidi väljapoole kaldu.

Raiumiseks kruustangidel kinnitatakse toorik tugevasti kruustangide vahele. Töötamisel seistakse sirgelt, keha pööratakse poolpöördes paremale ning vasaku jalaga astutakse pool sammu ette. Maharaiumisel hoitakse meisel löögi suunas 35° kaldu, töötaja vaatab meisli terale, et jälgida laastu eraldumist. Meisli peale harilikult ei vaadata, sest käte koostööd juhendab lihastunne.

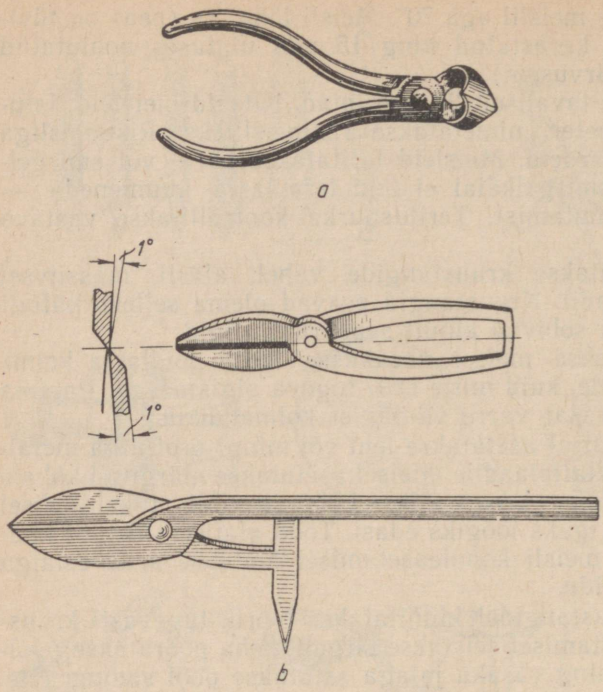
Tuleb jälgida, et tükeldamisel metalli serv jääks sirge ja kisudeta: meisel peab nihkumisel alati sattuma varem tekitatud sälku.

Kui raiutakse tooriku keskpunkti poolt väljapoole, võib tekkida äärte väljamurdumine. Selle vältimiseks tuleb raiuda kas äärte poolt sissepoole või tooriku servad enne faasida. Laiema pinna mahavõtmisel on kasulik kasutada kitsast ristmeislit. Sellega raiutakse esialgu rööbikuurded ja seejärel lapikmeisliga vahed, mis olgu jäetud veidi kitsamad kui meisli laius. Praktika näitab tööjõudluse kasvu, kui raiuda õhukese laastuga (0,5—1 mm).

Kui ei ole karta metalli kõverdumist, raiutakse kruustangide vahel mokkadest kõrgemal. Õhukest lehtmetalli raiutakse mokkade tasapinnal.

Raiumisel tuleb jälgida, et vasar oleks kinnitatud tugevasti varre külge. Vasara laubas ja meisli peas ei tohi olla mõranemisest lahtipaiskuvaid kilde. On soovitatav kasutada kaitseprille ja vasaku käe kaitsekilpi.

Lõikamine. Lõikamisega tükeldatakse leht-, ümar-, latt- jt. sordimetalle. Lõikamiseks kasutatakse lõiketange, kääre ja saage. Tangid ja käärid on pleki ja traadi lõikamiseks, saed aga (käsi- või mehhaanilised) jämedama materjali jaoks. Suuremõõtmelisi metalle (talad, roopad) lõigatakse keevitusseadmete abil.



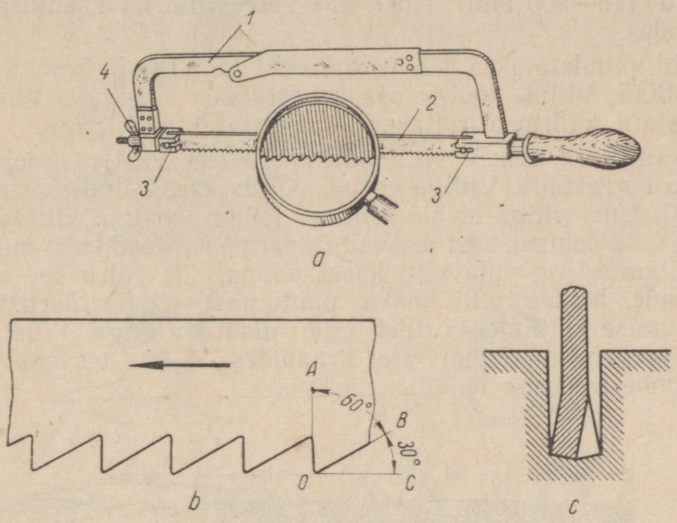
Joon. 160. Lõiketangid (*a*) ja plekikäärid (*b*).

Rauasae raam on pikkuselt tellitav, võimaldades mitmesuguse pikkusega saelehtede kasutamist. Raami ühes otsas on tiibmutriga kruvi saelehe pingutamiseks. Saeleht valmistatakse tööriistaterasest У8-У10. Saelehe hambaid on mitmesuguse suuruse, räsamisviisi ja kujuga. Keskmise jämedusega hambaid on iga 25 mm kohta 17. Õhukese lehtmaterjali saagimisel tuleb kasutada peenemate hammastega saagi. Saelehe lõikeavause kinnijäämist väldi-takse hammaste räsamisega. Jämedad hambad räsatakse üks ühele, teine teisele poole või jäetakse vahele üks räsamata hammas. Peenehambalised saed on räsatud grupiviisi, 2—3 hammast ühele poole, 2—3 hammast teisele poole. Nüriks muutunud saelehti ei korrastata, need kogutakse utiili andmiseks.

Rauasaega töötamisel on töötaja kehahoiak nagu puusaagimisel. Saag võetakse kätte nii, et parem käsi haarab raami käepidemest pealtvõttega (pöial piki käepidet) ja vasak käsi raami teisest otsast. Ettelükkel antakse saele rõhk, tagasitõmbamine on aga rõhuta. Sae edasi-tagasi lükkamine peab toimuma horisontaalselt, võngeteta ja sujuvalt. Ühe millimeetri paksusele saelehele võib rõhuda kuni 1 kG tugevuselt. Saelehe liikumise amplituudi ulatus on $^2/_3$ saelehe pikkusest. Saelehe liikumise kiirus minutis pehme metalli lõikamisel võib olla kuni 50 lüket (edasi-tagasi), kõvemate metallide lõikamisel ainult 30. Paksema metalli lõikamisel kasu-

tatakse saelehe määrimiseks paksu määret (tavotti), millele lisatakse veidi grafiidipulbrit.

Saelehe hambad murduvad sagedasti. Kui saehammas on murdunud, katkestatakse kohe saagimine ja saelõikepilu puhastatakse. Murdunud hamba kõrvalt murtakse veel üks kuni kaks hammast ära. Tekkinud sälk käiatakse kahele poole lamedaks, et vältida kõrvalhammaste murdumist.



Joon. 161. Rauasaag.

a — rauasae ehitus; *b* — rauasae hammastus; *c* — saagimine rauasaega.

Puuduliku saekäsitlusoskuse puhul hakkab saag vahest märkjoonest kõrvale kalduma. Viga saab parandada, kui lõiget alata vastasküljelt. Kui see pole võimalik, siis püütakse viltukulgenud lõikejoont laiendada, et oleks võimalik saagi tagasi suunata märkjoonele.

Lattmaterjali lõikamist alustatakse reeglina kitsamast pinnast. Tööjõudlus on sel puhul tunduvalt suurem. On lati lõigatav serv kitsam kui 2,5 saehamba sammu pikkust, siis seda lõigata ei või, sest nii võib saeleht kinni jääda ja hambad murduda. Sel juhul tuleb lõikamist alustada laiemast pinnast. Pärast seda, kui materjali serva on viiliga tehtud sälk lõike alustamiseks, võib saag latti läbida ka diagonaalselt. Üsna õhukesi lehti saetakse mitmekaupa koos kahe puitklotsi vahel. Kõverjoont mööda saagimisel kasutatakse kitsast jõhvsaagi. Hammaste suund jõhvsael on käepideme poole.

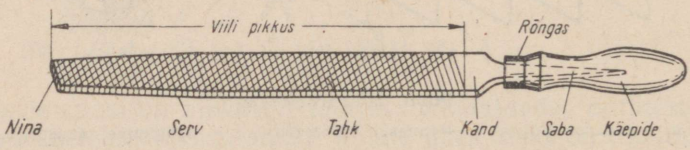
Viilimine. Viilimine on metalli silumise võte, mis järgneb raiumisele ja saagimisele. Viilimisega antakse detailile lõplik suurus

ja kuju. Viilimine jaguneb 1) jämeviilimiseks (mahavõetava töötlusvaru paksus 0,5—1,0 mm) ja 2) peenviilimiseks (töötlusvaru paksus 0,1—0,3 mm).

Ristlõikelt on viilid lapikud, ümmargused, poolümmargused, nelja- ja kolmekandilised ning erikujulised. Raidelt jagunevad viilid järgmiselt: 1) jämeda-, peene- ja sametraidega, 2) liht- ja kahekordse raidega viilideks. Pikkuselt on viilid väga erinevad (75—500 mm). Nõel- ehk väikeviilid on kasutusel spetsiaaltöödes.

Viilid valmistatakse tööriistaterasest У8-У13 või kroomterasest ШХ6-ШХ15. Viilide töötav osa karastatakse tugevalt. Viili saba ei karastata. Viili pea treitakse ja varustatakse rõngaga.

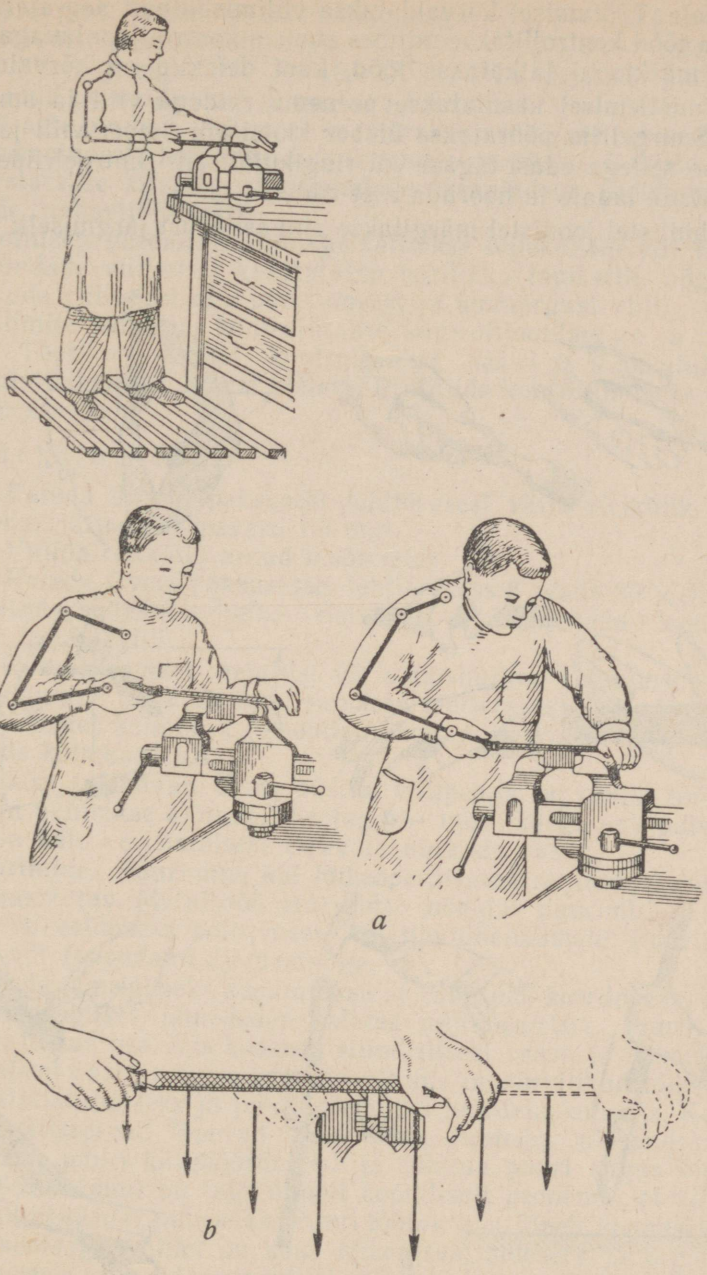
Et säilitada kauem viili töövõimet (teravust), tuleb teda hoida ja korrastada. Viiliga ei tohi viilida karastatud esemeid ega tagikihti. Uue viiliga ei ole esimese tööna soovitav viilida kõvametalli, vaid pehmet, sest teravad raidetipud võivad kohe murduda. Kui töötamisel on vaja viili käest panna, siis tuleb see asetada puitalusele, hoides viili kokku puutumast teiste tööriistadega. Roostetamise vältimiseks tuleb viile niisutada õliga. Viile puhastatakse terasharjaga piki raiet kraapides. Viilide teravus taastatakse ümberraiumise teel.



Joon. 162. Viil.

Viilimiseks kinnitatakse viilitav ese kruustangide vahele nii, et ta ulatuks mokkadest 5—10 millimeetrit kõrgemale. Et kruustangide terasmokad detailile jälgi ei jätaks, tuleb kasutada pehmest metallist vahepakke. Viil haaratakse peast parema käe altvõttega nii, et viilipea jääks otsaga peopesasse. Seejärel asetatakse viil horisontaalselt kruustangide mokkade kohale, kusjuures vasak käsi asetatakse viili esimesele otsale. (Viili ümbert ei tohi sõrmedega kinni võtta, sest viil võib liikumisel sõrmi vigastada.) Viil liigub ettepoole rõhuga, tagasi rõhuta. Viilimisel on oluline käte surve õige ülekandmine viilile. On viil tagasi tõmmatud, antakse pearõhk vasakule käele; mida ligemale kruustangide ja detaili keskpunktile jõuab parem käsi, seda rohkem kandub ka surve paremalt käelt viilile. Töötamisel peab viil liikuma kogu tee pikkuses horisontaalselt (mitte kaarjalt).

Viili õigest käsitsemisest oleneb viilitava pinna ühtlus. Laia pinna töötlemisel tuleb viili suunata ka diagonaalselt vasakule ja



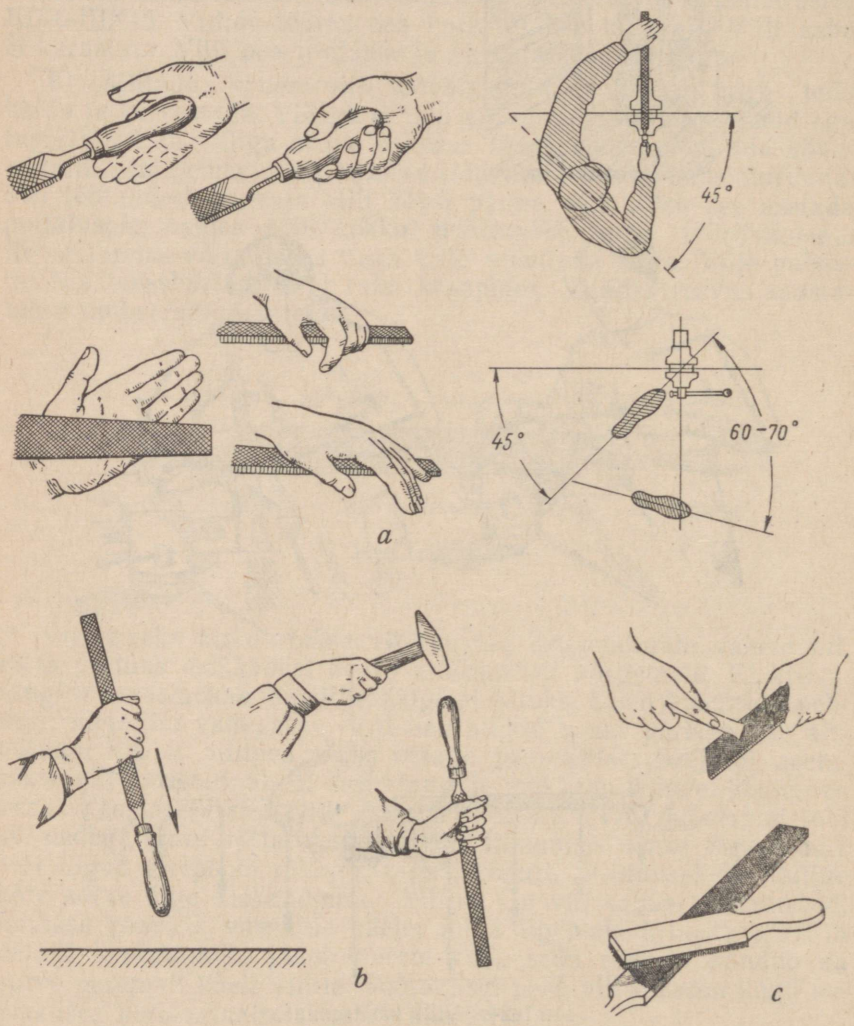
Joon.162-*a*. Viili käsitsemine.

a — viilimisasend; *b* — surumine viilile.

paremale. Töötamisel kõrvaldatakse viilimispinnalt aeg-ajalt viilmed ja tööd kontrollitakse mitmes suunas kontrolljoonlauaga. Jälgides märkjooni jätkatakse tööd, kuni defektid on kõrvaldatud.

Viimistlemisel kasutatakse peenema raidega viili ja smirgelriiet. Smirgelriie pööratakse ümber klotsi või ümber viili ja hõõrutakse sellega edasi-tagasi või ringikujuliselt. Smirgelriide võib ka laotada lauale ja hõõruda eset riidel.

Tehnilistel joonistel märgitakse pinnasiledust järgmiselt: ▽1—



Joon. 162-*b*.

a — viili haaramine; *b* — viilipea otsa löömine; *c* — viili puhastamine terasharjaga.

▽3 kare pind jämedate töötlusjälgedega, ▽▽4—▽▽6 — vähe märgatavate peenviilijälgedega, ▽▽▽7—▽▽▽9 — sile pind sametviili jälgedega, ▽▽▽▽10—▽▽▽▽14 väga sile pind, mis on saadud peenviilimisel ja pastaga lihvimisel.

Kitsaste pindade viilimisel kasutatakse vastavaid rakiseid, sest viili tasapindselt hoidmine kitsal pinnal on raske. Rakiste varal kindlustatakse kitsaste detailipindade tasapindsus (hoiduda eriti servade mahaviilimisest).

Profiilsete pindade viilimiseks valitakse sellekohane viil. Kumerate pindade viilimisel kasutatakse harilikku lapikviili, nõgusate ja aukude viilimisel aga poolkumerat ja ümmargust viili.

Viilimise tulemusi kontrollitakse kontrolljoonlauaga ja nurgikuga. Tooriku paksust kontrollitakse tastri ja nihkkaliibriga. Mõõtmist tehakse mitmest kohast. Profiilide kontrollimiseks kasutatakse šabloone.

Harjutustööd.

1) Raiuda 2 mm paksusest lehtterasest välja ristkülik 30 × × 40 mm, jättes töötlusvaru 1,5 mm.

2) Viilida ristkülik antud mõõtmetes.

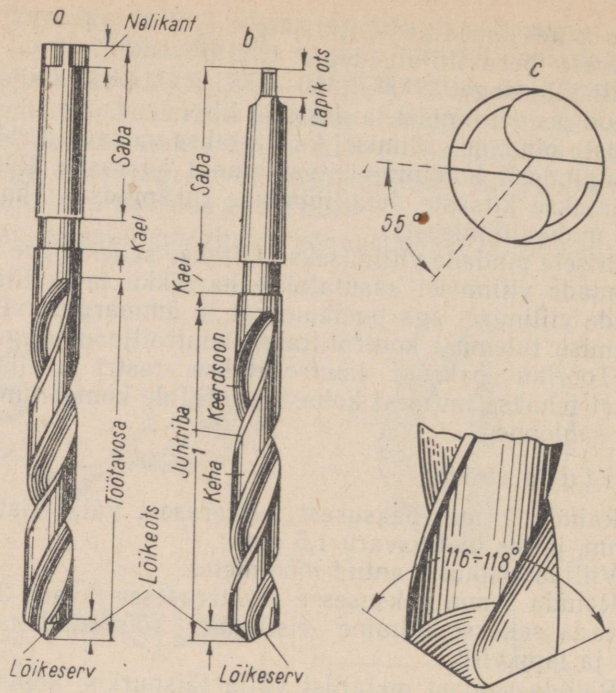
3) Raiuda 2 mm paksusesse lehtterasesse avaus 30 × 40 mm ja sobitada sellesse eelmine ristkülik. Tööriistadena kasutada meislit ja lapikviili.

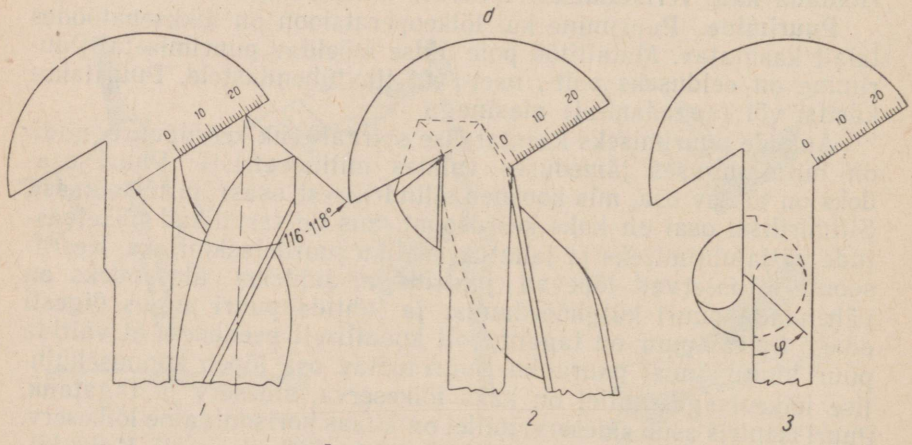
4) Raiuda samast metallist välja täisnurkne kolmnurk kaatetite pikkusega 15 ja 20 mm, samasse lehtterasesse raiuda samades mõõtmetes kolmnurk ja sobitada kolmnurk avasse. Viilimiseks kasutada kolmkantviili.

Lõhkise ja lõdvalt otsas püsiva viilipeaga on ohtlik töötada. Viilmeid puhitakse töölaualt harjaga — mitte käega ega puhudes. Hoiduda käte veristamisest teravate nurkade vastu.

Puurimine. Puurimine kui lõikeoperatsioon on lukksepatöödes laialt kasutatav. Metallitöö pole üldse mõeldav puurimiseta. Puurimine on eelduseks polt-, neet- või tihvtühendustele. Puuritakse käsitsi või (sagedamini) masinaga.

Aukude puurimiseks kasutatakse spiraal- ehk keerdpuure, mida on mitmesuguses jämeduses (alates millimeetrist). Puuri osadeks on töötav osa, mis koosneb silindrilisest osast ja lõikeotsast. Silindrilisel osal on kaks keerdsoont, mis on tarvilikud lõikelaastude väljajuhtimiseks ja jahutusvedeliku juurdelaskmiseks. Keerdsoonte välisservad lõpevad juhtribaga. Juhtriba ülesandeks on vähendada puuri külghõõrdumist ja juhtida puuri augus õigesti edasi. Spiraalpuur on tagantpoolt kooniliselt peenenev, et vältida puuri kinnijäämist puurauku. Puuri töötav osa lõpeb koonusekujulise lõikeotsaga, millel on kaks lõikeserva, sideserv ja tagatahk. Puuri tsentris asub sideserv, millel on kitsas horisontaalne lõikeserv. Puuri lõikeservad asuvad sideserva suhtes 55° nurga all. Kahe lõikeserva vahelist nurka nimetatakse tipunurgaks, mille suurus keskmise kõvadusega terase ja malmi puurimiseks on 116—118°. Nagu



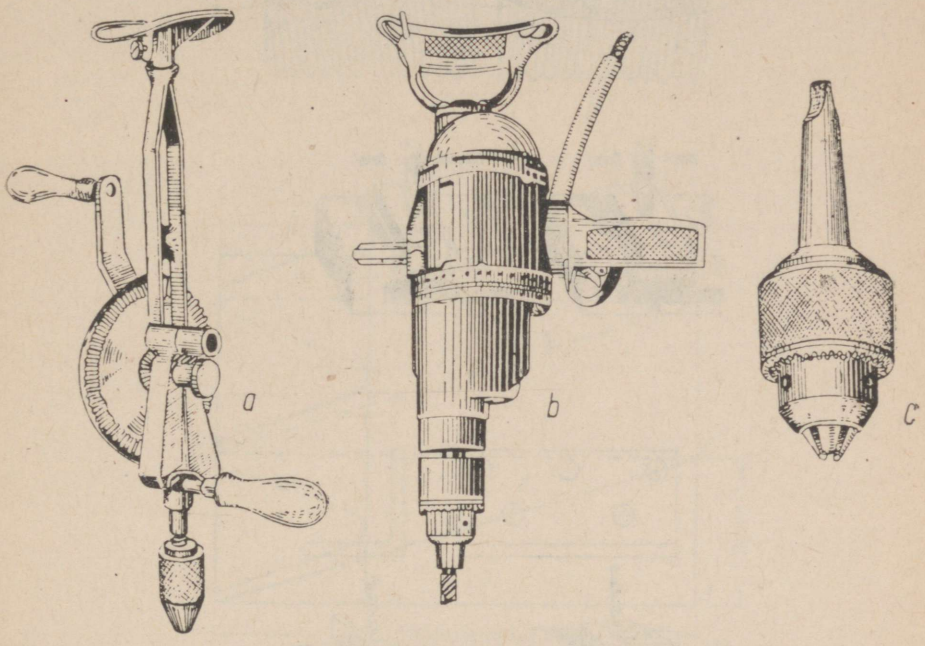


Joon. 163. Metallipuurid.

a — nelikant-otsaga spiraalpuur; *b* — lapikotsaga spiraalpuur; *c* — õigesti teritatud puuriots; *d* — puuriotsa kontrollimine šablooni abil (*1* — lõikeserva pikkuse ja kaldenurga kontrollimine, *2* — tagapinna terituse kontrollimine, *3* — sideserva kaldenurga kontrollimine).

teada, peab tipunurk kõvemate metallide töötlusel olema suurem, et suurendada vastupidavust.

Puuri tagumist otsa nimetatakse puurisabaks. Saba, mis on silindriline või kooniline, kinnitatakse puurmasina või puurivända padrunisse, mille kuju peab vastama saba kujule. Jämedamate kui 10 mm puuride kasutamisel peavad puuride sabad olema koo-

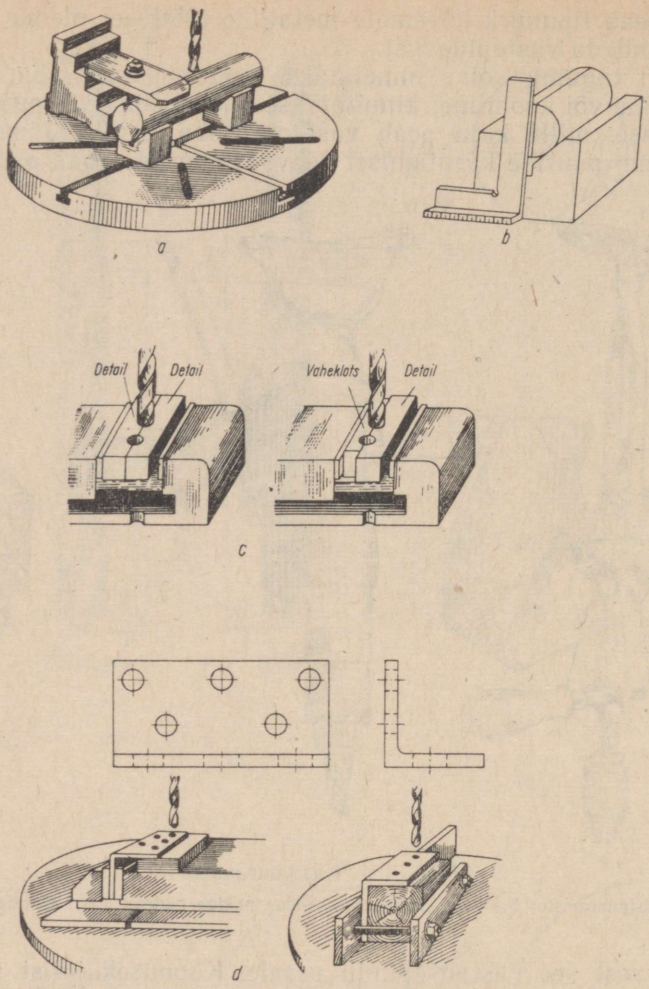


Joon. 164. Käsipuurmasin.

a — käsipuurmasin; *b* — elektritrell; *c* — kolme pakiga padrun puuri kinnitamiseks.

nilised, sest see vastab spindli pesale. Koonusekujulist padrunit nimetatakse morsekoonuseks. Puurmasinate spindlipadrunite koonilisus on erimõõduline. Erinevate mõõtmetega puurisaba ja padruni puhul kasutatakse nn. vahekoonust. Puurisaba lõpeb lapiku otsaga, mis on vajalik puuri koonilisest padrunist väljalöömiseks.

Töötamisel puur nürineb (nüri puur tekitab töötamisel vilistamise taolist häält). Nürinemist põhjustab ka puuri liigne kuumenemine. Nüri puuriga on raske töötada, kannatab töö täpsus ja puur võib murduda. Õppetöö tingimustes tuleb puuri teritada smirgelkäia küljel. Teritamiseks kasutatakse sellekohaseid rakiseid, nende puudumisel tehakse teritus käe vahel. Teritamisel tuleb silmas pidada puuri lõikeservade tipunurga suurust (näit. 116—118°). Teritus tehakse lõikeservade tagatahkudelt. Lõikeservade esitahud ja sideserv ainult silutakse kitsa luisuga. Lõikeser-



Joon. 165. Puurimise võtted ja rakised.

a — detaili kinnitamine töölauale liistu ja prisma abil; *b* — silindri kinnitamine prismale; *c* — poolaukude puurimine; *d* — aukude puurimine nurkterasesse.

vade mõlemad pikkused peavad teritamisel jääma täiesti õigeks ja võrdseks, vastasel korral puur lõikab suurema augu.

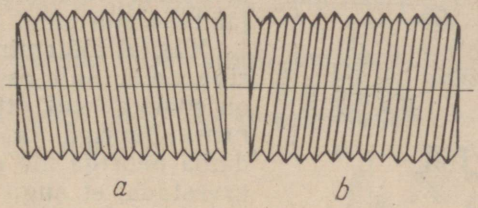
Puuride teritust kontrollitakse šablooniga. Šabloon näitab lõikeserva pikkuse ja lõikenurga suuruse õiget mõõtu.

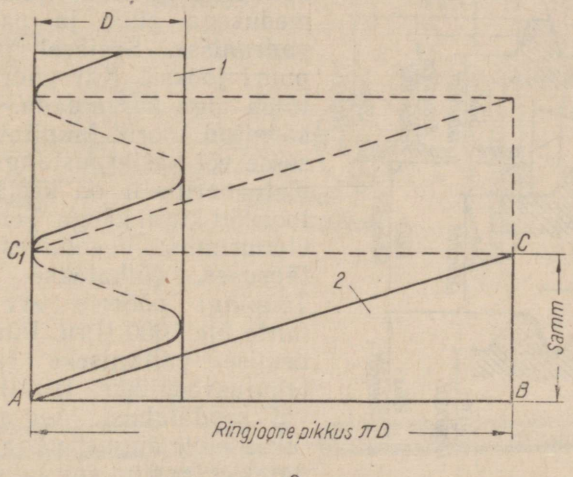
Metalli käsitsi puurimiseks kasutatakse käsitrelli. Käsitrell on varustatud puuripadruniga, millesse on võimalik kinnitada kuni 10 mm jämedusega puure.

Käsitrelliga töötamisel ajab parem käsi vänta ringi, vasak

hoiab trelli käepidemest tasakaalus, ettenihe aga antakse rinnaga tugipadjale surumise teel.

Elektritrelliga töötatakse samuti kui käsitrelliga, töö sellega on ainult kergem.





c

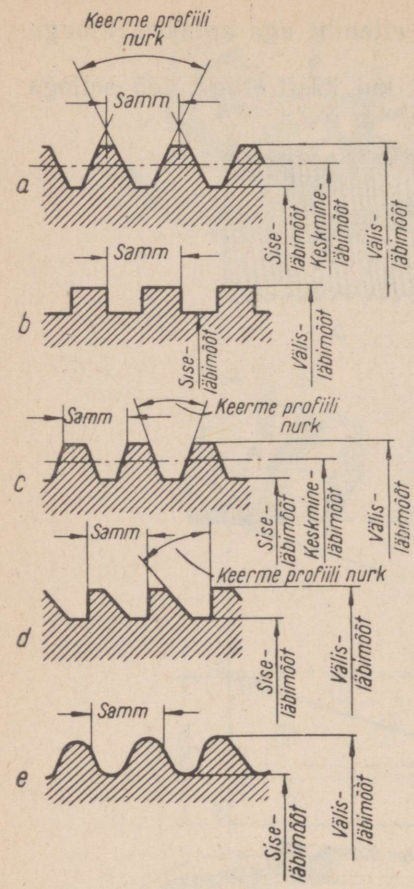
Joon. 166. Keere.

a — parempoolne keere; *b* — vasakpoolne keere; *c* — kruvijoon.

Märksa tootlikumad on puurpingid. Viimasel ajal on neid levitatud tsentraliseeritud korras ka haridusministeeriumi kaudu. Koolidele sobivaid lauale asetatud puurmasinaid on mitmes eritüübis. Nad töötavad elektrimootori jõul.

Lauapuurimismasina materjalosaks on kere, mille külge on monteeritud mootor 0,6 kW, rihmülekandeseadeldis, spindel, mehhanism käsitsi ettenihutamiseks ja töölaud. Rihmülekandeseadeldis võimaldab puuri pöörete arvu tõsta üle 4000 tiiru minutis.

Puurimise alustamisel augu tsenter kärnitakse. Käsitrelliga puurimisel kinnitatakse toorik kruustangide vahele ja puuri hoitakse vertikaalselt. Kerge algpuurimise järel kontrollitakse augu asukoha täpsust. Ebatäpsuse puhul raiutakse nihutatavas suu-



Joon. 167. Mitmesugused keermed.

a — kolmnurkne keere; *b* — täisnurkne keere; *c* — trapetskeere; *d* — tugikeere; *e* — ümarkeere.

nas kolme soont; puurimisel hakkab puur kalduma soonte poole, leides õige asukoha. Puuri läbitungimise momendil tuleb olla ettevaatlik, sest puur võib kisude taha kinni jääda ja murduda.

Käsitsi töötamine jämeda puuriga on küllalt raske, sellepärast on soovitav auk ette puurida peenema puuriga ja seejärel jämedama puuriga üle puurida. Tuleb arvestada, et augu läbimõõt tuleb puuri jämedusest suurem.

Mehhaaniline puurimine pakub õpilastele huvi. Valitakse õige jämedusega puur ja paigutatakse padrunisse. Seejärel proovitakse puuri jooksu. Kui puur «viskab», tuleb viga kõrvaldada. Valitud ja kärnitud toorik kinnitatakse rakisesse või käsikruustangide vahele. Kategooriliselt on keelatud hoida toorikut kinni käega. Tehakse proovipuurimine. Veendudes puuraugu täpsuses, jätkatakse puurimist. Tööpingi pöörete arv seatakse mitte üle 1600 tiiru. Puuri kuumenemise vältimiseks tarvitatakse jahutusvedelikke, tavaliselt seebivõi soodalahust. Aeg-ajalt tõstetakse puur august välja ja kõrvaldatakse laastud spiraalidest. Puuri auku asetamine peab toimuma ettevaatlikult, et puuri mitte murda. Murdumist võivad põhjustada ka puuri käsitlemise puudulik tundmine, nüri puuriga töötamine, toorikus leiduvad tühemikud, puuri kinnijäämine väljumisel jne.

Mehhaanilisel puurimisel peavad seadme rihmarattad, ajamid ja mutrid olema kaitstud vastavate katetega. Lahtised varrukad tuleb kinni siduda. Laastud kõrvaldatakse töölaualt harjaga.

Keermestamine. Kruvidel esineb nn. parema käe keeret ja samuti ka vasaku käe keeret. Kruvi iseloomustatakse kruvisammuga. Kui kruvi pöörata mutris täpselt üks täisring, siis nihkub kruvi edasi pikkuse võrra, mida nimetatakse kruvisammuks. Kruvikeerme elementidest nimetatakse kruvijoont keermesooneks, kruvisoone harju keermeniidiks, kruvijoone tõusu ühe pöörde võrra keerme sammuks. Olenevalt soonte ja harjade kontuuride erinevu-

sest võib kruvi profiil olla kolmnurga, ruudu, trapetsi- jne. kujuline. Kõige tavalisem on kolmnurkkeere.

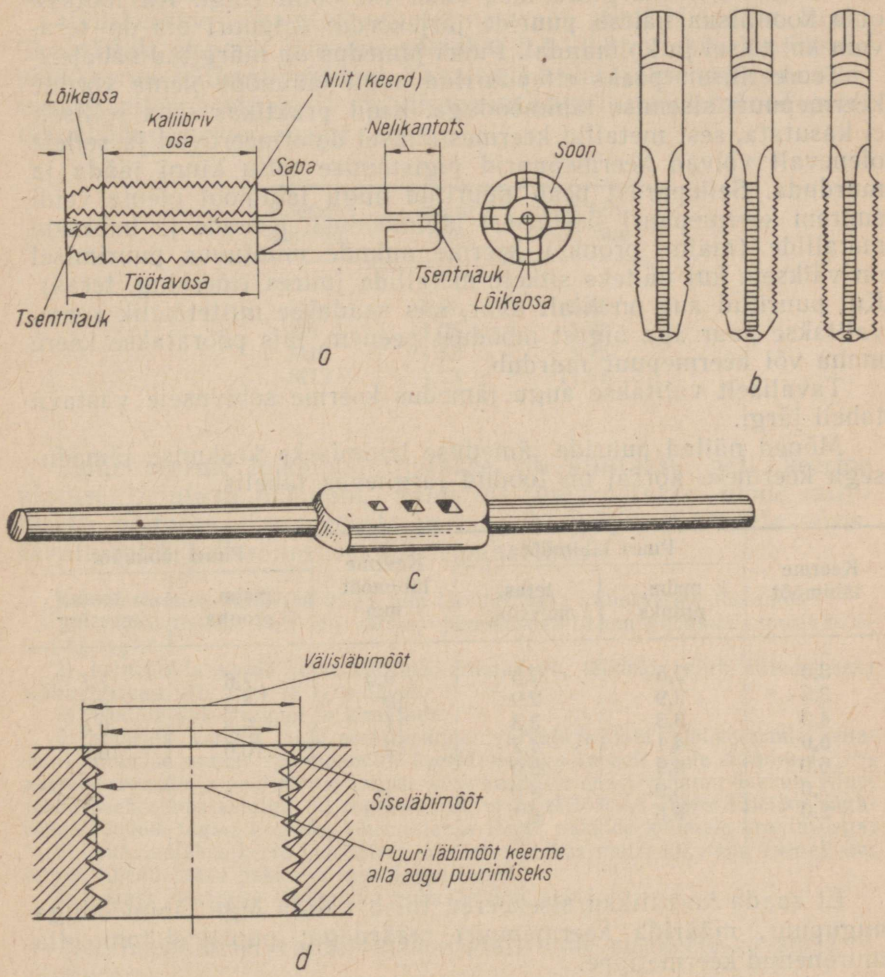
Keermeliike on kolm:

1) meeterkeere, mida rakendatakse kaasaegses tehnikas; keerme sammu ja läbimõõtu arvatakse millimeetrites ja soone tipunurk on 60°;

2) tollkeere, on tarvitusel ainult vananenud tehnikas, soone tipunurk 55°,

3) torukeere, mille profiil on sarnane tollkeermega.

Sisekeermed lõigatakse ettepuuritud aukudesse keermepuuriga.



Joon. 168. Sisekeere.

a — keermepuur; *b* — keermepuuri komplekt; *c* — puuripide; *d* — keerme alla puuritava augu läbimõõt.

Sisekeerme keermepuur on kruvi, mille töötavasse ossa on lõigatud pikisuunas sirged või spiraalsed sooned, mille kaudu eemaldub lõikepuru. Puuri teine ots (saba) on töödeldud kandiliseks, et seda saaks pöörata pöörkangiga.

Keermepuuri töötava osa esimene ots teeb keerme lõikamisel suurema osa tööst, teine pool (kalibreeriv osa) puhastab keerme soont ja juhib puuri edasinihkumist augus.

Keerme käsitsi lõikamisel kasutatakse kahest või kolmest keermepuurist koosnevat komplekti. Esimene puur lõikab eelpuurimise korras õhema kruvisoone, teine ja kolmas süvendavad ja puhastavad eelmiste tööd. Puuride järjekorra äratundmiseks on nende sabadele märgitud üks, kaks või kolm ringi. Ka töötava otsa koonilisus näitab puuride järjekorda: eelpuuri ots on teravam kui teisel ja kolmandal. Puuri jämedus on märgitud sabale.

Teoreetiliselt peaks ettepuuritud augu läbimõõt olema võrdne keermepuuri sisemise läbimõõduga. Kuid praktikas seda selliselt ei kasutata, sest metallid keermestamisel deformeeruvad ja sellest olenevalt võivad keermepuurid pigistamise tõttu kinni jääda ja murduda. Sellepärast peab puuritud augu läbimõõt olema veidi suurem keermepuuri sisemisest läbimõõdust. Kõvade ja habraste metallide (malm, pronks) keerme aukude muutuvus puurimisel on väiksem kui näiteks sitkete metallide juures (messing, teras). Kui puuritud auk on liialt avar, siis saadakse mittetäielik keere, valitakse puur aga õigest mõõdust peenem, siis pööratakse keere maha või keermepuur murdub.

Tavaliselt valitakse augu jämedus keerme sobivusele vastava tabeli järgi.

Mõned näited puuride jämeduse leidmiseks keskmise jämedusega keermete korral on toodud järgnevas tabelis.

Keerme läbimõõt	Puuri läbimõõt		Keerme läbimõõt mm	Puuri läbimõõt	
	malm, pronks	teras, messing		malm, pronks	teras, messing
3,0	2,5	2,5	9,0	7,6	7,7
3,5	2,9	2,9	10	8,3	8,4
4,0	3,3	3,3	11	9,3	9,4
5,0	4,1	4,2	12	10,0	10,1
6,0	4,9	5,0			
7,0	5,9	6,0			
8,0	6,6	6,7			

Et saada korralikku sisekeeret, tuleb valida õige läbimõõduga augupuur, määrida keermepuuri määrdega; puuril ei tohi olla murenenud keermetippe.

Keermestamise näidistöö 1: 10 mm läbimõõduga sisekeerme lõikamine. 1) Valida pehmest terasest klots paksusega 10 mm, 2) valida tabeli järgi puur

(8,4 mm), kärnida ja puurida auk, 3) süvendada augu servi 1 mm ulatuses ja keermestada auk määritud eelkeermepuuriga; keermepuuri keeramiseks kasutada pöörkangi; 4) puurida teise ja kolmanda puuriga; 5) kontrollida keerme sobivust poldiga.

Väliskeere lõigatakse silindrilistele varrastele või poltidele. Tööriistana kasutatakse nn. keermepakke. On olemas väga mitmesuguse kujuga keermepakke, mis asetatakse kluppidesse. Kluppidesse asetatavaid pakke on võimalik kruviga reguleerida (suruda koomale). Pakkidele on peale löödud nende mõõt ja keerme tüüp. Л tähendab, et pakid on vasakpoolse keerme jaoks. Ümmarguste keermepakkidega lõigatakse keere ühe siirdega, nihutatavate pakkidega aga mitmekordselt reguleeritava siirdega.

Väliskeerme lõikamisel on oluline teada poldi jämedust. Praktika näitab, et poldi jämedus võetakse 0,4—0,3 mm võrra väiksem väliskeerme välisest mõõdust. Tavaliselt kasutatakse mõõtude leidmiseks sellekohast tabelit. Näidisena on allpool antud mõned poldi läbimõõdud meeterkeerme jaoks.

Keerme läbimõõt	samm mm	poldi läbimõõt mm
M6	1,00	5,80
M8	1,25	7,80
M10	1,50	9,75
M12	1,75	11,76

Enne keerme lõikamist treitakse või viilitakse polt keerme ulatuses nõutava mõõduni, poldi ots ümardatakse mõne millimeetri ulatuses. Kuna rooste ja tagikiht mõjub pakkidele nüristavalt, tuleb polt sellest hoolikalt puhastada.

Keermestamise näidistöö 2: 11 mm läbimõõduga väliskeerme lõikamine.

1) valida toorik (polt või varras) jämedusega 10 mm, puhastada toorik roostest ja tagist;

2) kontrollida varda jämedust mõõteriistadega, töödelda varb silindriliseks (läbimõõduga 975 mm) ja faasida ots;

3) asetada pakid kluppi ja kinnitada;

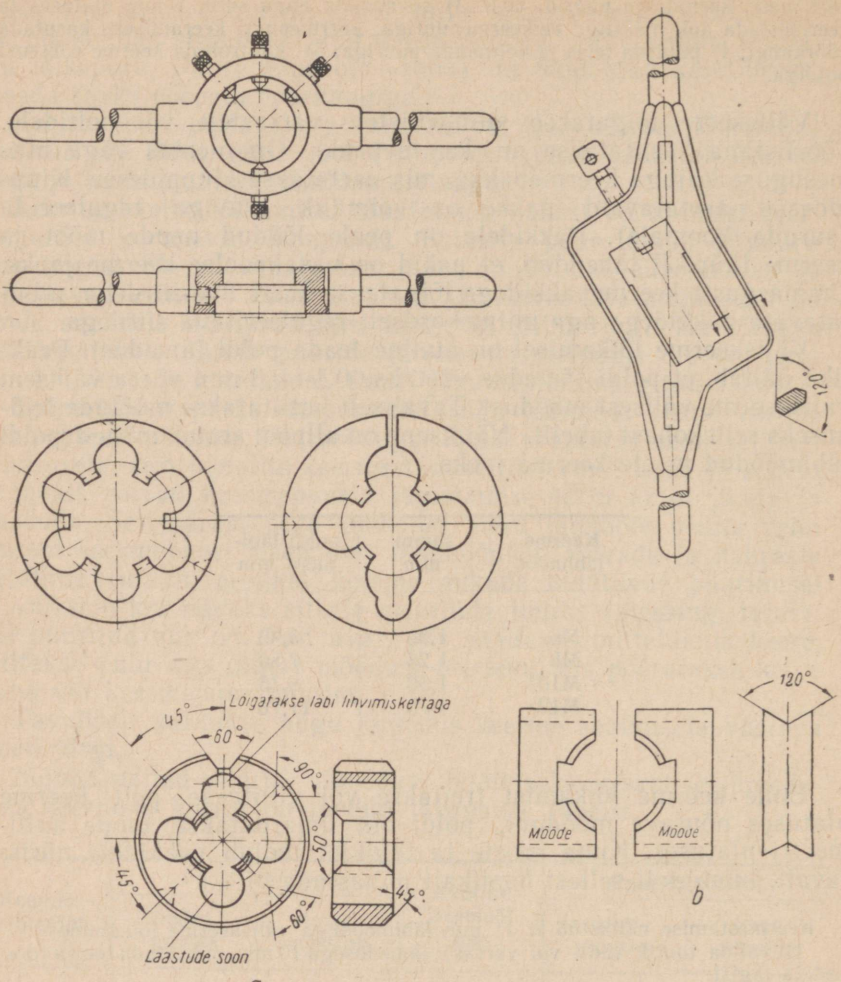
4) määrida varrast õliga, asetada klupp vardale ja alata klupi keeramist kellaosuti liikumise suunas (parempoolne keere), esialgu kergelt peale surudes 1—$1^1/_2$ pööret paremale ja pool pööret tagasi, kuni keere ise edasi vedama hakkab. Klupi seade peab olema esialgu nii reguleeritud, et ta ei lõikaks keeret täieliku sügavuseni. Pakke tagasi keerates tihendatakse lõiget pakkide koomale kruvimisega;

5) puhastatakse keere laastudest ja kontrollitakse mutri liikumist vardal; kui tarvis, tihendatakse pakke ja korratakse lõiget;

6) pärast lõikamise lõpetamist puhastatakse pakid.

Keermestamisel valmistatakse alati enne sisekeere ja seejärel väliskeere.

Metalli õgvendamine ja painutamine. Metall on sageli kõverdunud ja kaardunud. Seepärast tuleb materjal enne töötlemisele



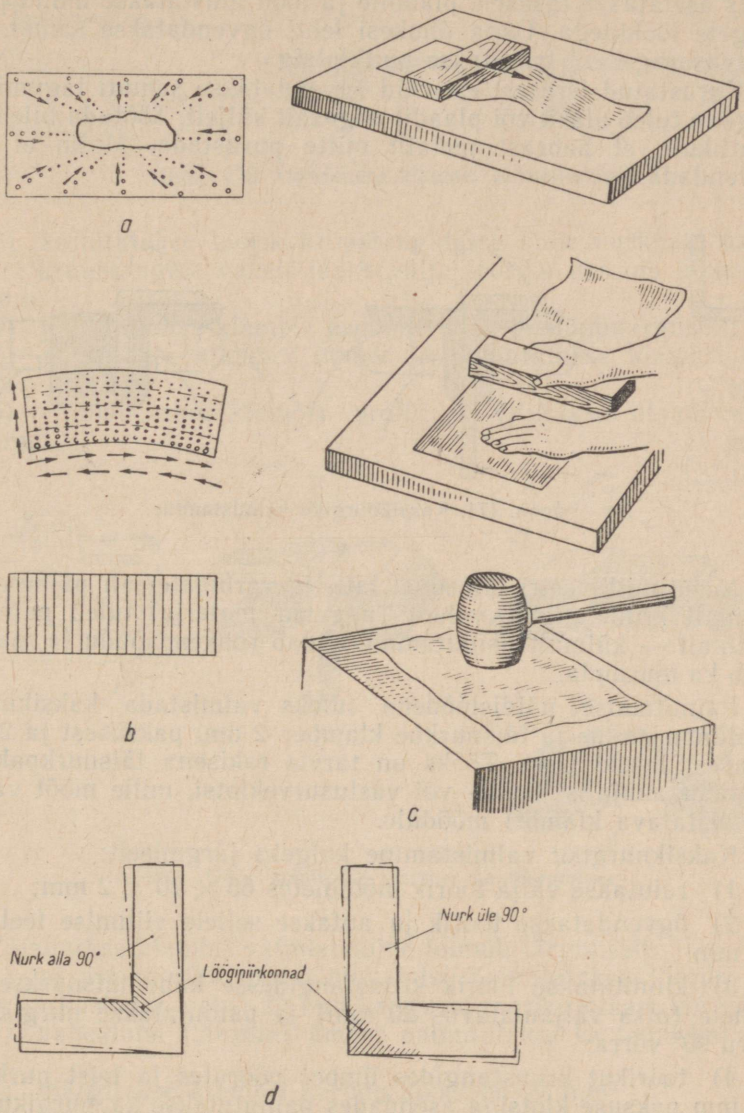
Joon. 169. Väliskeere.

a — rõngasklupp pakkidega; *b* — klupp nihutatavate pakkidega.

asumist õgvendada. Õgvendamisel tuleb metalli mõnest kohast välja venitada, teisalt kokku suruda. Seda tehakse ümarlaubalise vasara abil alasil või plaadil. Mõlkide vältimiseks puhtal pinnal olgu vasara laup sile, õhukeste lehtede tagumisel kasutatagu aga puitvasarat või silumisklotsi.

Latti õgvendatakse alasil või plaadil: latt asetatakse kumerusega ülespoole ja löögid juhitakse kumerusele. Tulemust kontrollitakse silma järgi või tasasele plaadile asetamise teel.

Lehtterase kühmu saab kõrvaldada jägnevalt. Kühm piiratakse

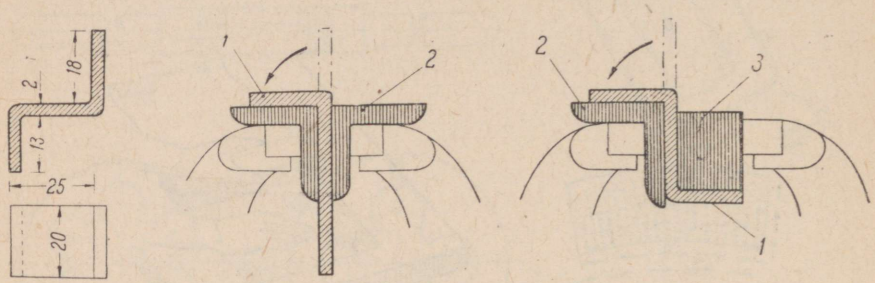


Joon. 170. Õgvendamise võtted.

a — ääre venitamine tagumise teel (punktid näitavad löökide tihedust ja tugevust); *b* — nõgusa pinna väljatagumine; *c* — lehtterase õgvendamine plaadil puitvasaraga; *d* — nurgiku vea parandamine tagumise teel.

märkjoonega. Kühmu kõrvaldamiseks on vajalik kühmu ümbritsevat pinda venitada ringikujuliselt igas suunas tagumise teel. Lehtteras asetatakse tasasele plaadile ja tööd alustatakse muhu piirist kergete löökidega. Üsna õhukesi lehti õgvendatakse samal viisil puitvasaraga või triigitakse puitklotsiga.

Karastatud terasest esemeid õgvendatakse samuti tagumisega. Taguda tuleb alasil või plaadil nõgusalt küljelt. Töötada tuleb ettevaatlikult, et habrast metalli mitte purustada. Malm ei anna õgvendada.



Joon. 171. Kaksiknurgiku valmistamine.

Mõne millimeetri jämedust latt- ja varbmaterjali painutatakse külmalt kruustangide vahel. Tugevam materjal tuleb painutada kuumalt — külmalt painutamine nõuab rohkem jõudu ja materjal võib ka murduda.

Painutamise näidistöödena tuleks valmistada kaksiknurgik, poolümmargune ja täisnurkne klamber 2 mm paksusest ja 20 mm laiusest lehtterasest. Tööks on tarvis rakisena täisnurkpakke ja risttahukakujulist hoide- või vastusurveklotsi, mille mõõt vastaks valmistatava klambri mõõdule.

Kaksiknurgiku valmistamine kulgeks järgmiselt:

1) raiutakse välja toorik mõõtmetes 65 × 20 × 2 mm;

2) õgvendatakse toorik ja antakse sellele viilimise teel laius 20 mm;

3) kinnitatakse toorik kruustangidesse kahe täisnurkse paki vahele (otsa väljaulatavus 20 mm) ja painutatakse nurgiku üks haru 90° võrra;

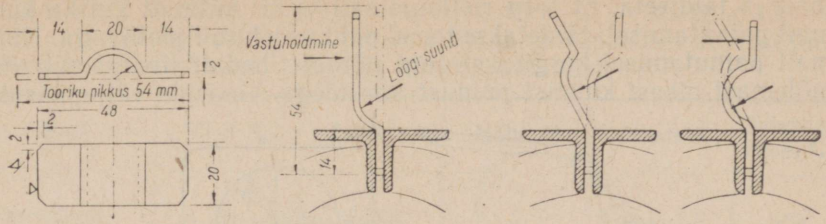
4) toorikut kruustangides ümber pöörates ja teist nurkpakki 25 mm paksuse klotsiga asendades painutatakse ka nurgiku teine haru 20 mm pikkuselt;

5) viilitakse nurgiku haru otsad mõõtu ja kõrvaldatakse kisud.

Poolümara klambri valmistamine toimub järgmiselt:

1) raiutakse samast materjalist toorik 65 × 20 × 2 mm;

2) märgitakse toorikule klambriharude pikkused 20 mm;



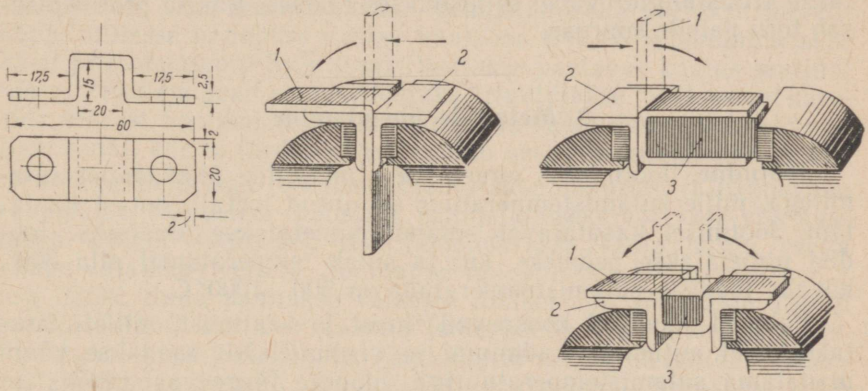
Joon. 172. Poolümara klambri valmistamine.

3) kinnitatakse toorik kruustangidesse kahe nurkpaki vahele nii, et kruustangide vahelt jääks välja tooriku üks ots pikkusega 21 mm;

4) painutatakse klambri esimene haru poolümmarguselt;

5) pööratakse klamber ümber ja painutatakse klambri teine pool;

6) viimistletakse klambri profiil ja viilitakse otsad mõõtu (20 mm.).



Joon. 173. Täisnurkse klambri valmistamine.

Täisnurkse klambri valmistamine toimub järgmiselt:

1) pärast tooriku ettevalmistamist painutatakse tooriku üks haru nurkpakkide vahel 20 mm kaugusel tooriku otsast 90° võrra;

2) vaheklotsi (20 mm) ümber painutatakse ka teine haru 90° võrra;

3) märgitakse klambri harude pikkused 20 mm;

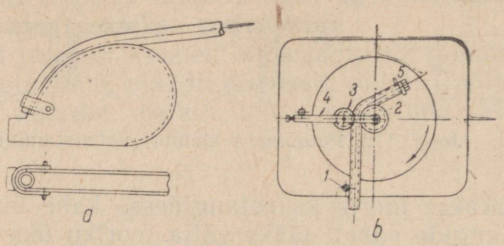
4) kinnitatakse klamber kahe nurkraua ja vaheklotsi vahel kruustangidesse ja painutatakse mõlemad harud 90° võrra;

5) viilitakse harud mõõtu ja kõrvaldatakse kisud.

Üle 5 mm paksust lehtterast ja latt-terast painutatakse kuumalt.

Torusid painutatakse vastavate rakiste ja tööpinkide abil. Väikese läbimõõduga ja painderaadiusega torusid saab painutada kül-

malt ja täidiseta. Et toru ristlõige säiliks nii külmalt kui ka kuumalt painutamisel, täidetakse torud puhta sõelutud jõeliivaga. Kuumalt painutamisel korgitakse toru pärast tihedalt liivaga täitmist mõlemast otsast kuivast puidust korkidega. Gaaside väljapääsuks



Joon. 174. Toru painutamine.
a — šablooni abil; *b* — rakise vahel.

puuritakse korkidesse väikesed augud. Kuumutatud toru painutatakse kruustangide vahel sellekohases rakises. Rakise profiil määrab toru painde suuruse.

8. Metallide ühendamine.

Jootmine. Jootmiseks nimetatakse metallide ühendamist sulamitega, mille sulamistemperatuur on antud metalli omast madalam. Jootmisel kasutatavat sulamit nimetatakse joodiseks. Joodist nimetatakse pehmeks, kui ta sulab temperatuuril alla 300°, kõvade joodiste sulamistemperatuur on 500—1000° C.

Pehmed joodised koosnevad tinast ja seatinast, millele lisatakse veel antimoni, kadmiumi ja vismutit. Nii saadakse kõige madalama sulamistemperatuuriga joodis. Järgnevas tabelis on antud pehmete joodiste koostised ja kasutamise viisid.

Mark	Tina %	Seatina %	Lisandid	Sulamis temp. C kraadides	Kasutatavus
ПОС90	90	10	—	300	Konservitööstus.
ПОС60	60	40	—	195	Kergesti sulavate metallide jootmine.
ПОС50	50	50	—	220	Messingi ja teraspleki jootmine.
ПОС40	40	60	—	240	Tinutatud pleki ja lehtmessingi jootmine.
ПОС15	15	25	vismut 60%	125	Mitmesugused metallid, kui ühenduse tugevus ei ole eriti nõutav.

Lühendi selgitus: П — joodis, О — tina, С — seatina, СР — hõbe, arv lühendi juures näitab tina hulka protsentides. Kõvad joodised koosnevad vase, tsingi ja hõbeda sulamist:

Mark	Vask %	Tsink %	Hõbe %	Lisandid	Sulamis-temp. C°
Vase-tsingi ПМЦ-36	36	ülejääk	—	tina 1,5 raud 0,5 plii 0,5	850
ПМЦ-48	50	ülejääk	—	„	880
Hõbeda ПСР-10	52—54	—	9,7—10,3	plii 0,5	830
ПСР-70	32—33	—	69,5—70,5	plii 0,3	780

(Lühendites М — vask; Ц —tsink; СР — hõbe.)

Valmisjoodise puudumisel võib seda koostismetallidest ise valmistada. Tina-seatina-joodise valmistamiseks võetakse metallkopp, millesse pannakse vastav kaaluosa tina. Nõu kuumutatakse ääsil ja jootelambil. Sula tinale lisatakse vastavas kaalus seatinatükke. Et sulam pealt ei oksüdeeruks, riputatakse peale peent kasesütt. Pärast hoolikat segamist valatakse vedel sulam kolmekandilisse renni, kus ta tardub ning muutub seega kasutamiskõlblikuks.

Pehme joodisega jootmisel kasutatakse happelist ja happevaba räbustajat. Happelise räbustaja valmistamiseks võetakse viis kaaluosa kanget soolhapet, mis lahjendatakse sama hulga veega (hape valatakse vette!). Soolhappe iga viie osa kohta võetakse 1 osa tsinki, mida pannakse väikeste tükikestena vedelikku. Tsingi sulamise järel kantakse saadud jootevedelik (tsinkkloriid) pintsliga puhastatud jootekohale. Tsinkkloriid mõjub metallidele sööbivalt, tekitades metalli pinnal kiiresti korrosiooni. Seepärast tuleb metalli pind pärast jootmist puhastada vee ja lapiga. Happevaba räbustajana kasutatakse kampolit, stеariini või jootepastat. Jootmisliited ei ole nende vahenditega jootmisel küll nii tugevad, kuid otstarbekad sel puhul, kui happe jootmisjärgne kõrvaldamine pole teostatav (elektrijuhtmed, aparaadid jm).

Kõva joodisega jootmisel võetakse räbustajaks kas puhast booraksit või segu, mis koosneb 8 osast booraksist, 3 osast keedusoolast ja 3 osast potasest.

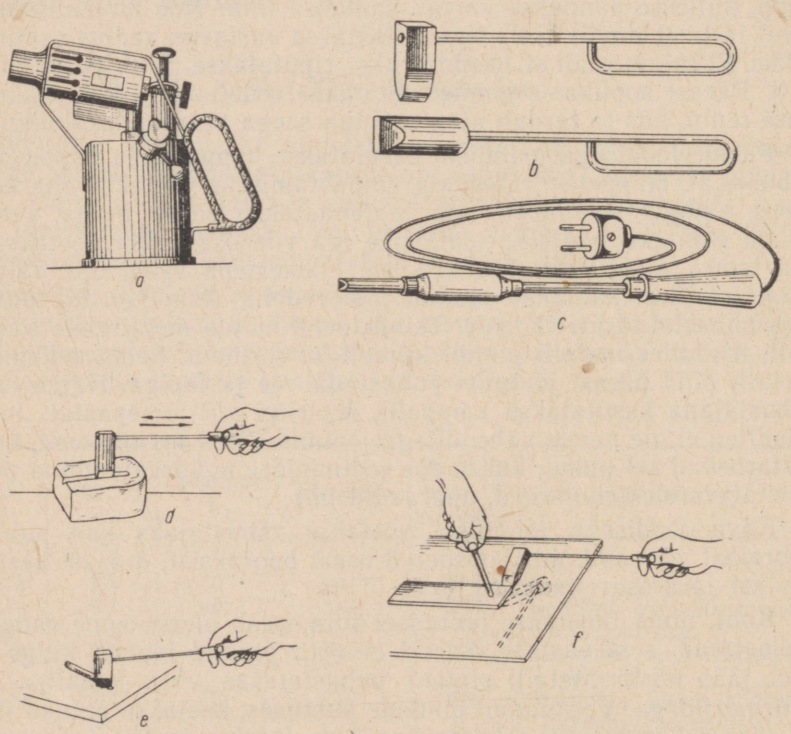
Koht, mida tahetakse jootmisel liita, peab olema enne rangelt puhastatud, sest vastasel korral ei võta pinnad joodist külge ja liide jääb nõrk. Metalli pinnad puhastatakse viili, kaabitsa või smirgelriidega. Veendunud pindade puhtuses, kaetakse pinnad jootekohas sel momendil räbustajaga, kui alatakse jootmist.

Jootmisel kasutatakse jootetõlvikut ehk kolbi. Tõlvik on valmistatud punasest vasest ja sarnaneb kujult vasara või meisliga.

Väiksemate jootmistööde juures tarvitatakse laialt ka elektritõlvikuid. Puhastatud tõlvikut (seljaosa) kuumutatakse kas sütel või leeklambil. Tõmbub tõlviku selg punakaks, on tõlvik küllaldaselt kuum. Järgneb tõlviku puhastamine. Selleks kastetakse tõlvik momendiks jootevedelikku (tsinkkloriidi), joodisekangist võetakse tõlviku teraviku külge paar tilka joodist ja hõõrutakse teravikku salmiaagitüki sälgus, kuni see kattub joodise korraga. Seejärel vajutatakse tõlvik varem valmispandud, jootevedelikuga kaetud pinnale, et seda kuumutada. Nihutades tõlvikut vähehaaval edasi kattub liitekoht tinakorraga. Kui joodise hulk tõlvikul jääb väheseks, võetakse seda juurde. Jahenemise ja jootekoha puhastamise järel on liide valmis.

Õpilastel läheb töö kergemini, kui lõigata väiksed joodisekillud ja asetada nad jootekohale.

Kooli tööõpetuse raames tuleks praktiliselt piirduda ainult pehme joodisega jootmisega. Kõva joodisega jootmist võiks selgitada teoreetiliselt või ka demonstreerida. Jootmine kulgeb siis järgmiselt:



Joon. 175. Jootmine.

a — jootelamp; *b* — kuumutatavad jootetõlvikud; *c* — elektritõlvik; *d* — tõlviku puhastamine salmiaagitükil; *e* — joodise võtmine; *f* — jootmine.

1) eseme vastavad osad töödeldakse hästi tihedalt liituvaks;
2) liitekoht kaetakse veega vedeldatud booraksiga;
3) liitekoht seotakse traadi või klambriga;
4) liitekohale pannakse vase-tsingi- (või hõbeda-) joodist;
5) liitekohta kuumutatakse kuni joodise sulamiseni (sinine leek);
6) terasvardaga lisatakse liitekohale booraksit;
7) pärast jahtumist ese puhastatakse ja silutakse.

Alumiiniumesemete jootmise eeltingimuseks on jootekohtade eeltinutamine. Selleks puhastatakse jootekohad viili, kaabitsa või smirgelriidega. Järgneb detailide kuumutamine leeklambiga või õhukese materjali korral hariliku jootetõlvikuga. Soojendatud pinnad hõõrutakse üle esiteks räbustaja ja seejärel joodisetükiga. Joodis ei tohiks sel juhul vedelaks muutuda, paraja temperatuuri korral on ta sitke. On jootekoht sel viisil korralikult tinutatud, järgneb jootmine tavalises korras.

Räbustajateks valitakse pehme joodise korral kaalu järgi 3 osa oliivõli, 2 osa kampolit ja 1 osa kaltsineeritud tsinkkloriidi. Joodised on koostiselt järgmised: 1) 25% tsinki, 55% tina ja 2% kadmiumi, 2) 25% tsinki, 40% tina, 15% alumiiniumi ja 20% kadmiumi.

Soolhappe aurud põhjustavad terasriistade korrosiooni, sellepärast tuleb hoolitseda korraliku ventilatsiooni eest jootmistööde ajal. Loomulikult võetakse õigeaegselt tarvitusele abinõud ka tule, happe jt. vastu.

Tinutamiseks nimetatakse metalli pinna katmist tinaga (peamiselt inglistinaga). Paljud metallid korrodeeruvad välismõjude tõttu või riknevad mõnel muul toimel. Seepärast kaetakse niisuguste metallide välispinnad õhukese tinakorraga, sest tina ei oksüdeeru. Üldtuntud on nn. valgeplekk, mis on tüüpilisemaid tinutatud lehtterase sorte. Konservikarbid ja majapidamises kasutatavad toidunõud (välja arvatud alumiinium ja malm) valmistati senini ainult tinutatud materjalist.

Tinutamisel kasutatakse tina seatina ja tsingi lisandiga, näiteks 18% tina ja 82% seatina, või 71% tina, 23% seatina ja 6% tsinki. Abimaterjalidena tarvitatakse sool- ja väävelhapet, salmiaaki ning tsinkkloriidi. Tinutatav pind puhastatakse ja söövitatakse hapetega. Metalli pind puhastatakse (haljastatakse) mehhaaniliselt harjade, viilide või kaabitsate abil. Söövitamine on keemiline toiming. Väävel- või soolhape lahjendatakse 20—30-protsendiliseks (hape valatakse vette, mitte aga vastupidiselt) ja seejärel niisutatakse pinda kümmekond minutit. Hape kõrvaldatakse külma ja kuuma veega pestes. Kuiv pind kaetakse tsinkkloriidi lahusega ja kuumutatakse sütel või leeklambil. Tulisele pinnale kantakse tinatükikesed, mis hakkavad sulama ja laiali valguma. Sulatina hõõrutakse puhta takunühisega ühtlaselt laiali. Jahtunud pind hõõrutakse märja liivaga üle ja puhastatakse veega.

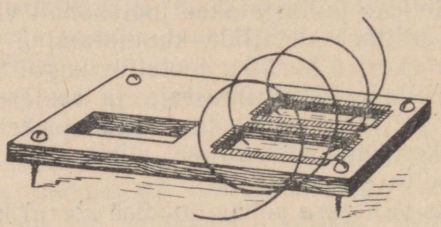
Väikseid esemeid võib ka nii tinutada, et ese kastetakse sula-

joodisesse. Hoidnud eset veidi aega joodises, võetakse ta välja ja raputatakse, et kõrvaldada liigne tina. Pind pestakse jahutamise järel veega ja hõõrutakse kuivaks.

Tinutamist on vaja mõnede nõude kulunud kohtade uuendamiseks.

Tööõpetuse raames võib osutuda vajalikuks traadi tinutamine, sest tinutatud traati, mida vajatakse mitmesuguste traadist esemete valmistamisel, pole alati saada.

Traadi tinutamine toimub järgmiselt.



Joon. 176. Traadi tinutamine.

Tehakse plekist kaks väikest vannikest ja keeratakse plekiservad üles nagu praepannil. Vannikese külgvaade võiks olla trapetsikujuline, pealmise serva pikkus umbes 120 mm ja alumise 100 mm. Vannikese laius võiks olla 20 mm, kõrguseks ühel 30 mm ja teisel 25 mm. Ülemised servad on 5 mm laiuselt rõhtsalt väljapoole pööratud.

Paremaks paigalpüsimiseks monteeritakse vannid lauasse. Laua pikkuseks olgu näiteks 300 mm, laiuseks 100 mm ja paksuseks 20 mm. Lauasse raiutakse kolm sobivat auku, nii et vannid mahuksid neisse, toetudes ülemistele pööratud plekiäärtele. Aukude vahe olgu 20 mm. Laua nurkadesse puuritakse kruvid, mis on lauale jalgadeks. Ühte auku asetatakse 30 mm sügavune vannike, nii et põhi toetuks parajasti aluspinnale, teine jääb vastavalt aluspinnast kõrgemale. Jalgade (kruvide) kõrgus on reguleeritav. Madalamasse vanni valatakse puhas lahjendatud soolhape, sügavamasse joodis ja kogu seadeldis asetatakse tulisele pliidirauale. Varsti läheb sügavamas vannis tina sulama, happevann aga ei kuumene. Traadi tinutamiseks võetakse tsingitud traat (sel pole roostet) ja kastetakse see soolhappesse ning seejärel joodisesse.

Kui on tarvis tinutada pikka ja jämedamat traati, keeratakse see enne spiraalvedru-kujuliseks. Läbimõõduks võib olla umbes 150 mm ja keerdude kaugus üksteisest 40 mm. Sellist spiraali ei ole raske läbi kõrvuti olevate vannide veeretada, nii et traat kastuks happesse ja järgmise ringiga tinasse. Hea on, kui üks õpilane juhib traati ülaltpoolt vanni ja teine tinutatud traati teiselt poolt vastu võtab, hoides seda pliidirauast kõrgemal.

Peent traati tinutades võib vannikesed asetada otsakuti, kasu-

tades selleks lauda tehtud kolmandat auku. Siis tõmmatakse painduv traat pikuti läbi kahe vanni, surudes selle, näiteks sälguga varustatud pulga otsaga vedelikusse. Sellise mooduse kasutamisel jätkub tegevust neljale õpilasele.

Et happed mõjuvad sööbivalt inimese kehale ja riietele, tuleb jootmisel ja tinutamisel kasutada kummikindaid, prille, põlle, tange ja näpitsaid. Happed hoitakse klaaspudelites, mis suletakse klaaskorgiga. Jootmis-tinutamistöö toimugu hea ventilatsiooniga ruumis. Tuleb eemaldada kergesti süttivad ained. Leeklamp täidetakse kütusega kustunud ja jahtunud olekus. Hoiduda tuleb ülemäärasest õhu pumpamisest lampi. Tõlvikud, räbustajad ja joodised hoitakse laual vastavatel alustel.

Neetühendused. Neetimiseks nimetatakse kahe või mitme detaili ühendamist neetide abil. Neetühendustega liidetakse leht-, latt- ja vitsterast. Neetühendust saab lahti võtta ainult neetide lahtiraiumise teel. Kõige sagedamini kasutatakse nn. külmneetimist. Needi jämedus ei ulatu sel puhul üle 10 mm.

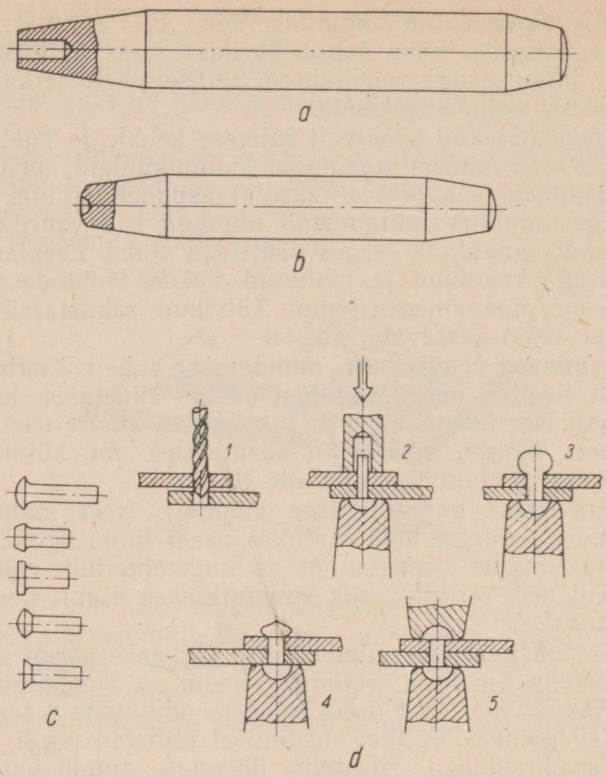
Jämedaid neete paigaldatakse kuumalt. Neet kuumutatakse kogu ulatuses (sellega hõlbustatakse needi kinnitagumist). Neet peab olema august peenem, et ta kuumendatult vabalt auku mahuks. Kui neet on pikk, siis kuumutatakse ainult needi laiaks taotavat otsa.

Needi ümmargust pead nimetatakse algpeaks, needi silindrilist osa aga varreks. Tavaline neetimise viis on nn. ümarpeaneetimine, sel korral jäävad mõlemad needi pead ühendatavate detailide tasapindadest kõrgemale. Peitpea neetimisel ühtuvad needi pead aga detailide tasapindadega. Tihedama ühenduse annab ümarpeaneetimine.

Needivarre pikkuse ülemmääraks on viis needivarre jämedust. Ülejäänud olukordades asendatakse neet poldiga. Pikk needivars võib laiakstagumisel kõveraks painduda ega võimalda seepärast hea pea moodustamist. Needi lõpp-pea tagumiseks detailist välja ulatuva osa pikkus peab olema võrdne 1,25—1,5 varre läbimõõduga. Alumiiniumist ja vasest needid lasevad end kokku taguda, seepärast peab nende väljaulatuvus olema pikem kui raudneetidel.

Neetimisel tuleb esiteks leida augutsentrid. Augud puuritakse või lüüakse torniga. Torniga löömisel asetatakse detail augukohaga kas pehmele tinale või püsti asetatud kõva puitklotsi otsale. Puurida võib korraga läbi kahe detaili. Needi augud peavad olema hästi kohakuti. Needid asetatakse aukudesse nii, et algpead jäävad detaili parempoolsele küljele. Teiseks lüüakse liide survetorniga ligi ja määratakse kindlaks needi pikkus. Viimasena taotakse needi pea vasara kitsa ning laia laubaga laiaks ja antakse peale vormitorniga lõppkuju.

Needi algpea on ümmargune ja tagumisel ei püsi neet seepärast paigal. Seetõttu on soovitatav kasutada erilist tuge, mis kinnitatakse kruustangide vahele või asetatakse alasile. Vasar, mida



Joon. 177. Neetimine.

a — survetorn; *b* — vormitorn (needi pea vormimiseks); *c* — mitmesuguseid neete; *d* — neetimine.

kasutatakse neetimisel, peab raskuselt sobima needi jämedusega. Nii näiteks sobib 3 mm jämedusega needile 200 G, 5 mm — 400 G, 8 mm — 600 G ja 10 mm — 1000 G raskusega vasar.

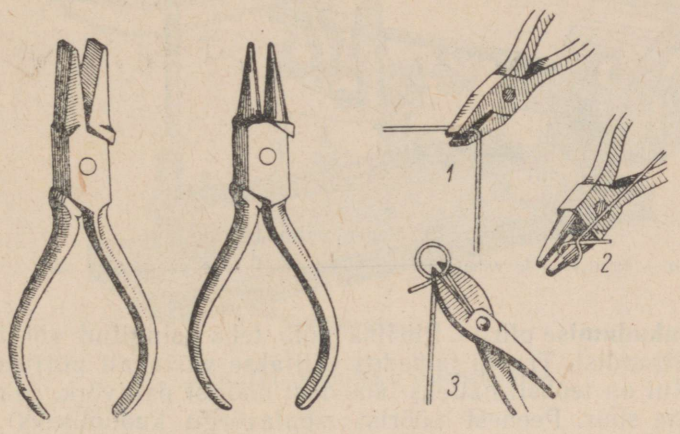
9. Traaditöid.

Traadi kasutamisest. Traati valmistatakse pehmest terasest, vasest, alumiiniumist ja teistest metallidest läbimõõduga kuni 5 mm. Jämedam ümarmetall toodetakse valtspinkidel, traat aga tõmbamise menetlusel. Traaditõmbamise masina avauses on mitmesuguse jämedusega tõmbesilmad. Tõmbesilma läbimõõt määrab läbitõmmatud traadi jämeduse. Tõmbamisel traat kalestub, mistõttu pehmemate traadisortide saamiseks põletatakse traati peale tõmbamist (nn. ahjutraat). Korrosioonikindlus antakse traadile tinutamise, tsingiga, vasega või värviga katmise teel.

Lühemaid traaditükke õgvendatakse alasil. Raudtraadi õgven-

damisel võib kasutada metallvasarat, pehmemate traadisortide (vask, alumiinium) puhul puitvasarat. Pikemat traati saab sirgestada selle edasi-tagasi hõõrumisel vastu puitklotsi teravat äärt. Praktiline on selleks otstarbeks kasutada puitklotsi, millesse on löödud naelu (traat tõmmatakse nende naelte vahelt läbi).

Traati tükeldatakse lõiketangide abil. Ka teritatud mokkadega naelatangid on selleks otstarbeks kasutatavad. Kaledal terastraadil tuleb lõikekoht enne lõikamist pehmeks kuumutada. Jämedama traadi tükeldamisel kasutatakse meislit või tehakse traadile viiliga täke ja painutatakse traati edasi-tagasi, kuni see täkke kohalt murdub.

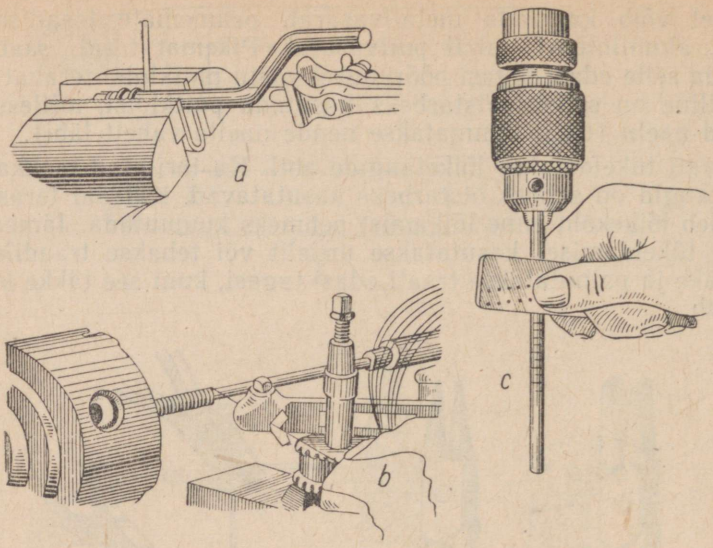


Joon. 178. Tööriistu traadi töötlemiseks.

Traadi painutamiseks kasutatakse ümar- ja lamemokk-tange. Jäme traat keeratakse kruustangide vahele ja painutatakse vasara abil. Traadi pinna riknemise vätimiseks kaetakse kruustangi mokad pehmest metallist või puidust kaitseklotsidega. Et terastraat on vetruv, siis kooldub traat peale painutamist veidi tagasi. Seepärast tuleb terastraadi painutus teha ettenähtust tagasikooldumise võrra suurem.

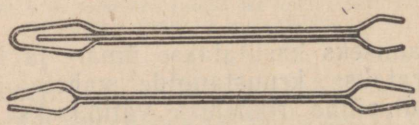
Traati kasutatakse õpilastöödes tihti koos pleki ja teiste metallisortidega.

Vedru keeramine. Peenemast traadist saab vedrusid keerata lihtsalt kruustangide vahel. Materjaliks valitakse terase omadustega tõmmatud traat. Võetakse vändakujuliseks painutatud ümmargune terasvarb, mille ühte otsa puuritakse auk traadi esimese otsa kinnitamiseks. Varb kinnitatakse kruustangide vahele, mille pakkideks valitakse kõvast puidust klotsid. Vändast ringi ajades keritakse traat ümber varva ja nii saadakse vedru. Pärast vedru vabastamist varvalt suureneb vedru läbimõõt, mida varva jämeduse valikul tuleb ette arvestada.



Joon. 179. Vedru valmistamine.
a — kruustangide vahel; *b* — treipingi vahel; *c* — puurmasina abil.

Võrgukudumise piirits. Piiritsa võib teha tsingitud või tinutatud raudtraadist. Traadi jämedus valitakse vastavalt piiritsa suurusele. Kui on teoksil näiteks jämedast nöörist pallivõrk, peab piirits olema suur. Peenest nöörist sibulavõrgu kudumiseks sobib väike piirits.



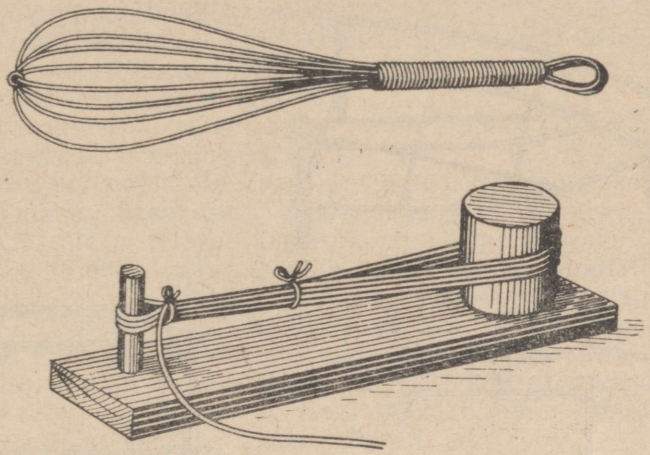
Joon. 180. Traadist piiritsad.

Traadid painutatakse ümartangidega vajalikult välja, seotakse esialgu niidiga või peene traadiga üksteise külge ja joodetakse siis kokku. Traatide otsad tuleb ümmarguseks viilida, et nad nööri ei rikuks.

Vahustaja. Vahustajat vajatakse toidu valmistamisel, seepärast tuleb see valmistada tinutatud traadist. Töövõtetelt sobib õpilastele valmistamiseks pirnikujuline vahustaja, mis on tugev ja nägus. See tehakse 2 mm jämedusest traadist, mida kulub umbes 4 m.

Kui on ette näha mitme pirnikujulise vahustaja valmistamist, tehakse selleks otstarbeks vastav seadeldis. Umbes 350 mm pikkusele, 100 mm laiusele ja 30 mm paksusele lauakesele kinni-

tatakse püsti treitud pakk ja jäme peata polt vahemaaga 270 mm. Paku läbimõõduks on 60 mm, poldil 10 mm. Vahustaja tegemist alustades mähitakse traat neile kahele erineva jämedusega silindrile. Traadi algots jääb poldi juurde, siis läheb traat ümber puust silindri ja ümber poldi, tehes nõnda 4 ringi. Viimase ringiga ei ümbritse ta enam polti, seega jääb poldile 3 traati ja puust silindrile 4 traati.



Joon. 181. Vahustaja valmistamine.

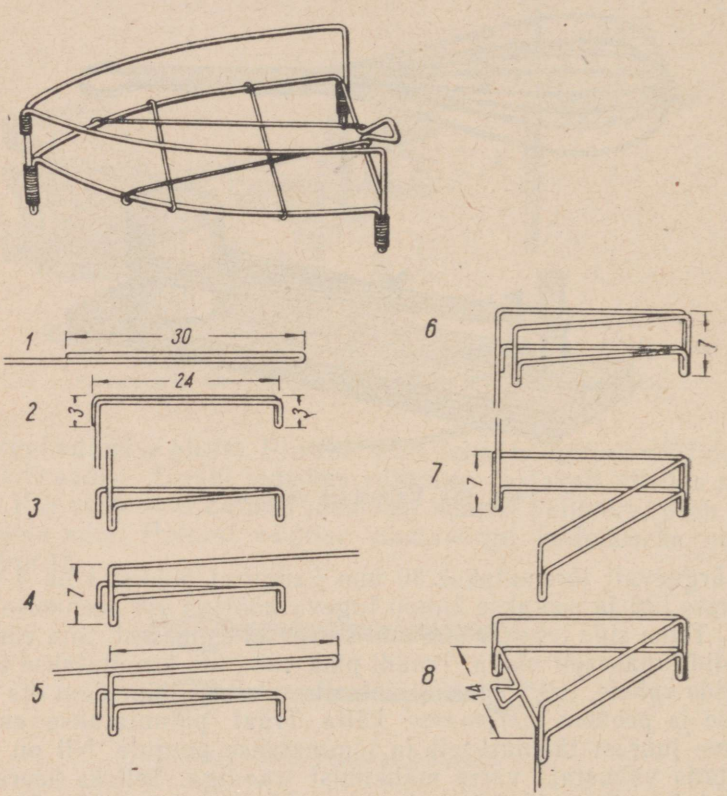
Järgnevalt tõmmatakse 30 mm kaugusel poldist kõik 8 traati üksteise ligi ja seotakse kimpu tugeva nööriga või peenikese traadiga. Teine side tehakse 100 mm kaugusel esimesest. Siis võetakse traadid lauakeselt maha. Traadi pikk vaba ots kinnitatakse kruustangide vahele, töö võetakse rõhtsalt enda ette, jämedam ots pahemasse ja peenem paremasse kätte. Traat painutatakse esimese sideme juurest täisnurkselt ja tõmmatakse pingule. Nii on kerge alustada vahustaja varre mähkimist traadiga. Selleks keeratakse vahustajat ringi. Kui üks ring on pööratud, kõrvaldatakse ettejääv esimene side ja töö jätkub. Mähkimine lõpeb teise sideme juures, mis samuti kõrvaldatakse. Ülejäänud traadiots lõigatakse ära. Traadi algots painutatakse täisnurkselt välja mähise äärele ja lõigatakse mähisega tasaseks. Siis joodetakse mõlemad otsad mähise külge.

Järgnevalt tehakse ümartangidega umbes 10 mm läbimõõduga rõngas, mis on küljelt 2 mm võrra lahti, et traat vahelt läbi mahuks. Vahulööja laia otsa keskkohast aetakse kõik neli traati sellesse rõngasse. Rõngas pigistatakse lapiktangidega traatide ümber kinni. Lõpuks painutatakse seni kahes kimbus olevad traadid kahele poole laiali, et nad asetseksid korrapäraselt ühesugustel vahemaadel.

Triikraua alus. Triikraua alus tehakse tugevast raudtraadist. Selleks kulub 165 cm 2,75 mm läbimõõduga traati, 70 cm 2 mm läbimõõduga traati ja 0,5 mm läbimõõduga pehmet traati mähkimiseks.

Triikraua aluse tegemist alustatakse 2,75 mm läbimõõduga traadist nii, nagu näitab joonis 182.

Töö käik oleks seejuures järgmine.



Joon. 182. Triikraua aluse valmistamine.

1. Traadi üks ots murtakse 30 cm pikkuselt kahekorra, jättes painutuskohal traatide vahele 0,5 mm.

2. Saadud kahekordne traadi ots painutatakse mõlemast otsast 3 cm pikkuselt allapoole.

3. Ühekordne traat painutatakse traadi algotsa kohalt ülespoole, jättes käänukohale 0,5 mm vahet.

4. Ülespainutatud traat painutatakse 7 cm kõrgusel rööbiti mõlema alumise traadiga.

5. Ülemine traat painutatakse 31 cm kauguselt tagasi sellelt küljelt, kus oli traadi algots, jättes käänukohalt 0,5 mm vahet.

6. Ülemised traadid painutatakse täisnurkselt alla alumise, 3 cm pikkuselt painutatud osa kohalt.

7. Ülemine traat painutatakse teises otsas täisnurkselt alla kõrvuti teisega.

8. Allasuunatud traat suunatakse uuesti üles, painutades mõlemad konstruktsioonipooled teineteisest pisut eemale.

Painutamine toimub sissepoole.

9. Traat pööratakse 3 cm kõrgusel täisnurkselt vasakule.

10. Tehakse triikraua aluse tagumine, 14 cm pikkune riba, millel on keskel trapetsikujuline osa.

11. Vasakul pool painutatakse traadi lõppots täisnurkselt alla ja lõigatakse 3 cm pikkuseks.

12. Esijalg mähitakse traadiga ja tehakse tema kohal olev ülemine mähis. Mähkimist alustatakse jala alumisest otsast: mähistraadi ots pistetakse umbes 5 cm pikkuselt eestpoolt tahapoole, 0,5 mm läbimõõduga traatide vahelt läbi ja painutatakse siis läbipistetud ots otse ülespoole mööda traatidevahelist vagu. Mähkimiseks asetatakse jalg alumist otsa pidi kruustangide vahele, mis hoiab 4 traati nelinurkses asendis. Siis mähitakse mähistraati pingutades jalg ja traadi lõppots seotakse ülal algotsaga kokku. Selleks keeratakse neid paar ringi nöörjalt ühte. Analoogiliselt tehakse teisedki triikraua aluse mähised.

13. Esimese jala mähise kohal ja ülal esinurgal olevad traatide painutuskohad aetakse priimusel tuliseks. See toimub murdumise vältimiseks.

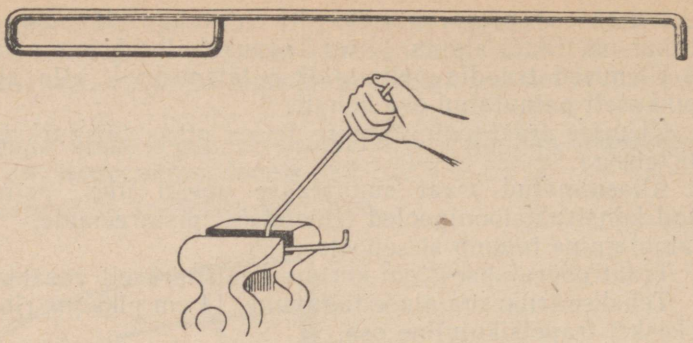
14. Triikraua aluse küljeosad painutatakse kuumutatud kohtadest laiali ja küljeribadele antakse kätega painutades kaarjas kuju.

15. Mähitakse tagumised jalad.

16. Asetatakse joonisel näidatud viisil kohale põhi. Põhi koosneb kolmest 2 mm jämedusest traaditükist. Ristipidised traadid on all ja pikuti kulgevad traadid peal, et triikraud libiseks alusesse takistusteta.

Pliidirõngaste konks. Pliidirõngaste konks tehakse 5 mm jämedusest harilikust raudtraadist. See harjutab õpilasi painutama jämedamat traati. Konksuks kulub 40 cm traati. Traadi painutamine toimub kruustangide abil. Esimesena painutatakse käepideme alumised nurgad, lõpuks otsmine konks. Valmis pliidirõngaste konksu võib smirgelriidega puhtaks hõõruda ja siis piirituslakiga üle tõmmata, et see ei roostetuks.

Pallirihma-nõel. Ka pallirihma-nõel tehakse 5 mm jämedusest raudtraadist. Uueks töövõtteks on augu puurimine ning viilimine. Pallirihma-nõela tegemiseks on vaja 25 cm pikkust traati. Nõela käepidemeosa painutatakse kruustangide vahel, kasutades ümmargust pulka. Muud painutused ei vaja erilisi võtteid. Nõela ots viilitakse ühtpidi lapikuks kuni 1,5 mm paksuseni ja teistpidi süst-



Joon. 183. Pliidirõngaste konks.

jaks. Siis lüüakse kärniga kaks märki puuri jaoks, üks 7 mm kaugusele otsast ja teine 5 mm kaugusele. Märkide kohta puuritakse augud 2 mm jämeduse puuriga. Aukude vahe viilitakse ümmarguse viiliga välja ja saadud pikliku augu ääred ümardatakse viiliga, et nad ei kriimustaks pallirihma. Valmis nõel puhastatakse ja lakitakse.



Joon. 184. Pallirihma nõel.

Traaditöödena võiksid õpilased valmistada rõngaid võtmete hoidmiseks või kardinate riputamiseks, keti noa jaoks (traat pööratakse ümber pulga ja tükeldatakse lõiketangidega üksikuteks rõngasteks), akna- või uksehaagi, maamõõduketi (lüli pikkus mitte üle 25 cm) ja tikud (üks ots tikul teritatakse, teine aga painutatakse käepidemeks), spiraalvedru ukse jaoks, riidepuu, seinalöödava konksu või aasa, kirjahälli puitalusel, lambivarju sõrestiku jms.

10. Plekitööd.

Pleki töötlemisest. Plekitöödeks kasutatakse koolis õhemat (0,6—0,8 mm) valget, musta, alumiinium- või vaskplekki. Kasutatavateks tööoperatsioonideks on õgvendamine, märkimine, tükeldamine, painutamine, valtsimine ja kummimine. Ühendamisvõtetena on kasutusel valtsimine, neetimine ja jootmine.

Plekitööriistades tuleb kõigepealt nimetada alasit. Kui pole võimalik hankida spetsiaalset plekitöö alasit, siis sobib selleks vastavalt töödeldud raudteerööpa või I-raua tükk, samuti paksem

raudplaat. Valtsimiseks võib edukalt kasutada töölaua ääre külge kinnitatud nurkraua tükki.

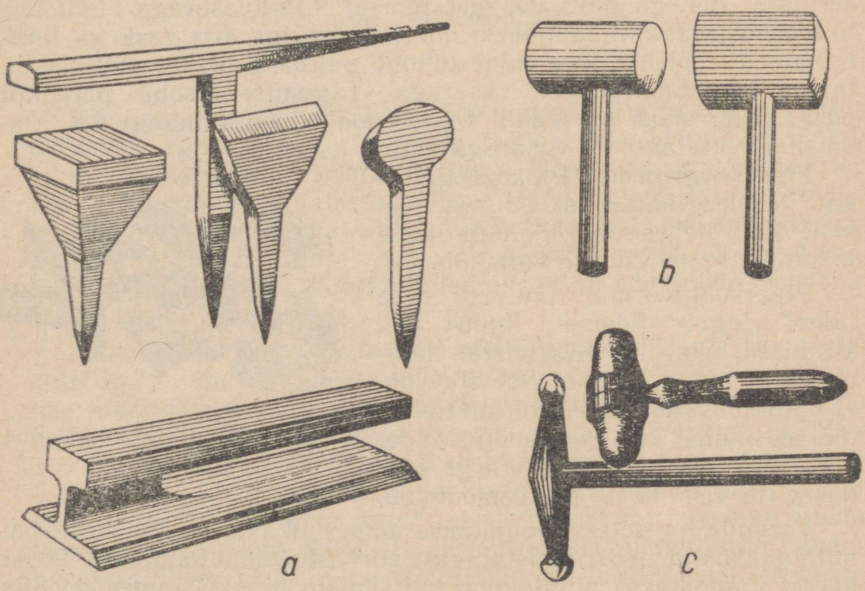
Plekitöös saame kasutada peamiselt kummist vasarat või puitvasarat, sest metallvasar rikub õhukest plekki. Puitvasar valmistatakse kõvast ja vastupidavast puidust (kask, vaher, jalakas jne).

Plekki õgvendatakse siledal metallalusel. Õgvendamine toimub kergete puitvasara või kummivasara löökidega.

Plekki lõigatakse plekikääridega, kusjuures lahtilõigatud riba painutatakse üles. Lõikamine on hõlpsam, kui kääride üks haru asetatakse kruustangide vahele. Nii saab teise käega juhtida plekki kääride ette. Koolis kasutatavate plekikääride pikkus on 250—300 mm. Keskmise kõvadusega pleki lõikamiseks teritatakse kääriterad 70—75°-se nurga all. Käärídega ei tohi lõigata kõva terasplekki ega üle 1 mm paksust plekki. Niisugusè pleki tükeldamiseks kasutatakse meislit.

Auke puuritakse või lüüakse plekisse torniga. Viimasel juhul asetatakse plekk tinaplaadile või otsapidi püsti asetatud puitpakule ja lüüakse tugeva vasaralöögiga torni ots läbi pleki. Niisuguse augu servad jäävad alt krobeliseks. Rebendid viilitakse maha ja paindunud plekk lüüakse vasaraga siledaks.

Valtsimiseks kasutatakse plekksepa-alasi äärt või töölaua külge kinnitatud nurkrauda. Plekitahvel asetatakse alusele, üleulatuv serv murtakse algul käega alla (kui serv on küllalt lai)

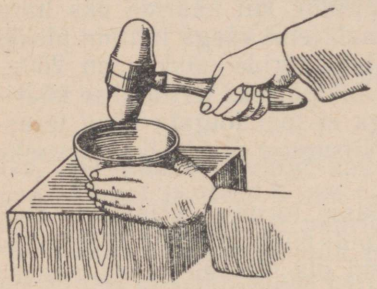


Joon. 185. Plekitöö riistu.

a — mitmesugused alasid; *b* — puit- ja kummivasarad; *c* — kummimisvasarad.

seejärel tasandatakse nurrukoht puitvasaraga. Enne murdmist tuleb plekisse teha kõik vajalikud sisselõiked ja augud.

Kummimine põhineb metalli plastilisel omadusel. Pehmed ja sitked metallid annavad surve mõjul end välja venitada või kokku suruda. Lehtmetallidest annab end kummida must-, vask- ja alumiiniumplekk. Suur osa metallist majapidamistarbeid on valmistatud just kummimise teel kas käsitsi või mehhaaniliste masinatega. Mehhaaniliselt kummitakse metalli kas harilikul või spetsiaalselt selleks kohandatud tööpingil.



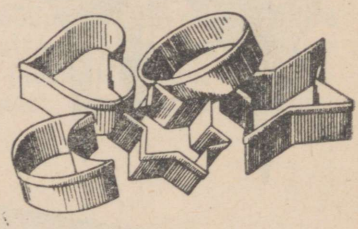
Joon. 186. Kummimine.

Koolipraktikas tehakse kummimistööd käsitsi. Kummimistööga õpitakse vormide kujundamist ja tutvutakse metallide plastiliste omadustega. Kõnesolev tööala on meie koolides üldiselt uudne ja seda on seni rakendatud ainult kitsamas ulatuses. Kogemuste saamiseks võiks algul seda liiki katsetada üksikute õpilastega.

Esimesteks töödeks valitagu näiteks mustast plekist tuhatoos või prügikast, vaskplekist pinal või vaagnake, alumiiniumplekist supi- või vahukulp jm.

Kummimise peamiseks tööriistaks on, sõltuvalt materjalist, kerajate otstega puit- või metallvasar. Puitvasaraga taotakse tinutatud ja alumiiniumplekki, metallhaamriga aga vask- ja tinutamata terasplekki. Tagumine toimub puitpaku otstel, millesse on taotud lohk ümarpealise vasaraga. Tagumiseks sobib paremini pakk, mille otsas on madal treitud lohk, kuid rahuldavaid tulemusi saavutatakse ka vasaraga taotud lohul.

Piparkoogivorme. Pipargoogivormid tehakse õhukesest valgest plekist. Neid tehes õpib õpilane pleki lõikamist ja selle äärte valtsimist.

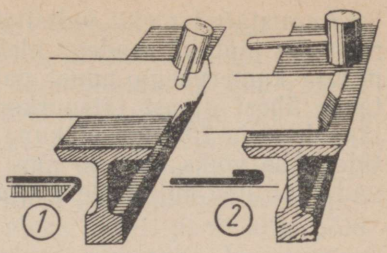


Joon. 187. Piparkoogi vorme.

Piparkoogivormid võivad olla tähe-, ringi-, südame-, linnu- jne. kujulised. Vormide keskmiseks läbimõõduks on ca 45 mm. Soovitav on, et õpilane esitaks igast vormist enne töö teostamist kartongmudeli. Mudel võetakse lahti ning selle järgi saadakse tarvismineva pleki mõõtmed.

Vormide tegemiseks lõigatakse umbes 16 mm laiune plekiriba, mille pikkus oleneb valmistatavast vormist. 3 mm kaugusele ühest äärest tõmmatakse pliiatsijoon valtsimisjoone tähistamiseks. Siis painutatakse serv sirge äärega alasil või nurklaual puitvasara abil: esmalt mõlema otsa juurest paari cm ulatuses täisnurkselt

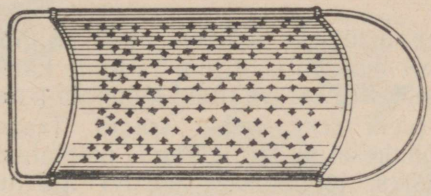
allapoole ja seejärel, toetades need pööratud otsad vastu sirget alasiserva, või nurkrauda, kogu ulatuses. Äär painutatakse teravnurkseks, siis on teda pärast parem kinni lüüa. Kinnilöömine toimub tasasel alasil (vt. joon. 188).



Joon. 188. Pleki ääre valtsimine.

Pärast valtsimist antakse plekiribale koolutamise teel piparkoogivormi kuju. Koolutamisel võib kasutada lapiktange, vasaravart jne. Valts peab jääma vormi välisküljele. Valmiskoolutatud vormidel joodetakse plekiotsad kinni.

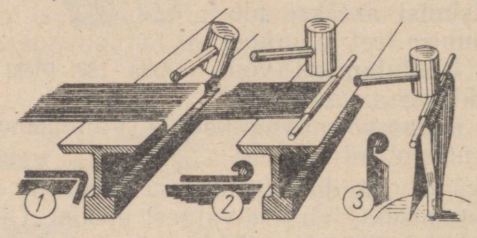
Juurviljariiv. Riiv, mida kasutatakse kartulite, õunte, porgandite jne. peenestamiseks, tehakse valgest plekist. Uute töövõtetena esinevad siin aukude löömine plekisse ja traadi valtsimine pleki serva.


Joon. 189. Juurviljariiv.

Riivi tegemiseks tuleb võtta 210 mm pikkune ja 150 mm laiune plekitükk. Igast äärest sissepoole mõõdetakse 20 mm ja tõmmatakse pliiatsijooned rööbiti äärtega. Nõnda piiratakse joontega 170 mm pikkune ja 110 mm laiune ristkülik, millesse tuleb lüüa augud. Aukude asukoha tähistamiseks kaetakse see ristkülik hariliku ruudulise paberiga. Paber peab olema lõigatud nõnda, et ruute moodustavad jooned oleksid 45°-se nurga all ristküliku külgedega. Paber kleebitakse plekile kliistriga.

Aukude löömiseks asetatakse plekk puuhalu otsale või püstpakule. Iga ruudu nurkadesse lüüakse parajas jämeduses neljakandilise raudnaelaga auk. Nael hoitakse nii, et tekkiva neljakandilise augu servad asetseksid pleki servade suhtes 45° nurga all. Naela ots lüüakse plekist täielikult läbi, et kõik augud saaksid ühesuurused. Kui vastavat neljakandilist naela ei leidu, tuleb vajalik torn välja viilida jämedamast ümmargusest raudnaelast. Aukude löömine võtab aega. Selle aja kestel kuivab kliisterdatud paber ja lööb end libeda pleki küljest lahti. Kui see juhtub enne kui aukude löömisega on lõpule jõutud, kleebitakse paber uuesti endisele kohale ning töö jätkub.

Augustatud plekil valtsitakse esmalt otsmised servad, kusjuures valts jääb kärssadega plekikülje poole. Siis painutatakse plekk paraja kumerusega puust pakul kumeraks. Järgnevalt painutatakse ühest otsast täisnurkselt ja teisest kaarjalt valmis 3 mm jämedune ja 700 mm pikkune tinutatud ääretraat. Külgmiste traatide vahe võiks olla 90 mm. Traadi vastakuti asuvad otsad jäävad riivi ühel küljel pleki alla.

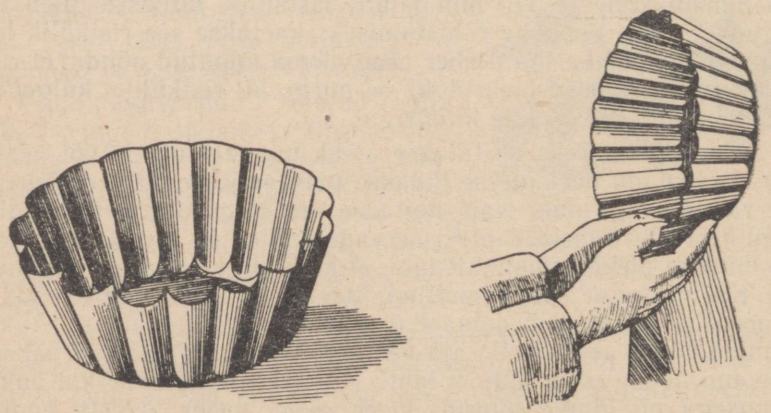


Joon. 190. Traadi valtsimine pleki äärde.

Traadi sissepanemiseks lüüakse pleki külgmised servad sirge äärega alasil või nurkraual 8 mm laiuselt kärssadega plekikülje poole. Siis asetatakse traat tekkinud kahetahulisse nurka ja lüüakse tasasel alasil pleki serv ümber traadi. Traadi lõplik kinnitamine toimub õhukesel sirge äärega plekialasil. Et traat riivi servas hästi püsiks, joodetakse ta riivi iga nurga kohalt pleki külge.

Samu võtteid kasutatakse ka kalapuhastamisriivi valmistamisel.

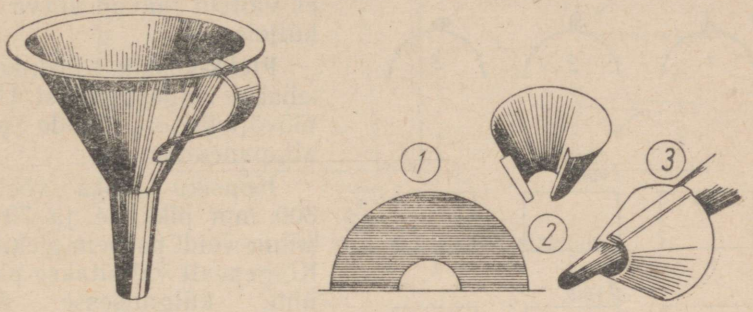
Süldivorm. Plekist vormi valmistamisel õpitakse pleki voltimist kätega, samuti ka pleki pinna kaunistamist lihtsate sisselöödud motiividega.



Joon. 191. Süldivormi valmistamine.

Vormi valmistamiseks lõigatakse õhemast valgest plekist 100 mm raadiusega ketas. See jaotatakse pliiatsijoontega 16 võrdseks sektoriks. Samast keskpunktist tõmmatakse 45 mm raadiusega ring, mis tähistab põhja. Seejärel painutatakse iga sektor kuni põhiringini poolringikujuliselt väljapoole. Painutamine toimub kõvast puidust tehtud kiilu serval, mis kinnitatakse püsti höövelpingi või kruustangide vahele. Pleki jaotusjooned asetatakse kordamööda kiilu terale, vajutatakse plekk kahelt poolt kiilu põidlaga alla ja painutatakse nõnda sektorid kumeraks. Vajutamisel jälgitakse, et kõik kumerused oleksid võrdsed ja painutused ulatuksid täpselt põhjaringini.

Põhi kaunistatakse korrapäraselt sisselöödud motiividega, mis lõigatakse puust või kunstsarvest pulga otsa. Asetanud vormi põhja pehmele puitpinnale, lüüakse kaunistused järskude haamrilöökidega sisse.



Joon. 192. Lehtri valmistamine.

Lehter. Lehtri tegemisel tutvub õpilane pleki servade ühendamisega valtsimise teel ning saab kogemusi koonusekujulise eseme valmistamiseks. Lehter tehakse valgest plekist. On soovitatav enne valmistada sobiv kartongmudel. Seda uuesti lahti võttes saadakse šabloonid, mille järgi plekk välja lõigatakse.

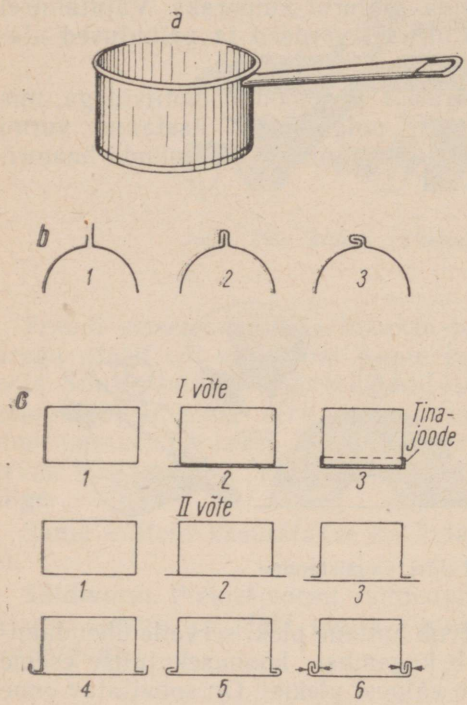
Lehter koosneb kolmest osast: kehast, torust ja kõrvast. Keha valmistamiseks lõigatakse poolringikujuline plekitükk raadiusega 90 mm. Sellel lõigatakse keskpunkti juurest välja poolringikujuline tükk raadiusega 22 mm. Nõnda saadakse lehtri pinnalaotus. Laotuse sirge ääre üks pool lüüakse umbes 3 mm laiuselt kahekorra, teine pool lüüakse samavõrra pleki teisele küljele. Siis koolutatakse laotus lehtri kehaks, haagitakse pööratud servad vaheliti ja lüüakse nad alasi ümmargusel otsal või treipulgal plekiõmbluseks kokku.

Kirjeldatud kehale sobib umbes 50 mm pikkune toru. Tema ülemise otsa läbimõõt peab olema pisut suurem kui lehtri keha alumine ava, seega umbes 16 mm. Alumise otsa läbimõõt võiks olla 8 mm. Kooniline toru koolutatakse ümber alasi otsa või pulga.

Toru üks äär katab umbes 2 mm võrra teist ja need ääred joodetakse tinaga kokku.

Lehtri keha alumine ava torgatakse toru jaoks parajaks sellesama pulgaga, mille ümber toru tehti. Toru jääb ülemise servaga avasse kandma ja joodetakse sinna kinni.

Lehtri ülemine äär valtsitakse 3—4 mm laiuselt väljapoole. Seda tehakse alasi sirgel serval vasaraga tagudes.



Joon. 193. Kopsik.

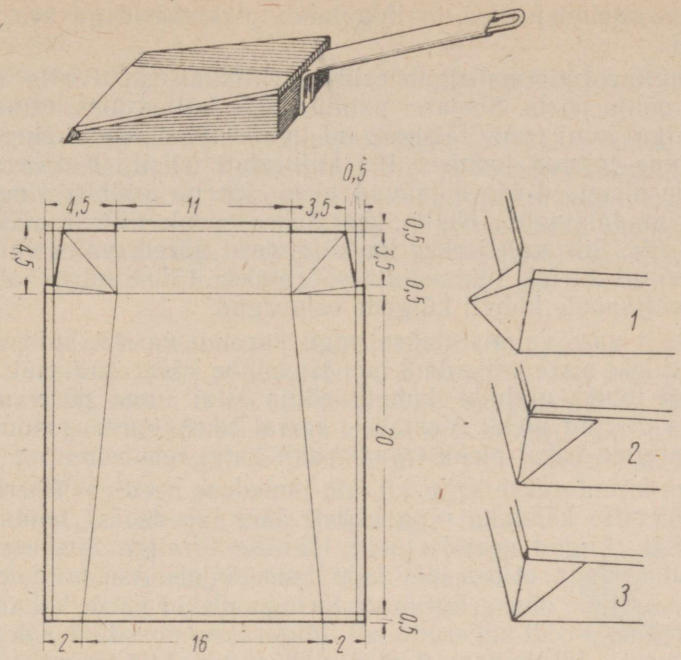
a — valmis kopsik; *b* — külje kokkuvaltsimine; *c* — põhja valtsimine.

Lehtri kõrvana kasutatav plekiriba valtsitakse mõlemast äärest. Tema ülemise otsa laius on umbes 15 mm ja alumise laius 10 mm. Kõrvapleki pikkus on umbes 100 mm. Kõrva painutamine ja külgejootmine toimub nii, et valtsid jäävad kõrva siseküljele.

Plekk-kopsik. Plekk-kopsik tehakse valgest plekist. Uueks töövõtteks on nõude põhja allapanemine.

Kopsiku jaoks võetakse 300 mm pikkune ja 70 mm laiune veidi paksem plekitükk. Kõigepealt valtsitakse plekile ühte külgmisesse äärde 2 mm jämedune tinutatud või tsingitud traat. Seejuures ei ulatu traat pleki otsani, vaid kummastki otsast jääb puudu 10 mm, kuhu tehakse tavaline valts. Siis tehakse pleki teise külgmisesse äärde 4 mm laiune valts. Järgnevalt lüüakse pleki otsmised ääred kuni teravnurgani 4 mm laiuselt kahekorra, üks ühele ja teine teisele poole. Siis koolutatakse plekk ümmargusel pakul silindriks, valts ja traat väljapoole, haagitakse otsmised pööratud ääred vaheliti ja lüüakse õmbluseks kokku.

Edasi lõigatakse sirklijoone järgi plekist ketas, mille raadius on nõu seesmisest raadiusest 3 mm võrra suurem. Joonestamisel asetatakse ringi keskpunkti papitükk, et sirkliots ei rikuks plekki. Tõmmatakse 2 ringjoont, üks lõikamiseks ja teine sellest 3 mm sissepoole. Väljalõigatud põhja 3 mm laiune äär painutatakse plekialasil täisnurkselt ühele poole. Siis proovitakse, kas põhi sobib tihedalt silindri traadita otsa sisse. Kui ei sobi, tuleb ääre painuta-



Joon. 194. Prügikühvli valmistamine.

mist pisut korrigeerida. Nõu põhi vajutatakse tihedalt paigale ja joodetakse, nõu laual veeretades tinaga kinni.

Viimasena joodetakse kopsikule külge vars. See tehakse samast plekist. Plekk võib olla 240 mm pikk ja 30 mm lai. Plekiribal valtsitakse esmalt üks ots, siis valtsitakse talle 2 mm jämedune tinutatud traat servadesse. Traadi painutatud keskkoht moodustab varre ühes otsas kopsiku ülesriputamiseks poolrõnga. Selle poolrõnga poole asetatakse pleki varem valtsitud ots, kusjuures valts jääb traadipoolsele küljele. Käepideme teine ots murtakse kruustangide vahel 20—30 mm pikkuselt ca 110°-se nurga all kõveraks. Varre murtud osa joodetakse kopsiku külge, ülemise servatraadi alla.

Prügikühvel. Prügikühvli valmistamisel õpitakse tegema nn. panninurki, aukude löömist plekisse torniga ja neetimist. Enne töö alustamist on soovitatav teha paberist proovitöö.

Prügikühvli materjaliks on must raudplekk. Seda kulub keskmise kühvli jaoks 250 mm pikkune ja 200 mm laiune tükk. Kühvli varre jaoks sobib 250 mm pikkune ja 25 mm laiune plekk.

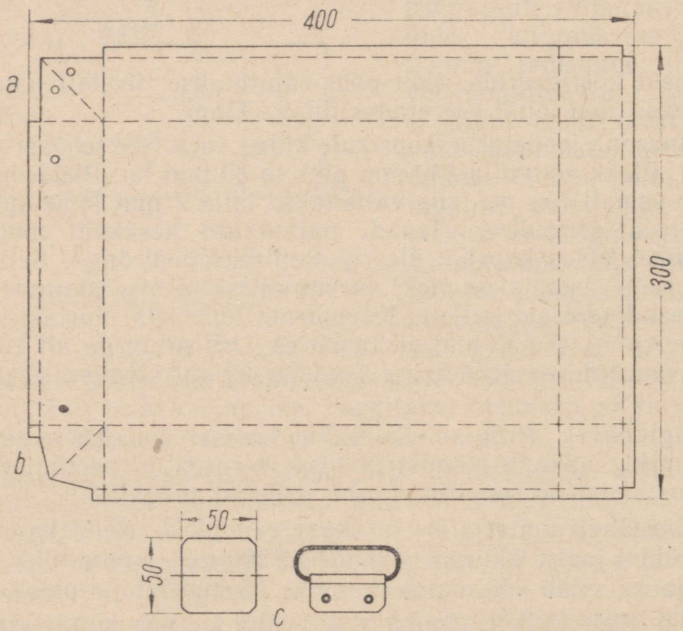
Pleki ühele küljele tõmmatakse 5 mm kaugusele äärtest pliiatsijooned valtside tähistamiseks. Siis joonestatakse pleki teisele

küljele valtsimisjooned ja lõigatakse plekikääridega ära laotuse nurgad.

Kühvli vormimine algab esiääre valtsimisega. Valts lüüakse kühvli põhja poole. Seejärel painutatakse küljed üles, esmalt kõik kolm algul kuni poole täisnurgani ja siis täisnurgani. Nurga kokkulöömine toimub joonisel 194 kujutatud viisil. Kokkuvaltsitud nurkade ülemised ääred jäävad pleki äärega rööbiti ning 5 mm temast madalamale. Neile keeratakse peale kühvli otsa 5 mm laiune äär. Siis valtsitakse ka külgmised ääred, valts väljapoole nagu kõigil äärtel. Viimastena pööratakse 45°-se nurga all kahekorra väljapoole kühvli külgede esinurgad.

Kühvli vars valmistatakse nagu kopsiku varski, kuid suurem. Äärde tuleks sisse valtsida 3 mm jämedune kõva raudtraat. Traadi otsad ei tohiks ulatuda kühvli põhja alla; sinna peab ulatuma ainult valtsitud plekk. Vastasel korral tikub varre painutamisel kruustangide vahel plekk traadi pealt katki rebenema.

Vars kinnitatakse kahe 2,5 mm jämeduse neediga. Üks neet on varre ülemise käänaku ning kühvli ääre läheduses, teine kühvli põhjaosas. Augud neetide jaoks lüüakse torniga. Siis asetatakse neet auku nõnda, et pea jääb kühvli sisekülgele. Asetanud needi pea alasile, lüüakse õõnsa ligilöömistorniga plekid needi kohalt teineteise vastu. Needi ülearune ots lõigatakse traadikääridega ära (neetimiseks läheb vaja 2 mm pikkust otsa). Neetimine toimub



Joon. 195. Praepann.

väikese neetimisvasaraga. Needitud ots lüüakse vormitorniga ümmarguseks.

Eeltoodud töövõtteid saame kasutada küpsetusplaadi ja praepanni valmistamisel.

Praepann. Praepanni valmistamiseks võetakse tükk musta plekki mõõtmetega 300 × 400 mm. 5 mm ja 55 mm kaugusele pleki servadest tõmmatakse rööbitsaga valtsi ja panni sügavust tähistavad jooned. Joonisel 195 on näidatud lihtsustatud nurga ühendamine neetühendusega (*a*) ja harilik nurgakujundamise võte (*b*), kus ärapööratud kolmnurk jääb äärepalistuse alla (vt. prügikühvel).

Panni otstesse needitakse käepidemed. Käepideme valmistamiseks võetakse tükk plekki (50 × 50 mm) ja 170 mm pikkune tükk traati Ø2 mm. Traat painutatakse käepidemeks. Jätkatud otste ümber pööratakse plekitükk kahekorra. Augud puuritakse või lüüakse torni abil korraga läbi kolme pleki (käepideme kahekordne plekk ja panni ots).

Tuhatoos. Poolkerakujulise jalgadega tuhatoosi valmistamiseks lõigatakse mustast terasplekist 50 mm raadiusega ketas. Pärast servade silumist alustatakse kummimist. Ketas asetatakse keskkohaga pakus olevale lohule. Esimesed löögid lüüakse ringi keskkohale. Tööd keerates hakatakse lööma järk-järgult ääre poole. Nõnda töötades painutatakse plekki järjest nõgusamaks. Et plekk paremini kumerduks, tuleb hoiduda ketta ääre venitamisest tagumisel. Tugevamad löögid antakse põhjale. Äärte poole jõudes muutuvad löögid järjest kergemaks. Kuna terasplekk annab kummida vaid piiratud ulatuses, tuleb tagumine lõpetada, kui nõo sügavus on umbes 25 mm. Viimased löögid tehakse pinna silumiseks. Need peavad olema kerged.



Joon. 196. Tuhatoos.

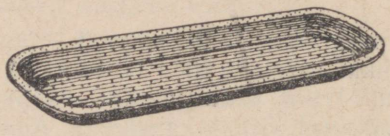
Tuhatoosi jalga võib valmistada mitut moodi. Üsna nägus on poolkera, mis toetub kolmele või neljale jalale. Jalaotsad painutatakse poolringiks või spiraaliks. Tuhatoosi jala ja pealmise osa ääred kaunistatakse. Selleks lüüakse torni või ümmarguse raudpulga otsaga tuhatoosi äärele lohke. Toos ja jalg ühendatakse neediga. Valmistöö lakitakse metallilakiga.

Märksa kenama tuhatoosi saab valmistada vaskplekist, mida võiks mõne happega oksüdeerida.

Sulepea-alus. Ese valmistatakse 1 mm paksusest alumiinium- või vaskplekist, mille suuruseks võetakse 250 × 75 mm. Pleki otsad kujundatakse sirklikaarte järgi poolringideks ja serv silutakse peene viiliga tasaseks. Karbi külje kõrgus 20 mm märgitakse ümberringi serva siseküljele.

Tagumine toimub pakuotsale taotud rennikujulises lohus metallhaamriga. Tööd alustatakse külgede ülespainutamisega. Painutamisjoone kohta taotakse tugevamini, äärt ja põhja kerge-

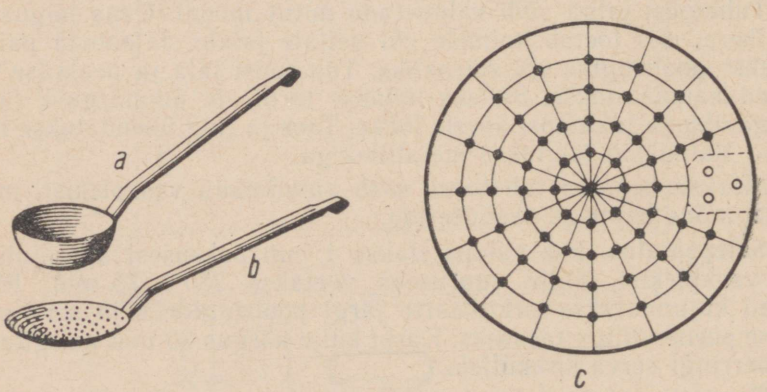
mini. Kui äär on juba küllalt üles paindunud, pööratakse töö kummuli ning kopsitakse vasaraga põhi tasaseks, kusjuures peetakse silmas põhja serva üldist kuju. Viimaseks tööks jääb ääre väljapoole kummimine. Enne kummimist kontrollitakse serva kõrgust, tasandatakse see vajaduse korral viiliga. Äär pööratakse 3—4 mm laiune. Pööramine toimub teraval puitkandil metallhaamriga või metallkandil puithaamriga tagudes. Pööratud äärele võib torniga lüüa kaunistuslohukesi. Ka aluse põhja võib samal viisil kaunistada.



Joon. 197. Sulepea alus.

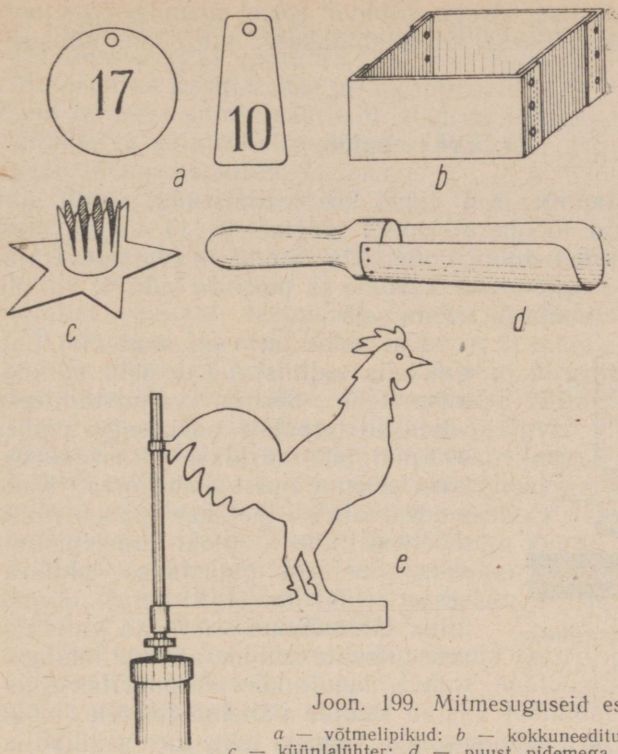
Samal viisil võib valmistada mitmesuguseid vaagnakesi. Nende valmistamisel tuleks kõige muu kõrval silmas pidada, et sisselöödud kaunistused oleksid maitsekad ja nägusad.

Kulbid. Vahukulp valmistatakse 1 mm, supikulp aga 15 mm paksusest alumiiniumplekist. Kummagi kulbi jaoks võetakse 50 mm raadiusega plekist ketas. Tagumine toimub puitvasaraga nagu tuhatoosi valmistamiselgi. Vahukulbi nõgusus on muidugi märksa väiksem supikulbi nõgususest. Enne vahukulbi kummimist jagatakse ring 16 sektoriks. Ketta keskpunktist tõmmatakse 10 mm, 20 mm, 30 mm ja 40 mm raadiusega ringid. Jooned märgitakse pliiatsiga. Joonte lõikepunktidesse puuritakse või lüüakse torniga 3 mm läbimõõduga augud: keskpunkti 1, väiksemale ring-



Joon. 198. Kulbid.

a — supikulp; *b* — vahukulp; *c* — vahukulbi aukude märkimisplaan.



Joon. 199. Mitmesuguseid esemeid plekist.

a — võtmelipikud: *b* — kokkuneeditud nurkadega karp; *c* — küünlalühter; *d* — puust pidemega kühvel; *e* — tuulelipp.

joonele 8, järgmisele 16 ja nii edasi. Varre kinnitamiskohta auke ei lööda.

Varre valmistamiseks võetakse 300 mm pikkune ja 22 mm laiune riba 1,5 mm paksust alumiiniumplekki. Konksuks keeratav ots lõigatakse 60 mm ulatuses külgedelt veidi kitsamaks. Et vars oleks tugev, painutatakse see rennikujuliseks. Selleks uuristatakse kõvasse puitu renn ning pigistatakse varreplekk kruustangide abil renni ja ümmarguse metallvarva vahele.

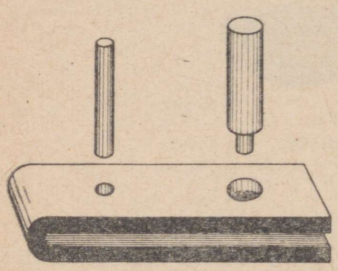
Koolutatud varre ühte otsa keeratakse konks, kuna teine ots painutatakse 60—70 mm pikkuselt joonisel 198 kujutatud viisil. Vars needitakse kulbi väliskülgele kolme alumiiniumneediga. Leidnud neetidele sobivad kohad, lüüakse esmalt 3 auku kulbisse. Siis lüüakse üks auk varresse ja ühendatakse selle kaudu kulp ning vars. Järgnev auk löödud, kinnitatakse kohale teine ja siis ka kolmas neet. Neetimine toimub kulbi seespoolselt küljelt. Kuna alumiinium kriimustub kergesti, siis tuleb tööd teha ettevaatlikult.

Lisaks käsitletud plekitöödele võivad õpilased valmistada näiteks võtmelipiku, kaaneta karbi, mille nurgad on liidetud neet- või valtsühendusega, küünlajala, mille alumise osa moodustab viis-

nurk ja ülemise sakilise äärega silinder (osad ühendatakse jootmise teel), mängukühvlikese, koogilabidakese, tuulelipu, küpsisevaagna jne.

11. Lukksepatöö.

Seibide valmistamine. Kui tahetakse valmistada ainult üht seibi, siis kulgeksid tööoperatsioonid järgmiselt: 1) valida lehtteras paksusega kuni 1 mm; 2) märkida tsenter ja tõmmata vajaliku läbimõõduga ringjoon; 3) kärnida ja puurida auk; 4) raiuda seib välja; 5) õgvendada ja siluda seib.



Joon. 200. Seibide stantsimine.

Kui seibe on vaja suuremal hulgal, siis valmistatakse neid stantsimise teel. Stantsi valmistamiseks võetakse teraslatt paksusega umbes 400 mm, mis murtakse pärast murdekoha lõõmutamist kahekorra. Kahe poole vahele jäetakse paari millimeetrine tühe — pleki vahelepistmiseks. Seejärel puuritakse lehtterasesse (läbi mõlema haru) augud, mille läbimõõdud vastavad valtsimisele tulevate seibide aukude läbimõõtudele. Nende kõrvale puuritakse teised augud, mille läbimõõt vastab seibide välismõõtmetele. Nüüd valmistatakse üks torn seibi sisemise augu ja teine torn seibi väliskontuuri väljalöömiseks. Teise torni otsa asetatakse polt, mis peab sobima seibi auku ja hoidma seibi löömise momendil õiges asendis. Seibi väljalöömine toimugu suurema vasara ühekordse tugeva löögiga. Puuri augud ja torni servad peavad olema töödeldud lõiketeravuseni.

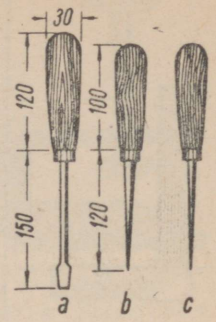
Torni valmistamine. Valitakse terasvarb läbimõõduga 8—10 mm ja pikkusega 100—120 mm. Töö käik: 1) materjal lõõmutatakse; 2) töödeldakse töötav ots ja pea tagumise, viilimise ja silumise teel; 3) töötav osa karastatakse ja noolutatakse 20 mm ja pea 15 mm ulatuses.

Kärni ehk märkli, needipeatorni ja survetorni valmistamine on analoogiline kirjeldatud torni valmistamisele.

Kruvikeeraja. Kruvikeeraja valmistatakse vastava profiiliga süsinikterasest. Võib kasutada ka utiilist saadavat materjali, nagu murdunud rapiir, hanguharu, vikatiroots või tääk. Töö käik: 1) raiutakse välja sobiva pikkusega toorik; 2) mõlemad otsad lõõmutatakse; 3) taotakse ja viilitakse välja kruvikeeraja ots; 4) teine ots taotakse laperguseks nii, et teda saaks puidust peasse lüüa; 5) valmistatakse kruvikeeraja pea jaoks 15 mm laiune messingtorust rõngas läbimõõduga 12,5—16 mm; 6) valmistatakse puidust pea pikkusega 120 mm; 7) lüüakse kruvikeeraja peasse kinni.

Samuti nagu kruvikeeraja valmistatakse (puidust peaga) märkora ja naaskelpuur. Materjalina kasutatakse mitmesuguseid utiilseid terasest spiraalvedrusid. Vedrud lõõmutatakse ja painutatakse sirgeks. Märkora ots peab olema kooniline ja terav.

Naaskelpuuri ots peab olema neljatahuline.



Joon. 201. Kruvikeeraja (*a*), naaskelpuur (*b*) ja märkora (*c*).

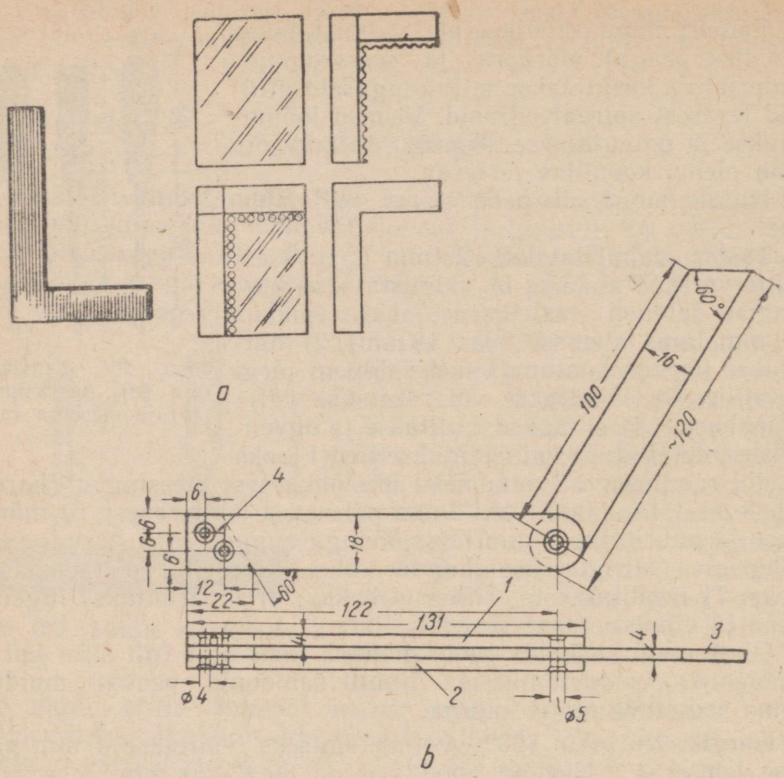
Taster valmistatakse 2 mm paksusest lehtterasest. Töö käik: 1) valmistatakse kartongist šabloon tastriharu jaoks (pikkus 150 mm, laius laiemast otsast 18 mm); 2) märgitakse harude kontuurjooned šablooni järgi metallile; 3) lõigatakse või raiutakse välja tastri harud; 4) silutakse, viilitakse ja õgvendatakse detailid; 5) valmistatakse tastri jaoks 3 seibi raadiusega 9 mm; neist üks õhukesest messingist (harude vahele asetatav) ja 2 tükki 2 mm paksusest lehtterasest; 6) märgitakse ja puuritakse 4 mm läbimõõduga augud tastri harudesse ja seibidesse; süvistatakse augud kahel välisseibil peitpeaneetide jaoks; 7) needitakse tastri harud kokku; 8) ümardatakse liigendiotsad ja viimistletakse taster.

Ülaltoodud kirjeldus sobib mõlema tastriliigi (nii sise- kui ka välistastri) valmistamiseks. Ainult šabloonid peavad muidugi olema soovitava tastri kujuga.

Nurgik. Nurgiku (90°) valmistamiseks valitakse 4 mm paksune lehtteras. Nurgiku mõõtmed on 80 × 120 mm, lehe laius 30 mm. Töö käik: 1) märgitakse nurgiku piirnurgad; 2) raiutakse nurgik meisliga mööda välispiirjoont välja; 3) silutakse viilimise teel välisservad; 4) märgitakse, kärnitakse ja puuritakse nurgiku sisepiirjoone kõrvale augud; 5) raiutakse välja ja viilitakse nurgiku sisepiirjoon; 6) silutakse viili ja smirgelriidega nurgiku laiad pinnad.

Miiunurgik. Materjaliks on lehtteras 3—4 mm. Töö käik: 1) raiutakse välja 2 lehte 20 × 120 mm ja üks leht 20 × 110 mm ning vaheklots 25 × 15 mm; 2) viilitakse ja silutakse saadud detailid; 3) märgitakse liigeseneedi ja vahetüki kahe needi kohad; 4) puuritakse augud (Ø 4 mm) ja süvised (needipeitpea jaoks) korraga puurimise teel; 5) valmistatakse 2 õhukesest messingplekist seibi (r = 6 mm); 6) needitakse vaheklots kergelt kohale; 7) needitakse seibid liigendisse, asetades kehale ühtlasi ka liikuva keele; 8) sobitatakse keskmine joonlaud takistuseta liikuma; 9) kõrvaldatakse konarused ja ümardatakse liigendipoolne ots.

Mutrivõti. Kahepoolse mutrivõtme valmistamiseks valitakse latt-teras mõõtmetega 160 × 40 × 6 mm. Mutrivõtme valmistamine kui haardepindade vahe on 17 ja 14 mm: 1) tehakse kartongist võtme šabloon (kasutatakse kuusnurga konstrueerimise võtet, kus külg a = 10 mm ja 14 mm); 2) kärnitakse šablooni abil

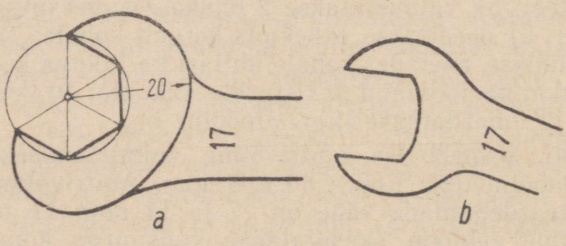


Joon. 202. Töid lehtrauast.

a — metallnurgiku valmistamine; *b* — miiunurgiku valmistamine.

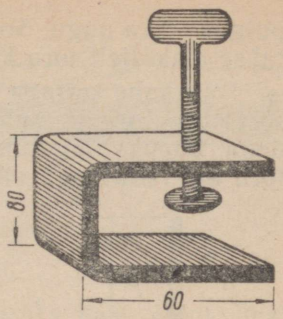
metallile võtme kontuurjooned; 3) puuritakse kontuurjoonte kõrvale augud; 4) raiutakse toorikust võti; 5) viilitakse välisservad ümarikuks, haardepinnad aga kandiliseks; 6) silutakse ja viimistletakse võti.

Suruklamber. Suruklambri valmistamiseks võetakse latt-teras mõõtmetega 200 × 35 × 6 mm ja kruvi jaoks 8 mm läbimõõduga varb pikkusega 120 mm.



Joon. 203. Mutrivõti.

Töö käik: 1) märgitakse latil tooriku jaotused (60 mm, 80 mm ja 60 mm); 2) kuumutatakse toorik ääsil või ahjusütel helepunase värvuseni ja painutatakse tooriku üks ots 60 mm kauguselt 90° võrra; 3) painutatakse teine ots samuti 60 mm kauguselt; 4) silutakse ja puhastatakse klamber; 5) märgitakse, kärnitakse ja puuritakse 6,6-millimeetrise puuriga auk kruvi jaoks, otsast 15 mm kaugusele; 6) keermestatakse auk 8-millimeetrise keermepuuriga; 7) lõõmutatakse varda üks ots ääsil või ahjus, taotakse 15 mm ulatuses laperguseks ja silutakse; 8) viilitakse või treitakse varras 8 mm ulatuses 8 mm jämeduseks ja keermestatakse varras; 9) varustatakse kruvi keermestatud ots surveseibiga. Seibi diameeter on 15 mm, paksus 3 mm, tema tsentris on auk diameetriga 5 mm. Kruvi ots viilitakse või treitakse 4,2 mm pikkuselt 5 mm jämeduseks ning pärast kruvi kohalekeeramist needitakse otsa külge seib (peitpeaga).



Joon. 203-a. Suruklamber.

Polt. Poldi valmistamine sarnaneb üldjoontes suruklambri kruvi valmistamisega. Poldi teine ots lõõmutatakse ja taotakse laiaks, mutter töödeldakse nelja- või kuuekandiliseks.

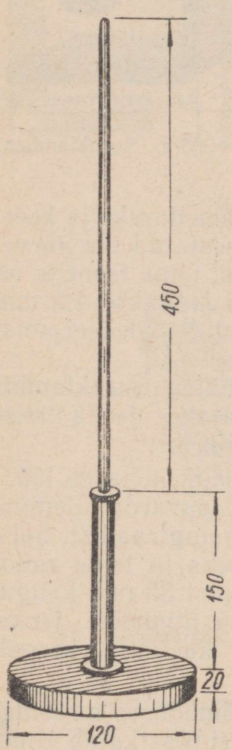
Laualipu varras. Kui töötoas on olemas treipink, tehakse laualipu alus kettakujulisena ja puitmaterjalist. Lipuvarda ülemine osa olgu 45 cm pikkune ja 44 m jämedusest messingtraadist. Selle üks ots viilitakse poolkerakujuliselt ümmarguseks ja teine raudnaela otsa sarnaselt teravaks. Ümmargusest otsast 35 mm kaugusele puuritakse 1,5 mm jämeduse puuriga auk lipunööri jaoks. Traat puhastatakse peene smirgelriidega ja kaetakse kergelt lakiga.

Varras asetseb oma alumise osaga 9 mm jämeduses messingtorus. Toru kogupikkus on 150 mm. Toru pealmist otsa katab 1 mm paksune ja 15 mm läbimõõduga messingketas, mille ääred ulatuvad 3 mm võrra üle toru äärte. Ketast läbib 4 mm jämedune auk varda jaoks. Paari sentimeetri kaugusel toru teisest otsast ümbritseb toru 3 mm paksune ja 30 mm läbimõõduga messingketas, mis toetub puust alusele. Seda ketast läbib 9 mm jämedune auk toru jaoks. Mõlemad kettad saetakse välja sobivast plekist ning silutakse viilimisega. Ülemisse kettasse puuritakse veel üsna serva lähedale 1,5-millimeetrise puuriga 2 auku lipunööri jaoks.

Alumise ketta jootmine toru külge toimub järgnevalt. Toru pannakse kruustangide vahele püsti, nii et ta 2,3 cm ulatuses jääb tangide vahelt välja. Siis asetatakse talle ketas otsa, tingimata toruga risti. Kinnijootmine toimub ketta alaküljelt ja vähese tinaga. Ülemise ketta külgejootmise eel lüüakse toru õõnde puupulk, mille keskmises osas on 4 mm läbimõõduga auk. Kui ketas kohal, torgatakse tema keskmisest august varras läbi puu-

pulgas oleva augu. Siis on ketas täpselt õigel kohal ning ta joodetakse alaküljelt toru külge.

Toru kahe kettaga asetatakse treipingile. Siin silutakse ketaste servad viiliga ja puhastatakse kogu vardaosa peene smirgelriidega. Lõpuks lõigatakse allpool alumist ketast olev 2 cm pikkune toru ots rauasaega pikuti lõhki ja kogu osa lakitakse.



Joon. 204. Laualipu varras.

Puust alusketta tegemiseks lõigatakse 20 mm paksusest hööveldatud kaselauast 120 mm läbimõõduga tükk. See treitakse treipingil ümmarguseks, keskele puuritakse 9 mm läbimõõduga auk. Siis puhastatakse ketas, peitsitakse ning lakitakse.

Messingtoru alumine ots asetatakse puust ketta auku. Et ta seal kindlalt püsiks, selleks lüüakse alt torusse puupulk, mis lõhkisaetud toruotsa laiemale nihutab. Pulga ülemisse otsa puuritakse enne sisselöömist 4-millimeetrise puuriga umbes 1 cm sügavune auk. Kui pulk on sisse löödud ning toru kindlalt paigal, lõigatakse noaga või peitliga puupulga ülearune ots ära. Siis torgatakse ülemise ketta august torusse vaskvarda teritatud ots kuni alumise puupulgani. Jälgides, et varda ülemisse ossa puuritud auk oleks samas suunas ülemise ketta servadesse puuritud aukudega, lüüakse varras alumisse puupulka kinni. Aluskettale liimitakse riie alla.

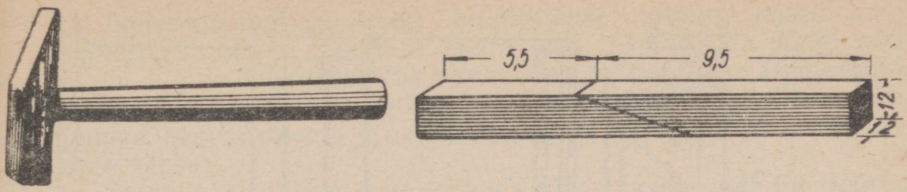
Kui koolis ei ole treipinki, võib puust aluse teha ruudu- või kuusnurgakujulise.

Väike vasar. Väike vasar tehakse lattterasest. Õpilane õpib terase lõikamist, viilimist ning lihvimist. Ühtlasi valmistab ta endale vajaliku tööriista.

Praktiline on võtta terasetükk korraga kahe vasara jaoks. Selleks kulub 150 mm pikkune ruudukujulise lõikega (külgpinna laius 12 mm) tükk. See lõigatakse metallsae viltulõikega kaheks, (vt. joon. 205). Lõikamist tähistav joon tõmmatakse nii, et vasara pikemaks küljeks jääb 55 mm ja lühemaks 95 mm. Sae lõikeava ja viilimine lühendab neid mõõtmeid omajagu.

Vasara siledaksviilimine toimub kruustangide vahel. Viilitav pind peab olema rõhtsalt üle pakkide väljas. Viil ei tarvitse olla kuigi peenehambaline. Tavaliseks viilimisviisiks on nurgeti üle pinna lükkamine. Sellele võib järgneda silumine risti viilitaval pinnal oleva ning kahe käega mõlemast otsast hoitava viiliga.

Kui kõik tahud on tasased, tehakse auk varre jaoks. Selleks



Joon. 205. Väikese vasara valmistamine.

puuritakse 5 mm jämeduse puuriga läbi vasara kaks auku, üks 8 mm kaugusele vasara faasist ja teine 8 mm edasi. Aukude vahe viilitakse ümmarguse viiliga välja. Saadud pikliku augu ääred viilitakse ümmarguseks. Auk peab mõlemalt poolt olema pisut kooniline. Allpool on see vajalik selleks, et vars paremini auku läheks, ja ülalpool selleks, et teda kiiluga kinnitada.

Vasara pinn (terav tagumine ots) võib jääda 1,5 mm paksuseks. Kandid viilitakse ümmarguseks. Varre august kuni esiotsani aga viilitakse 45°-se nurga all ära kõik neli kanti, nii et nad ulatuksid esipinna juures kuni 1 mm sügavuseni.

Vasaral tuleb karastada laup ja pinn. Peale karastamist hõõrutakse vasar puhtaks vastu jämedat smirgelriiet, mis on kinnitatud klotsile.

Vasara vars tehakse sitkest kase- või saarepuidust. Varre pikkuseks on 250 mm. Valmis vars immutatakse oksooli või värnitsaga.

Kui vars on vasarale taha löödud, peab varre ots ca 1 mm võrra august välja ulatuma. Varre ots lüüakse peitliga diagonaalselt lõhki. Sellesse lõhesse lüüakse kuivast okaspuidust kiil.

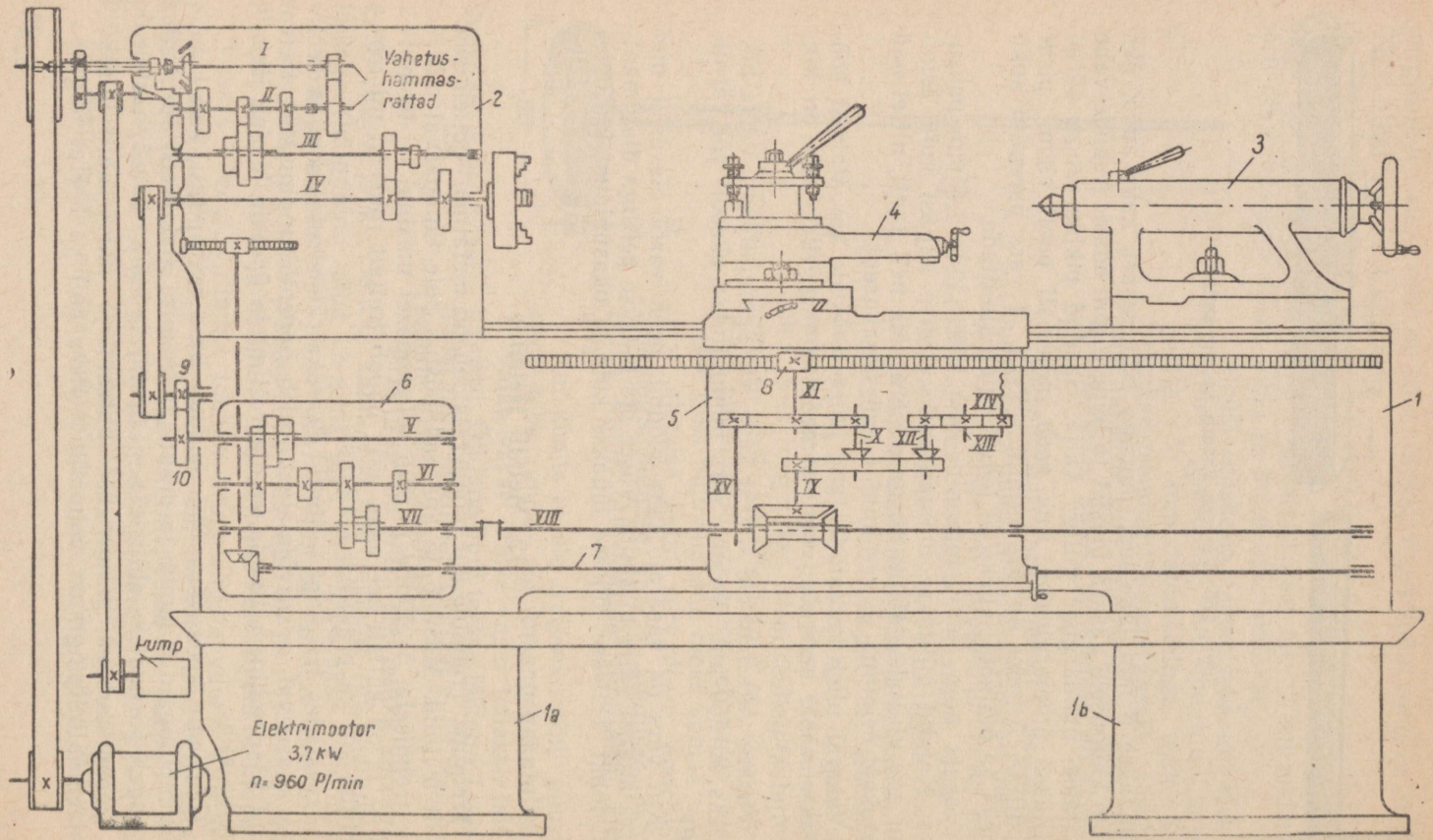
12. Metalli treimine

Treipink. Treimine kui tööoperatsioon on metallide töötlemises laialt levinud. Masina- ja aparaaditööstus pole tänapäeval mõeldav treimiseta. Treimine toimub sellekohasel masinal — treipingil — ja on küllalt keerukas ning nõuab treijalt rohkesti nii teoreetilisi kui ka praktilisi teadmisi.

Arvestades treipingi küllaltki keerukat konstruktsiooni ja sellega kaasnevat avariivõimalust, tuleb õppetöö tingimustes treipingi käsitsemine allutada kindla rešiimi ja õpetaja hoolsa järelevalve alla.

Töörühma koosseisus võib leiduda üksikuid õpilasi, kellel on juba mõningaid teadmisi ja praktikat treimise alal. Need õpilased on sageli parimateks abilisteks nii õpetajale kui ka kaasõpilastele.

Õppeotstarbeks kasutatakse lihtsaid ja universaaltreipinke. Universaaltreipingil on võimalik treitera abil ka keeret lõigata.



Joon. 206. Treipingi skeem.

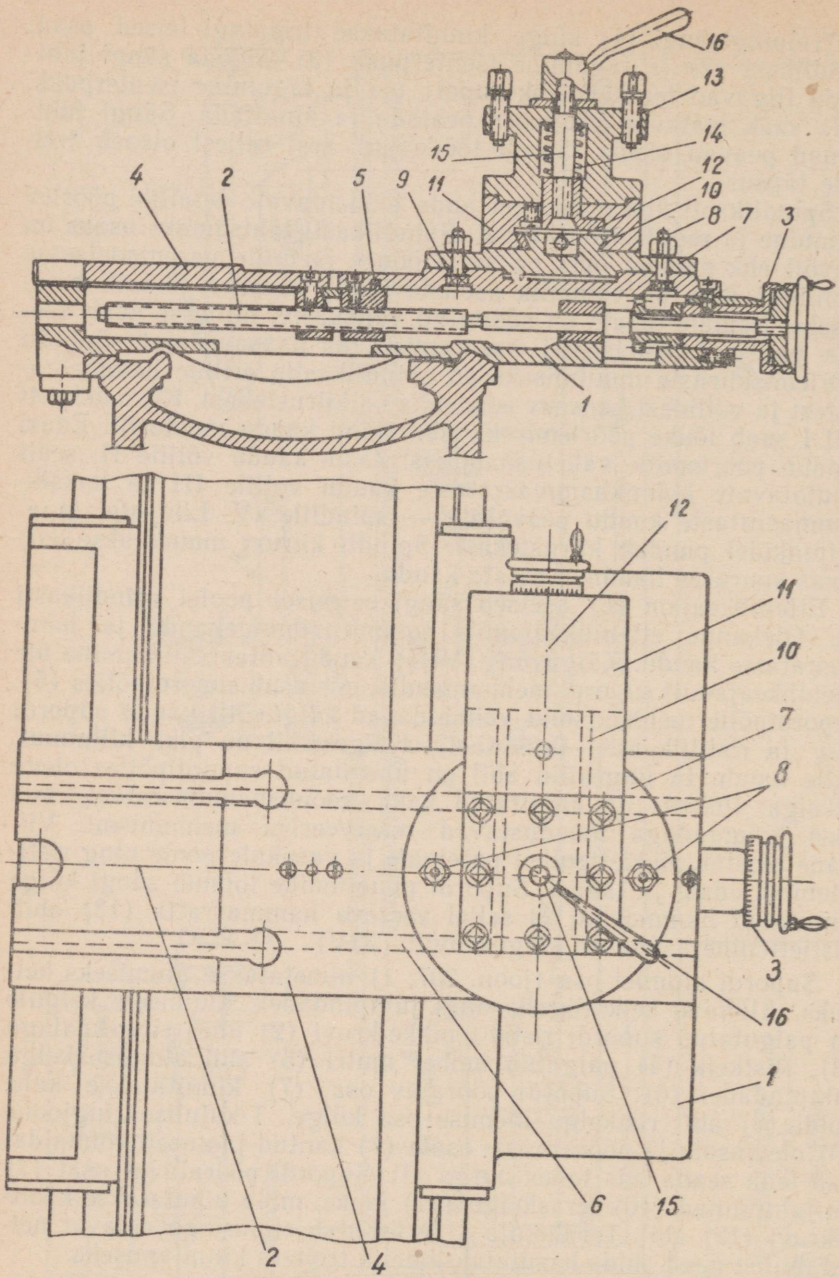
Treipingisängi (1) külge kinnitatakse treipingi teised osad: spindlikast (2) ja tagumine tsenterpukk (3). Mööda sängi juhtpindu liiguvad terakelk ehk suport (4) ja tagumine tsenterpukk, mida saab teatavas kauguses peatada ja kinnitada. Sängi juhtpinnad peavad olema täpselt töödeldud, sest sellest oleneb treimise täpsus.

Spindlikasti ülesandeks on anda töödeldavale detailile pöörlev liikumine ja reguleerida kiirusi. Spindlikasti tähtsamaks osaks on peavõll ehk spindel, mis on seest õõnes ja mille parempoolsesse koonilisse otsa on võimalik asetada seade (tsenter) detaili hoidmiseks. Samale otsale on sobitatud väliskeere, millesse saab keerata padrunit või tsentri kasutamisel ka kaasavedajat. Spindli pöörlemiskiiruste muutmiseks on spindlikastis eriline hammasratastest ja võllidest koosnev seadeldis — kiirustekast. Kiirustekasti võll I saab tõuke pöörlemiseks rihmajami kaudu mootorilt. Edasi kandub pöörlemine vahetushammasrataste kaudu võllile II, sealt nihutatavate kolmikhammasrataste kaudu võllile III ja kaksikhammasrataste kaudu peavõllile — spindlile IV. Lihtsatel lauatreipinkidel puudub kiirustekast. Spindli kiirust muudetakse erinevas suuruses hammasrataste kaudu.

Ettenihkeajam (6) asetseb sängi eesmisel poolel spindlikasti all. Ülekanne ettenihkeajamile toimub rihmülekande ja hammasrataste kaudu. Käiguvõlli (VIII) kaudu antakse liikumine üle ettenihkeajamilt supordi mehhanismile, mis asub supordipõlles (5). Supordipõlle mehhanismid võimaldavad käiguvõlli kaudu supordi piki- ja ristiliikumist (ettenihet). Käiguvõllil on pikk kiilunuut, mille kaudu ta liugekiilu abil on ühendatud supordipõlles oleva puksiga. Puksile on kinnitatud kaks koonushammasratast, mis koos kolmandaga moodustavad reserveeriva mehhanismi. Viimane teostab pikkiettenihet paremale ja vasakule poole ning ristiettenihet edasi ja tagasi. Supordi pikiettenihe toimub sängi külge kinnitatud hammaslati ja sellel veereva hammasratta (13) abil. Ristiettenihe saadakse käigukruvilt (XIV).

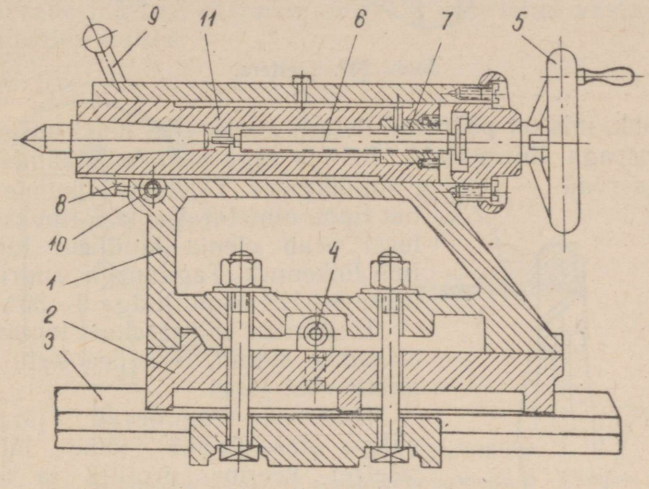
Supordi alumist osa (joon. 207; 1) nimetatakse alumiseks kelguks. Alumine kelk liigub sängi juhtpindadel. Alumisele kelgule on paigutatud supordi ristiettenihke-kruvi (2) ühes ringskaalaga (3). Ristkelk (4) paigutub ümber mutri (5) abil alumise kelgu juhtpindadel (6). Supordi pööratav osa (7) kinnitatakse kahe poldi (8) abil ristkelgu ülemise osa külge. T-kujulise ringjoone (9) olemasolu ja pööratavale osale (7) kantud jaotused võimaldavad teda seada mis tahes nurga all. Supordi pööratavat osa (7) on juhtpinnad (10) teraskelgu (11) jaoks, mida nihutatakse käsitsikruvi (12) abil. Terahoidja (13) kujutab endast pööratavat neljatahulist pead, mida kasutatakse nelja treitera kinnitamiseks.

Tagumine tsenterpukk (joon. 208) on ette nähtud tooriku toetamiseks ja õiges asendis hoidmiseks. Sageli kasutatakse seda ka puuri või hõõritsate kinnitamiseks. Tagumise tsenterpuki kere (1) kinnitatakse alusele (2), viimane aga juhtpindadele (3). Niisugune



Joon. 207. **Supordi ehitus.**

ehitus võimaldab nihutada keret kruvi (4) abil ka alusele risti. Käsiratta (5) ja kruvi (6) keeramisel nihkub mutter (7) ja ühes sellega pinool(hülss) (11) piki viimase telge. Tihvt (8) ulatub pinooli soonde ja takistab selle pöördumist. Pinool pingutatakse kinni tsenterpuki lahtilõigatud poolte kokkutõmbamise teel kruviga (10), mida pööratakse käepideme (9) abil.



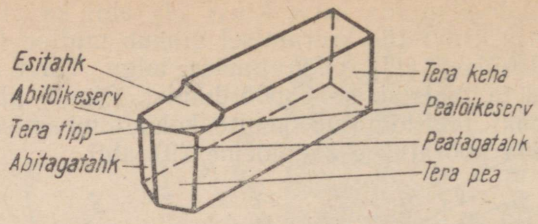
Joon. 208. Tagumine tsenterpukk.

Lihtsast treipingist täiuslikum on universaaltreipink. Tema materjalosa on täiendatud käigukruvi ja veomutriga, mida kasutatakse keerme lõikamisel.

Treipingi hooldamine. Et hoida mehhanismid töökorras ja vältida treipingi osade enneaegset kulumist, selleks tuleb treipinki iga päev pärast töö lõppu hoolikalt puhastada, kõik liikuvad osad õlitada. Laastud ja prügi pühitakse pingilt ära harja ja pehme lapiga. Määrdeniplitesse ja juhtpindadele kallatakse õli. Nipliavad suletakse õlitamise järel kaane või erilise sulguriga. Lubamatu on kasutada topiseid, mis võivad sattuda liikuvate osade vahele. Spindlikasti ja tsentrite avasid tuleb iga operatsiooni eel puhastada. Peab vältima õli sattumist rihmajamite vahele. Tuleb võtta õigeaegselt kasutusele tõhusad kaitsed pöörlevate ja liikuvate osade katmiseks.

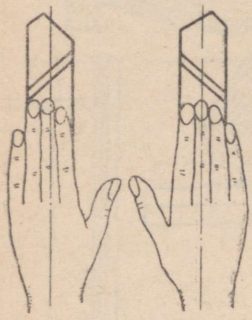
Treiterad. Treitera töötab ringkoorimise põhimõttel. Selleks et eraldada laastu, peab tera olema kiilukujuline. Treimisel on detaili pöörlemissuund tera poole ja nihke survel eraldab tera kiilukujuline serv toorikust laastu.

Treitera põhielemendiks on tera keha, mille kaudu kinnitatakse tera supordi terahoidjasse. Esimest, töötavat osa nimetatakse tera peaks. Tera pea osad on esitahk, mida mööda eraldub laast,



Joon. 209. Treitera.

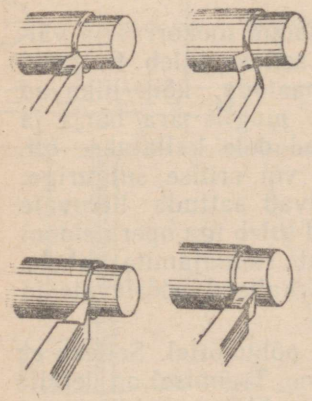
ja tagatahk, mis on pööratud detaili poole. Üks neist on peatagatahk, teine aga abitagatahk. Esi- ja tagatahkude lõikamisel tekivad lõikeservad — pea- ja abilõikeserv. Tahkude lõikumise vahelist tippu nimetatakse tera tipuks. Lõiketeral peab olema kindlasti kiilukujuline lõikenurk. Taganurga suurus võetakse 8—12°, esinurk aga 0—30°.



Treiterad liigitatakse tehtava töö, ettenihke suuna, tera pea kuju ja valmistusviisi järgi.

Treiterad jagunevad järgmiselt: välis-, otsa-, maha-, lõike-, läbilõike-, sisetrei-, keerme-, profiili- ja ümardamisterad.

Välistreimise terad jagunevad koorimis- ja silumisteradeks. Koorimine on eeltöötlus, mille puhul tera jätab pinnale nähtavad jäljed. Silumine on viimistlustöö nii pinna silumiseks kui ka mõõdulise täpsuse väljatöötlemiseks. Pikinihke suuna järgi jagunevad treiterad parem- ja vasakpoolseteks. Parempoolsed terad töötavad pikiettenihkega vasakult paremale, vasakpoolsed aga vastupidi.



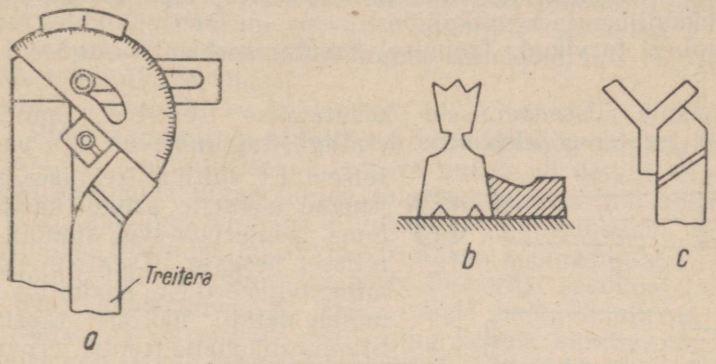
Joon. 210. Treiterade tüüpe.

Pea kuju järgi jagunevad terad sirgeteks ja painutatud teradeks.

Valmistusviisi järgi jaotatakse terad tervikteradeks ja liigendatud teradeks. Tervikterad on valmistatud 0,9—1,4% süsinikusisaldusega tööriistaterase ühest tükist. Selle kõvaduse juures töötavad need terad hästi kuni kuumenemiseni 200—250° C. Kiirlõiketerad, mida kasutatakse kiirlõikepinkidel ja mis taluvad temperatuuri kuni 600°, valmistatakse legeeritud terasest, mille sulami koostises on kuni 25% volframit, koobaltit ja vanaadiumi.

Liigendatud tera kehale on peale joodetud või kruviga peale kinnitatud kõvad keraamilised plaadikesed. Keraamiliste teradega saab töötada veel kiiremini (4—5 korda) kui kiirlõiketeradega ja nad taluvad temperatuuri kuni 1000°. Viimasel ajal kasutatakse lõiketeradena veel mineraalset materjali, mis mehhaaniliste omaduste poolest ületab kõik eelnimetatud.

Terade liigitust otstarbe järgi on käsitletud vastavate tööoperatsioonide juures.



Joon. 211. Treitera teritamine.

a — teritusnurga kontroll universaalnurgamõõtjaga; *b* — treitera tagatahu kontrollimine; *c* — treitera esitahu kontrollimine.

Terade ülesseadmine on täpsust nõudev töö. Reegliks on, et tera ei tohi terahoidjast välja ulatuda rohkem kui 1,5 kordse terakeha kõrguse võrra. Pikalt väljaulatuv tera vibreerib ja me ei saa tasast treipinda. Terad tuleb hoidjasse kinnitada tugevalt. Selleks kasutatakse kaht polti, mis pingutatakse võrdse tugevusega. Terade ülesseadmisel peab tera tipu kõrgus ühtima tsentritipu kõrgusega. Selleks lähendatakse treitera tipp ühele kontrollitud tsentritipule. Ebaõige kõrguse kõrvaldamiseks asetatakse tera keha alla plaadikesi. Plaadike peab toetama tera keha terahoidja serva kohalt. Alusplaadikesed peavad olema ühepaksused ja võrdse pikkusega (50—200 mm).

Treiterasid teritatakse smirgel-lihvimisketastel. Teritamise järjekord: esiteks peatahk, seejärel abitahk ja viimasena esitahk.

Käsitsi teritamisel hoitakse tera vastu lihvimisketast kergelt, et vältida kuumenemist. Lihvimisel nihutatakse tera seibil edasitagasi ja jahutatakse vees. Teritamisel kasutada teritustuge. Tera lõikenurka kontrollitakse vastava šablooniga.

Lõikerežiim. Lõikerežiimi all mõistame lõikesügavust; ettenihet ja lõike kiirust. Lõikesügavuseks on metallkihi paksus, mis lõigatakse toorikult maha ühe terakäiguga. Töötlusvaru mahavõtmiseks võib kasutada mitut terakäiku. Lõikesügavust mõõdetakse mm-tes. Ettenihkeks nimetatakse tera nihet tooriku ühe pöörde

kestel. Ettenihet mõõdetakse mm-tes. Treimisel eristatakse piki-, rist- ja kaldettenihet.

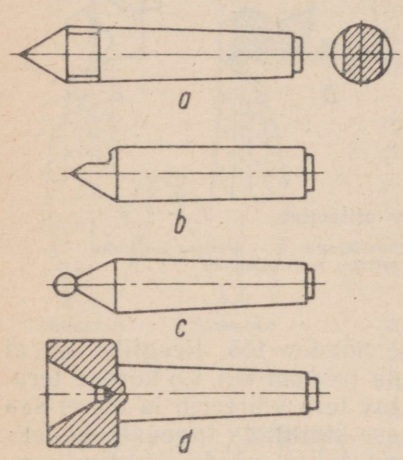
Lõikekiiruseks nimetatakse treitera lõikeserva poolt tehtud teekonna pikkust pöörleva detaili pinna suhtes ühe minuti jooksul. Ringkiirust mõõdetakse meetrites minuti kohta.

Treitera jahutamiseks kasutatakse seebi- või soodavett või erilist emulsiooni.

Mõõteriistad. Treimisel on peamisteks mõõteriistadeks: lihtsama töö mõõtmisel joonlaud ja tastrid, täpsema töö mõõtmisel aga nihkkaliiber ja kruvikaliiber.

Treipingi tarvikud. Treimisel kasutatakse mitmesuguseid tarvikuid.

Toorikute ülesseadmiseks kasutatakse tsentreid. Spindlisse asetatud tsenter pöörleb koos detailiga, tagumine on aga paigalseisev. Et vältida treimises vigu, peavad tsentrite sabad hästi sobima tsenterpuki või spindli koonilisse pesasse. Tsentrite loksumine, teljekõrguste ebaühtlus vms. mõjub detaili töötluse täpsusele. Standardikohane tsentri teravik on treitud 60° nurga all.



Joon. 212. Tsentrid.
a — tavaline tsenter; *b* — pooltsenter; *c* — kuuliga tsenter; *d* — tagurpidi tsenter.

Tsentrite töökorda seadmiseks kontrollitakse esiteks spindlisse asetatud tsentri jooksu treipingi tühikäigul. Tsentri «viskamine» näitab tsentri ebatäpsust. Et tagumine tsenter oleks esimese suhtes samal kõrgusel ja treitera liiguks toorikuga paralleelselt, selleks lähendatakse tagumine tsenterpukk esimesele. Ebatäpsuse reguleerimiseks tuleb tagumise tsenterpuki kere asendit muuta alusplaadi suhtes või läbi viia põhjalik puhastus. Tagumise tsentri hõõrdumise vähendamiseks tuleb seda hoolikalt määrida. Kasutatakse ka pöörlevat tsentrit.

Tooriku ülesseadmiseks tsentrisse leitakse esiteks tooriku otspindade tsentrid ja puuritakse neisse erilise puuriga koonuspesad. Detaili pöörlemapanemiseks tsentrite vahel (sest tsenter ei suuda detaili pöörlema panna) kasutatakse nn. kaasaveopadrunit. Kaasaveopadrun kruvitakse spindlile ja ta on ühenduses kaasavedajaga, mille vahele kruvitakse toorik. Kaasavedaja oma väljaulatuva sõrmega on töötajale ohtlik. Kinnine kaasaveopadrun on kõige ohutum.

Pakkpadrunid jagunevad lihtsateks ja isetsentreerivateks. Lihtsa padruni neli pakki on võtme abil üksteisest olenematult reguleeritavad, võimaldades nõnda pakkide vahele keerata mis

tahes kujuga detaili. Detaili tsenterasetus leitakse rismusega või mõne muu kontrollriistaga. Isetsentreerivad padrunid on harilikult kolme pakiga. Pakid liiguvad võtmega pööramisel kõik korraga kas tsentri suunas või väljapoole. Isetsentreerivad padrunid on head silindriliste toorikute ülesseadmiseks. Eriti otstarbekad on nad lühikeste toorikute külgpinna ja otsa treimiseks. Pikad ja peenikesed toorikud hakkavad võnkuma, sellepärast tuleb need toetada tagumise tsentriga.

Pakkpadrunitega töötamisel tuleb silmas pidada, et õigeaegselt kõrvaldataks padruni võti ja et padruni keeramisel ei kasutataks padruni käepideme pikendamise abinõusid, mis võivad esile kutsuda vindi ülekeeramise.

Treimisel kuni 10°-se kaldenurga all kasutatakse koonusjoonlauda. Pingi tagumisele küljele on kinnitatud joonlauda hoidev tugi, mida on võimalik seada teatava nurga all detaili telje suhtes. Piki joonlauda liigub liugur, mis on tõmbitsa abil ühendatud supordi ristkelguga. Viimane liigub vabalt juhtpindadel. Piki- ja ristsuunalise liikumise koostööna treitakse koonuspind.

Treipingi häälestamine. Treipingi töökorda seadmist nimetatakse pingi häälestamiseks. Nende tööde hulka kuuluvad tarvikute, rakiste ja lõiketerade valik ning kohale kinnitamine. Treipink tuleb korrastada ning seada töökorda kõik lõikerežiimi tegurid, ettenihke ja kiiruste mehhanismid, kasutades selleks tööpingi passi ja materjalide tehnoloogilisi andmeid. Ainult õigesti häälestatud pink tagab tööoperatsioonide õige teostamise, vähendab praaki ja tõstab masina töövõimet ning lühendab ülesande täitmise aega.

Treipingil tehakse järgmisi töid: silindriliste välispindade, siledate ja astmeliste võllide, otspinna, soonte, koonuste, profiilide, sise- ning muude pindade treimist.

Silindriliste välispindade treimine. Suur osa metalltoodete detailidest on töödeldud silindriliselt. Treimisel saadakse silindriline detail, kui talle anda pöörlev liikumine ja töödelda rööpse ettenihkega treipingil.

Välistreimisel kasutatakse 1) sirget ja painutatud peaga koorimistera, 2) kitsast ja 3) laia silumistera. Silindrilise pinna treimisel kinnitatakse toorik sel puhul,kui tema pikkuse ja diameetri suhe on väiksem kui 1 : 4, padrunisse vaba otsa toetamiseta. Kui ese on aga pikem, siis kasutatakse tsentrit või erilist tarvikut — lünetti, mille ülesandeks on tooriku täiendav toetamine.

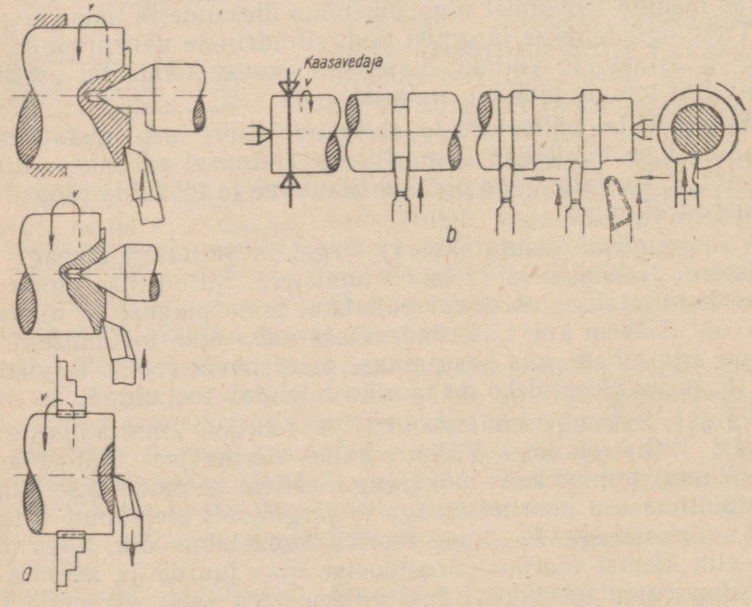
Pärast treipingi häälestamist ja tooriku kinnitamist algab silindri välistreimine. Välistreimine normaalse töötlusvaruga (2 + 2 mm) toimub kahe töökäiguga; esiteks eemaldatakse töötlusvaru suurem osa koorimisteraga ja järgnevalt ülejäänud väiksem pind silumisteraga. Et saada tooriku õiget läbimõõtu, tuleb lõiketera viia käsitsi tooriku parempoolse otsa juurde ja keerata siis tera tipp vastu toorikut. Edasi viiakse tera veidi paremale (toorikust mööda) ja keeratakse tera laastu paksuse võrra sügavamale. Nüüd käivitatakse pink ja treitakse käsitsiettenihkega mõned mil-

limeetrid. Seejärel kontrollitakse nihkkaliibriga tooriku läbimõõtu. Korrigeerides tera lõikesügavust, leitakse tooriku õige mõõde. Veendunud mõõtme täpsuses, lülitatakse sisse automaatettenihe ja sooritakse pinna koorimine. Analoogiliselt toimub ka silumis-treimine silumisteraga.

Et treipinkide ettenihetes treitera läheks õige sügavuseni, selleks on olemas eriline seademehhanism — ringskaala ehk limb. Üks neist — ristettenihke limb — asub ristnihke käsiratta juures, teine pikinihke käsiratta juures. Treipingi ristettenihke samm ja limbil olev jaotuste arv võivad olla erinevad. Sellest olenevalt võib lõike sügavus olla erinev limbi pööramisel ühe jaotuse võrra. Oletades, et keerme samm ristettenihkes on 5 mm ja limb on jagatud 100 osaks, siis pöörates kruvi ühe täispöörde võrra, nihkub tera edasi 5 mm. Ühe jaotuse võrra pööramisel nihkub tera edasi 0,05 mm. Treimisel tuleb aga arvestada seda, et ringkoorimisel väheneb tooriku diameeter kahekordselt, sellepärast tuleb tera sügavust juurde keerata ainult pooles ulatuses.

Otsapindade ja astmete treimine. Otsapindade treiterad on sirged või painutatud ja parem- või vasakpoolsed. Otsaterade lõikeserv on pikk ja detaili pinna suhtes 5° nurga all. Painutatud tera kasutatakse raskelt ligipääsetavate kohtade treimiseks.

Tooriku ülesseadmine otsa treimiseks on sarnane silindri treimisele. Lühike toorik kinnitatakse ühe otsaga padrunisse, kuid

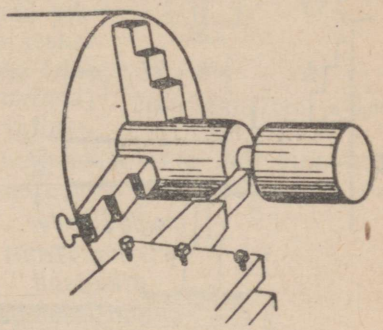


Joon. 213. Otsapindade ja astmete treimine.
a — otsapindade treimine, *b* — astmete treimine.

otsa lõikamisel tsentrite vahel kasutatakse pooltsentrit. Padrunisse kinnitatud otsapind töödeldakse ristettenihkega kas tsentrist eemale või välispinnalt sissepoole. Viimase töövõttega saavutatakse siledam treipind, sest lõike surve on suunatud keskkoha poole.

Astmed treitakse kas piki- või ristettenihkega, kusjuures arvestada tuleb astmete pikkusi ja läbimõõte.

Välissoonte treimine ja mahalõikamine. Välissoonte lõikamise terad on kitsad. Välissooned treitakse sisse kas ühe lõiketera laiuse käiguga või mitmekordse lõikega. Et kõrvaldada lõiketera külghõõrdumist, on tera esiservast laiem kui tagantpoolt. Kuna soonelõikamise terad on kitsad, siis tehakse nad murdumisohu vältimiseks püstlõikes tunduvalt suuremas mõõdus kui laiuses. Sellise tera lõikeosaks on kiirlõikeplaat.



Joon. 214. Mahalõikamine.

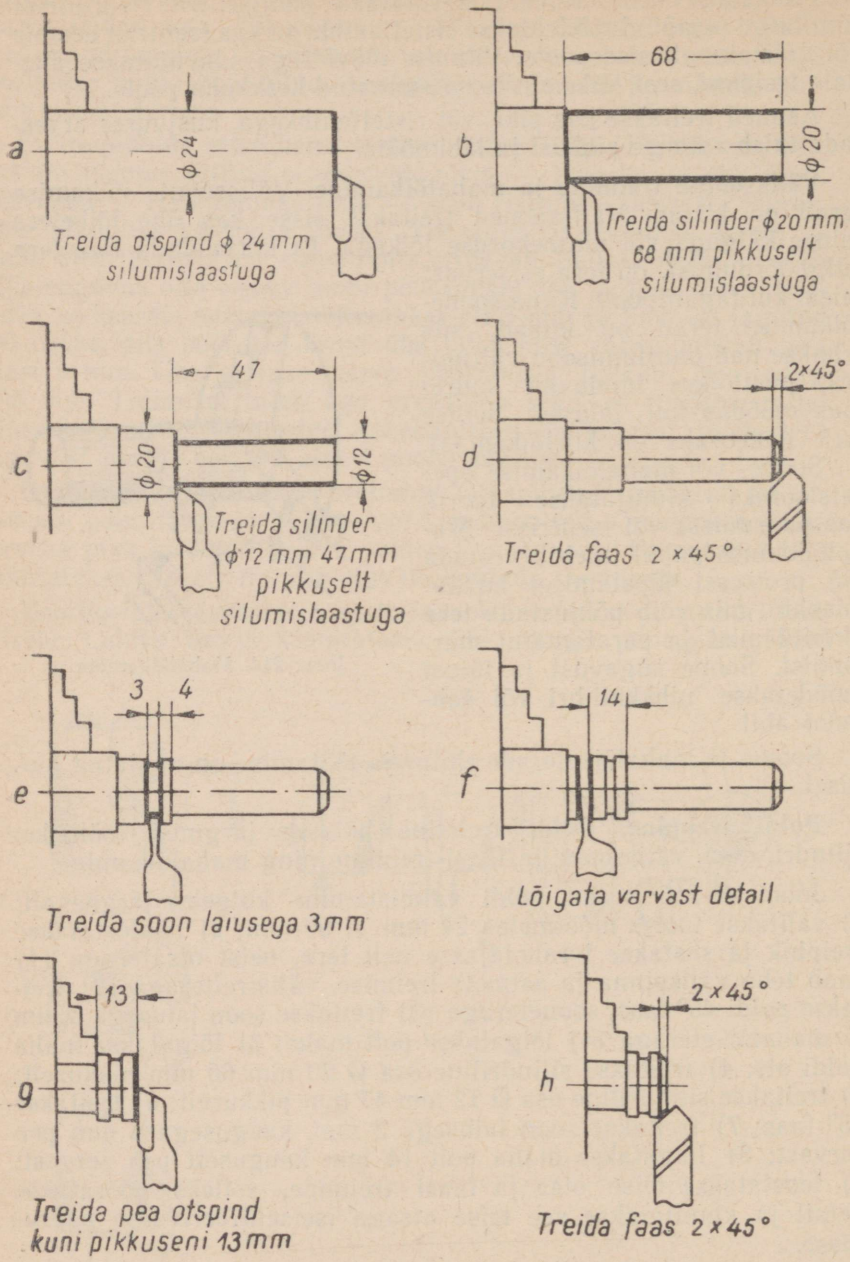
Soone- või mahalõikamise operatsiooniks kinnitatakse toorik kas padrunisse või tsentrisse. Mahalõikamise puhul tuleb arvestada töö protsessi lõpetamisel kukkumisohtu, mis võib põhjustada tera kinnijäämist ja paratamatut murdumist. Soone sügavust ja laiust mõõdetakse nihkkaliibri või šablooni abil.

Soone- ja mahalõiketerade ehitus ja töötamine on näidatud joonisel.

Poldi treimine. Poldi treimine hõlmab järgmisi töökäike: silindri, otsa, välissoone ja faasi treimine ning mahalõikamine.

Joonisel 215 antud poldi valmistamine kulgeks järgnevalt: 1) valitakse toorik mõõtmetes 24 mm × 90 mm; 2) häälestatakse treipink ja seatakse terahoidjasse neli tera, neist otsateraga (1) saab teha välispinna ja astmete treimise, välistreiteraga (2) treitakse poldi 45° faas, sooneteraga (3) treitakse soon laiusega 3 mm ja mahalõiketeraga (4) lõigatakse polt maha; 3) lõigatakse maha poldi ots; 4) treitakse silindriline osa Ø 20 mm 68 mm pikkuselt; 5) treitakse silindriline osa Ø 12 mm 47 mm pikkuselt; 6) treitakse 45° faas; 7) treitakse soon laiusega 3 mm, kaugusega 4 mm pea servast; 8) lõigatakse maha polt 14 mm kauguselt pea servast; 9) teostatakse teise otsa ja faasi treimine, selleks pööratakse detail ja kinnitatakse see teise otsaga isetsentreerivasse padrunisse.

Torn ja kärn. Torn, kärn, needitorn ja survetorn valmistatakse harilikult treipingil. Sobivas jämeduses toorik kinnitatakse ühe otsaga pakkpadrunisse ja töödeldakse üks ots. Torni ots töödel-

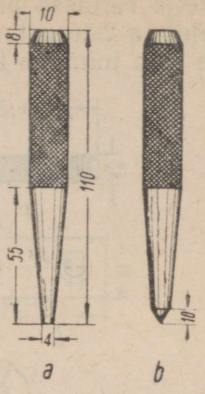


Joon. 215. Poldi töötlemise järjekord treipingil.

dakse kooniliseks käsiettenihke abil. Viimistlevaks silumiseks võib kasutada viili.

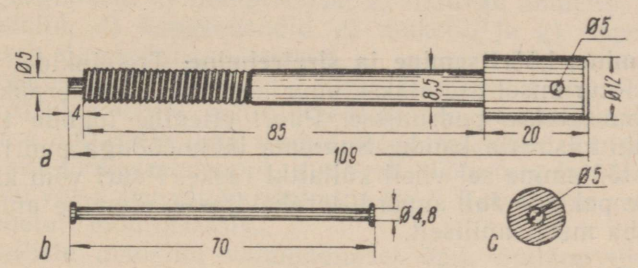
Suruklambri kruvi. Kruvi valmistamiseks võetakse terasvarb Ø 12,5 mm pikkusega 115 mm. Treipink häälestatakse samuti kui poldi treimise puhul.

Töö käik: 1) varb kinnitatakse ühe otsaga pakkpadrunisse; 2) varva ots lõigatakse maha, nii et töötlemiseks jääb 85 mm pikkune osa; 3) treitakse silinder Ø 8,5 mm; 4) otsa treitakse 4 mm pikkune aste Ø 5 mm; 5) varb vabastatakse padrunist ja kinnitatakse padrunisse teise otsaga; 6) treitakse silinder (kruvipea) Ø 12 mm; 7) treitakse pea otsapind ja faas.



Joon. 216. Torn ja kärn.

Kruvi keermestatakse. Peasse puuritakse Ø 4 mm auk, kuhu lüüakse sisse 40 mm pikkune pööramispulk. Kruvi teise otsa valmistatakse 3 mm paksune seib.



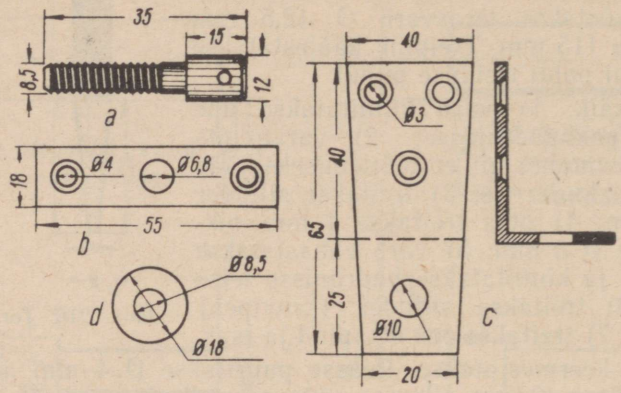
Joon. 217. Suruklambri kruvi.

Kapi ühenduskruvi. See koosneb treitud kruvist, vastusest, klambrist ja seibist. Kruvi pikkus 35 mm. Treitakse nii samuti nagu suruklambri kruvi. Vastus valmistatakse latt-terasest 4 × 18 × 55 mm. Keskmine, keermestamisele tulev auk puuritakse Ø 6,8 mm, kruviaugud Ø 5 mm süvistatakse 10 millimeetrise puuriga. Ühendusklamber valmistatakse 3 mm paksusest latt-terasest. Kruviaukude jämeduseks on Ø 4 mm ja poldiauk Ø 10 mm. Seib valmistatakse 2 mm paksusest plekist.

Käruratta telg. Telg valmistatakse ümarterasest pikkusega kuni 400 mm ja Ø 25 mm. Uueks töövõtteks on tooriku treimine tsentrite vahel ja kaasavedaja kasutamine.

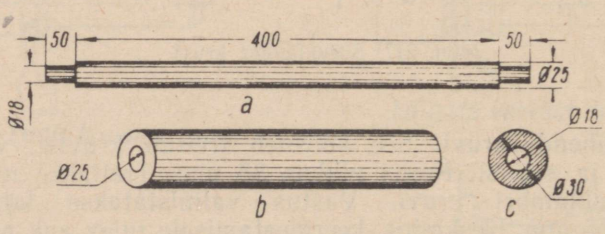
Töö käik: 1) märgitakse ja puuritakse tsentrite augud; 2) toorik kinnitatakse tsentrite vahele ja treitakse silinder Ø 25 mm; 3) treitakse otsapind; 4) treitakse ots 50 mm ulatuses Ø 18 mm jämeduseks; 5) toorikul pööratakse teine ots ja treitakse samuti 50 mm ulatuses Ø 18 mm jämeduseks.

Telje rattasse paigutamiseks on vaja veel 2 seibi (puitosade vahele) ja 2 torust (õõne Ø 25 mm) vahetükki. Torude mahalõikamine võib toimuda treipingil.



Joon. 218. Kapi ühenduskruvi.

Puurimine, hõõritsemine ja sisetreimine. Treipinkidel saab ka puurida. Puurimisel asetatakse puur tagumisse tsenterpuki hülssi. Detail kinnitatakse padrunisse. Puuri ettenihe toimub tagumise tsenterpuki käsiratta kaudu. Suurema läbimõõduga puuri kasutamisel on töötamine sel viisil küllaltki raske. Puuri võib kinnitada ka eriliste pakkide abil supordi terahoidjasse, ettenihe antakse sel korral juba mehhaaniliselt.



Joon. 219. Käruratta telg.

Puuritud augu pind silutakse hiljem süvispuuri või hõõritsaga. Puurimiseks kasutatakse koonilise sabaga spiraal- või lamepuure. Ka võib kinnitada puuri erilisse padrunisse ja padruni omakorda tagumise tsenterpuki hülssi.

Suured avad treitakse sellekohaste siseteradega. Treimisele eelneb puurimine. Sisetreimine on keerukas operatsioon, mida koolipraktikas võiks läbi võtta ainult demonstreerimise korras.

VII. KOMBINEERITUD TÖÖD.

1. Kombineeritud töödest.

Kombineeritud tööde eesmärgiks on õpilase juhtimine loomingulisele teele. See eesmärk on eriti hästi saavutatav nn. tehniliste mudelite valmistamise kaudu.

Kombineeritud tööd liigitame nende valmistamise raskuse põhjal järgmiselt: a) mänguasjad, b) liikuvad mudelid, c) tehnilised mudelid, d) õppevahendid, e) maketid ja g) õppetöös ning praktilises elus vajalikud esemed.

Kombineeritud töödes on õpilase tähelepanu pööratud peamiselt konstruktsioonile, sest üldreeglina peavad kombineeritud tööd sisaldama õpilastele juba tuntud tööoperatsioone. Juurde tulevad niisugused tööoperatsioonid, mida oli töötunnis frontaalselt võimatu läbi võtta (traaditöö, jootmine jne.). Tutvumine nendega toimub vahetult tööprotsessis.

Tehniliste mudelite valmistamisel õpib õpilane tundma nn. «tehnika aabitsat», seda, kuidas lahendada õigesti konstrueerimisülesannet, ehitada paremini, tugevamini, kiiremini ja väiksema energia- ning materjalikuluga; õpib tundma ja lugema tehnilist joonist ja valmistama lihtsamat visandit mudelist ning selle detailidest.

Muidugi tuleb kõik esemed valida niisugused, mida oleks võimalik valmistada klassis piiratud aja jooksul. Keerukamad ja rohkem aega nõudvad tööd tuleks jätta klassivälise töö kavva. Kuigi klassis valmistatavad mudelid on väikesed ja lihtsad, pigemini mänguasjad, peavad neis siiski ilmnema tõeliste masinate ning seadiste tegevuse põhimõtted. Nii näit. paberist plaaner lendab, pöördub, tõuseb ja maandub nagu tõeline lennuk, langevari maandub sujuvalt, kraana tõstab raskusi jne. Põhireegliks on: iga tööd võib alustada alles siis, kui on selged ehitatava mudeli konstruktsioon, töötamise põhimõte, otstarve, kasutamise ja valmistamise tehnilised võimalused.

Mudeli ehitamine on tehnilise ülesande praktiline lahendus, sest iga mudelit võib ehitada mitme erineva konstruktsiooniga.

Mudeli konstruktsioon arutatakse kollektiivselt läbi. Siis valmistatakse vajalikud arvutused, visandid ja tööjoonised (vane-

mates klassides), lisatakse kirjeldus, kuidas otstarbekamalt valmistada detaile, milliseid materjale ja tööriistu kasutada jne. Ettevalmistatava osa hulka kuulub ka materjalide muretsemine.

Tähelepanu tuleb pöörata asjaolule, et materjali tugevus ei olene ainult selle paksusest ja sordist, vaid suurel määral ka välisest vormist. Selgitamiseks on soovitatav kasutada puust, traadist, plekist või rauast valmistatud vorme, määrata katseliselt kindlaks nende vastupidavus paindele, survele ja tõmbele.



Joon. 220. Vormid materjali tugevuse selgitamiseks.

Töö organiseerimine. Kombineeritud tööde temaatika esitab õpetajale terve rea uusi nõudeid. Igast valmistamisele tulevast tööst on õpetajal soovitav valmistada näidiseksemplar. Sellega kontrollib õpetaja praktiliselt töö teostamise tehnoloogiat, mis võimaldab tal paremini planeerida tööjaotust õpilaste vahel, ette valmistada materjale ning tööriistu.

Vajalik on ka töö igakülgne läbimõtlemine. Selleks on tarvis hoolikalt uurida tehnilist dokumentatsiooni, mille järgi õpilased valmistavad eseme, ja seda paljundada. Jooniste paljundamiseks võib rakendada vanemate klasside õpilasi klassivälise töö korras.

Järgmisena tulevad ettevalmistusele materjal ja pooltooted. Vajalikud pooltooted on tavaliselt kahte liiki — esiteks detailid ja sõlmed, mida õpilased ei ole suutelised iseseisvalt valmistama (treitud metalldetailid, võllid, teljed, rattad, hammasrattad, kuullaagrid jne.), teiseks detailid, mille valmistamiseks on õpilased suutelised vastavate seadeldiste abil. Kui need seadeldised puuduvad, tuleb detailid enne valmistada. On samuti materjale, mille tükeldamine nõuab palju tööd ja vaeva, kui puudub ketassaag, freeser, mehhaanilised käärid jne. Mõnel juhul võib sellist materjali tükeldada ka käsitsi, kuid see võtab palju aega ja ei ole ratsionaalne.

Töö algul selgitab õpetaja lühidalt mudeli ja iga detaili tähtsust ning sellele esitatavaid nõudeid. Seejärel jaotatakse töö õpilaste vahel ära, sest olenevalt mudeli suurusest ja valmistamise raskusest tehakse neid kogu klassi kohta ainult mõned eksemplarid. Selleks on otstarbekohane klass jaotada brigaadidesse või lülidesse. Igas brigaadis (lülis) täidab üks arenenum õpilane brigadiri (lülivanema) ja tehnilise kontrolli ülesandeid. See õpilane organiseerib tööd, peab sidet õpetajaga, kontrollib iga valmistatava detaili kvaliteeti ja mõõtmeid ning juhib kokkumonteerimist.

Iga brigaadi (lüli) liige, saanud ülesande, kannab valmista-

tava detaili visandi oma töövihikusse. Arusaamatuste korral pöördub ta õpetaja poole selgituse saamiseks. Ühtlasi annab õpetaja teateid vajalike materjalide ning tööriistade kohta. Materjalid valmistab ette õpetaja enne tundi.

Kui üksikosad on valmis, algab nende kokkumonteerimine. Pärast kokkumonteerimist katsetatakse mudelit tegevuses, leitakse vead ning parandatakse need.

Kombineeritud tööd tuleks planeerida nii, et kogu grupp valmistaks puitosad puidutöökojas ja metallosad metallitöökojas. Seda on võimalik läbi viia suurema hulga ühesuguste esemete korral. Kui aga õpilane iseseisvalt konstrueerib detaili ja peab samas selle ka valmistama, ei saa niisugust moodust kasutada. Seda puudust aitavad kõrvaldada kombineeritud tööpingid. Kui neid ei ole, tuleks kombineeritud tööde perioodiks organiseerida puutöökojas 2—3 metallitöö kohta ja metallitöökojas 2—3 puidutöö kohta.

Klassivälise töö organiseerimine võib toimuda samuti, ainult õpilastele tuleb võimaldada rohkem iseseisvust nii esemete valikul kui ka nende valmistamisel.

2. Lihtsamaid mudeleid.

Et õpilased tutvusid kuni neljanda klassini paberi, papi, savi, plastiliini ja puiduga (puidutöös ainult noa ja vineerisae kasutamisega), siis valitakse algul samu materjale nõudvaid töid.

Alustatakse lihtsamate mudelite ja esemete valmistamisest paberist, kartongist, ettevalmistatud liistukestest jne., hiljem minnakse üle juba keerukamate ülesannete lahendamisele.

Lennuk. Lihtsaks, kuid seejuures huvitavaks tööks osutub paberist lennuki mudeli valmistamine.

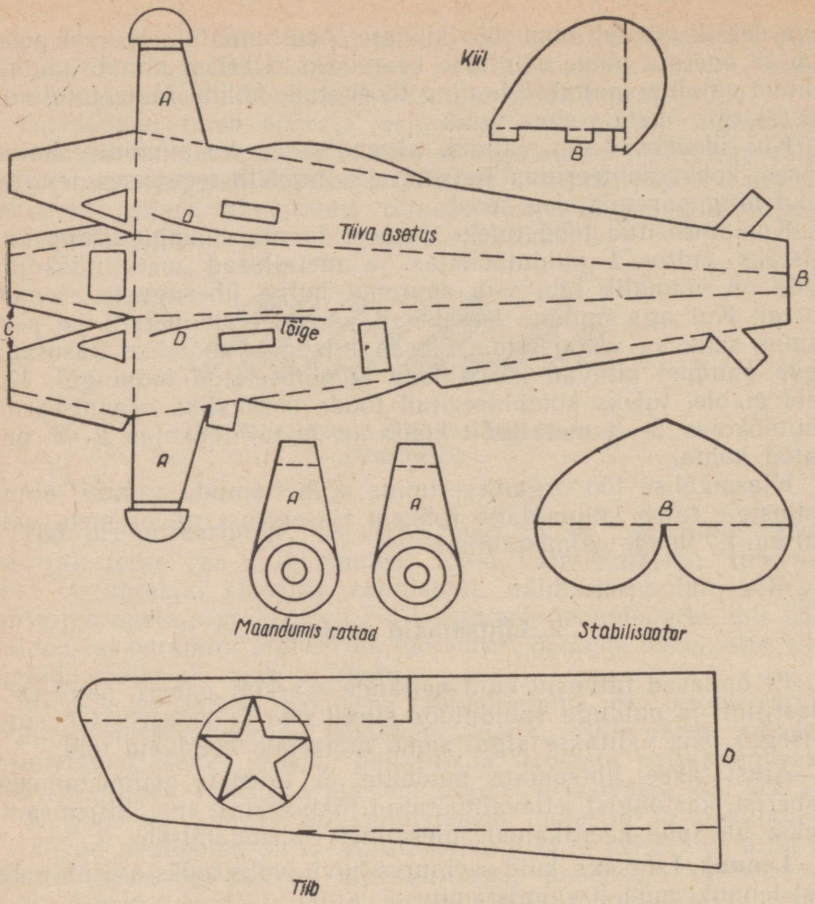
Õpetajal tuleb valmistada kartongist lennuki pinnalaotuse šabloon (5—6 tükki). Šabloonid tehakse ruudukujulistest kartongitükkidest, mille suurus olgu 15 × 15 cm. Igale õpilasele jagatakse välja tükk joonestuspaberit suurusega 210 × 150 mm.

Šabloon asetatakse paberile ja joonistatakse paberile mudeli pinnalaotus ning lõigatakse kääridega kontuurjoone järgi välja. Voltimise käiku tuleb õpilastele näidata järkhaaval.

Joonisele on märgitud plaaneri osade nimetused. Osade paremaks mõistmiseks ja võrdlemiseks on soovitav kasutada lennuki pilti.

Hiljem võivad õpilased ise luua analoogilisi lennukeid, muutes tiibade suurust ja vormi, valmistades neid mitmest eri osast jne.

Mudeli valmistamise järel selgitatakse õpilastele mudeli reguleerimist tiibade, kiilu ja stabilisaatori asendi muutmise abil. Kokkuvõttena võiks korraldada võistlusi, kelle mudel paremini ja kaugemale lendab.



Joon. 221. Lennuki mudel.

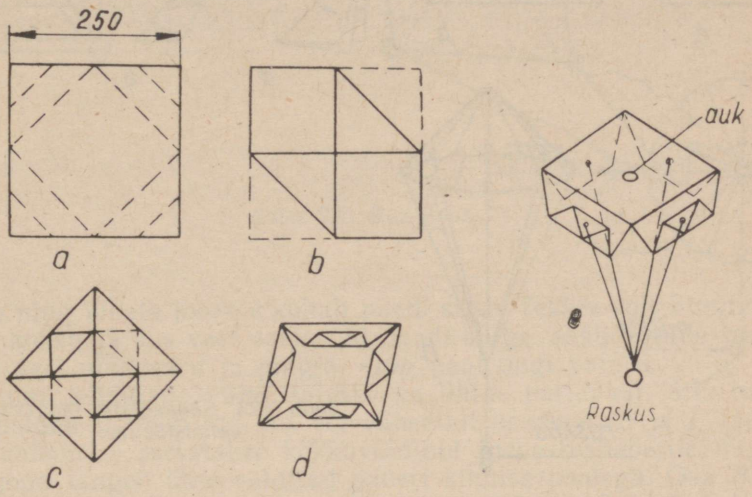
Langevarjud. Enne langevarju valmistamisele asumist on soovitatav korraldada järgmine katse: võetakse kaks ühesuurust ruudukujulist paberilehte ja samasugusest paberilehest valmistatud langevari. Üks paberileht kortsutatakse palliks ja lastakse teatud kõrguselt langeda. Seejärel võetakse teine, sirge paber ning toimitakse samuti. Lõpuks lastakse langeda langevari. Õpilased ise leiavad nende langemise erinevused.

Langevarju valmistamiseks kasutatakse tavalist joonistuspaberit. Visandid *a, b, c, d* joonisel 222 näitavad paberi kokkuvoltimise käiku.

Nurkade kokkuvoltimisega luuakse niitide kinnitamiseks tugevam alus. Auk langevarju laes soodustab tema tasakaalustamist. Raskuse suurus tuleb leida katseliselt.

Töö kokkuvõttena korraldatakse samuti võistlus, et selgitada välja, kelle mudel sujuvamalt ja aeglasemalt maandub.

Veidi keerulisema langevarju materjaliks kasutatakse siidpaberit. Ruudukujuline siidpaberi tükk külje pikkusega 250 mm tuleb kokku voltida joonisel 223 näidatud viisil, siis lõigatakse kokkuvolditud paber vastavalt joonisele. Niidid liimitakse langevarju kupli külge paberitükikeste abil.

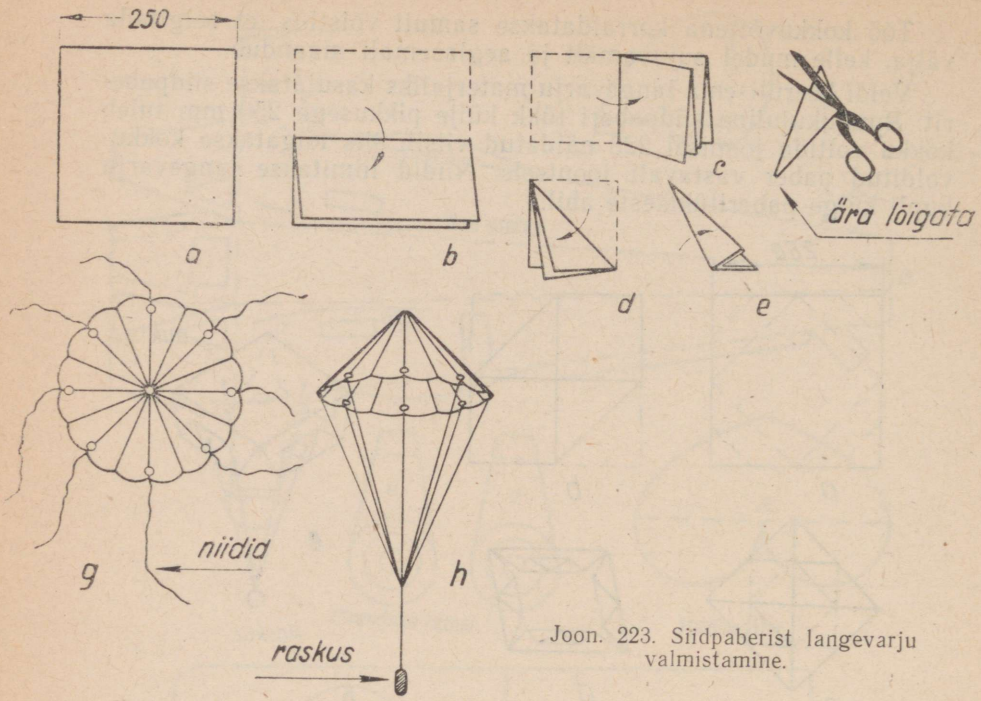


Joon. 222. Nelinurkse langevarju valmistamine.

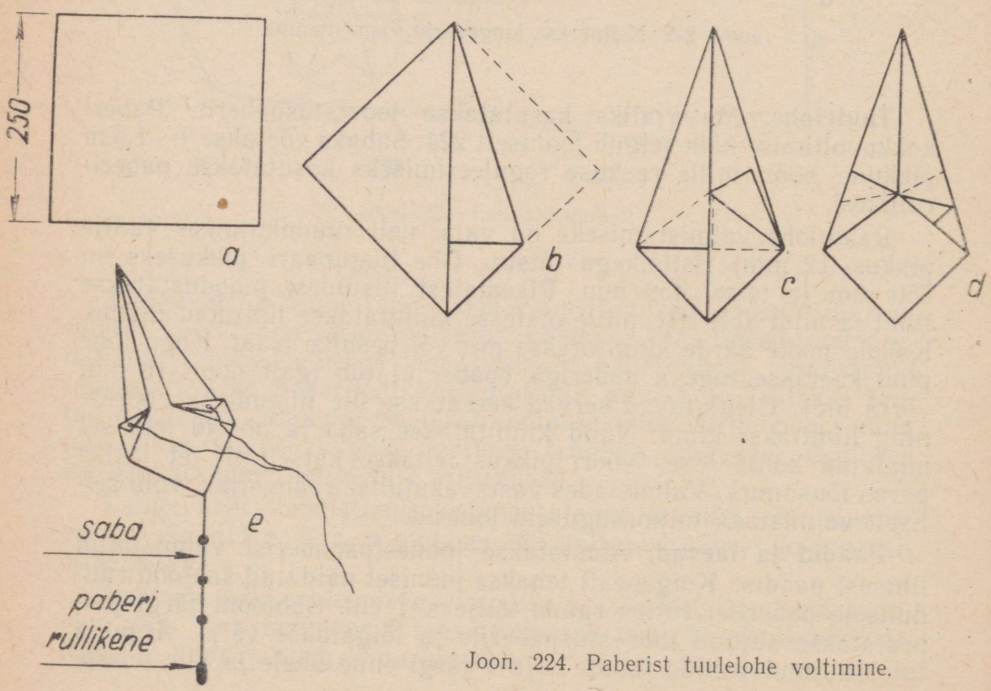
Tuulelohe. Materjaliks kasutatakse joonistuspaberit. Paberi kokkuvoltimise käik selgub jooniselt 224. Sabaks võetakse 1—1,5 m pikkune nöör, mille raskuse reguleerimiseks kasutatakse paberirullikesi.

Raamlohe valmistamiseks on vaja neli ruudukujulise (külje pikkus 12 mm) ristlõikega liistu. Ühe liistupaari pikkuseks on 750 mm ja teisel 450 mm. Pikematest liistudest moodustatakse liimi ja niidi abil rist, mille otstesse kinnitatakse lühemad liistud. Kahele poole äärde kinnitatakse niit või peenike traat. Kogu lohe pind kaetakse tugeva paberiga (paber ulatub igalt poolt 10 mm võrra üle). Üleulatuvad servad keeratakse üle liistude ja nööride ning liimitakse kinni. Nüüd kinnitatakse saba ja nöörid joonisel näidatud kohtadesse. Nööri pikkus leitakse katseliselt, et tekiks paras tõusunurk. Valmistades vastavakujulise raamistiku, võib selliselt valmistada mitmesuguseid lohesid.

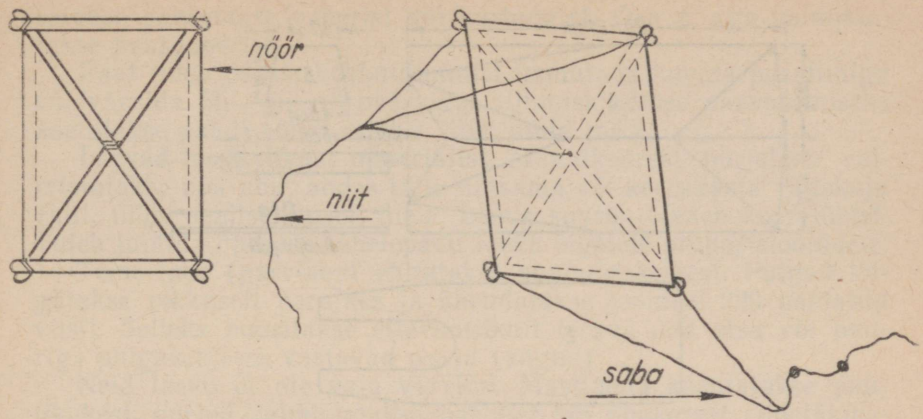
Paadid ja laevad. Alustatakse joonestuspaberist valmistatud lihtsast paadist. Kõigepealt tehakse joonisel näidatud šabloon ruudulisele paberile, võttes ruudu küljeks 1 cm. Šablooni järgi joonestatakse kujund joonestuspaberile ja lõigatakse välja. Alguses tuleb kujund voltida joonte *a* ja *b* järgi enne ühele ja siis teisele



Joon. 223. Siidpaberist langevarju valmistamine.



Joon. 224. Paberist tuulelohe voltimine.

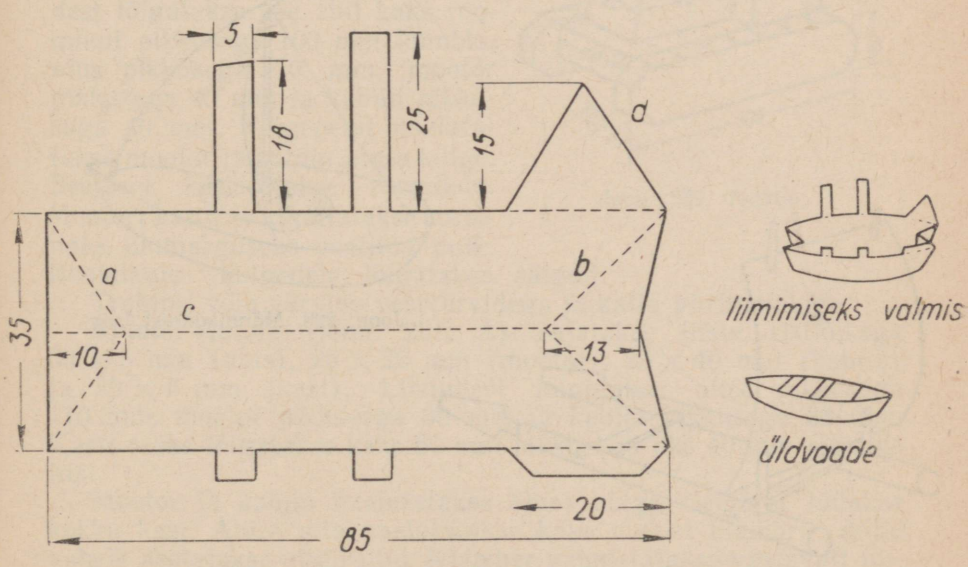


Joon. 225. Raamlohe.

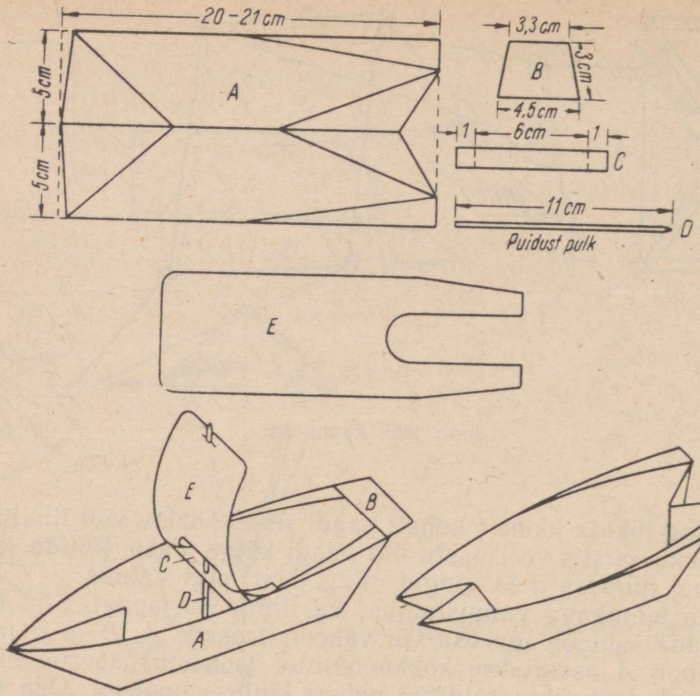
poole ning lükata joone *c* kohalt paadi sisse. Tekkiv volt liimitakse enne kokku ja siis veel vastu üht paadi külge. Jääb voltida ja liimida veel ninaosa *d* ja pingid, ning paat ongi valmis.

Sama tehnikaga valmistatakse ka lihtne purjepaat. Siin tuleb valmistada šabloon iga osa või vähemalt osade *A*, *B* ja *E* jaoks.

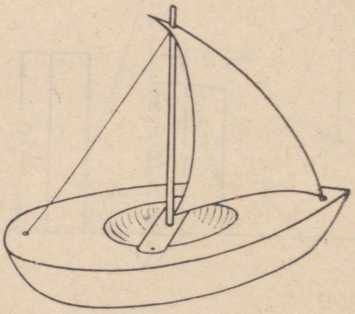
Šabloon *A* asetatakse kokkuvolditud joonestuspaberile nii, et keskjoon langeb ühte volditud paberi kinnise poolega. Osa *B* on valmistatud ühekordsest joonestuspaberist, kuna *C* ja *D* valmis-



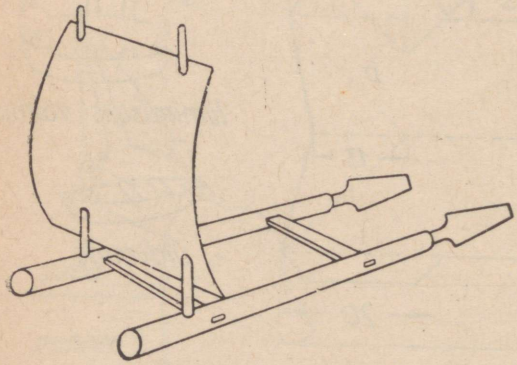
Joon. 226. Lihtne paat.



Joon. 227. Paberist purjepaat.



Joon. 228. Männikoorest laev.



Joon. 229. Parvlaev.

tatakse paksemast paberist või kartongist. Osa *E* aga valmistatakse pauspaberist.

Paat tuleb pärast kokkuliimimist immutada kuuma parafiiniga või värvida õli- või nitrovärviga. Ujumiskindluse saavutamiseks asetatakse paadi põhja raskus (liiv, muld jne.).

Laevad looduslikust materjalist. Männikoorest purjelaev valmistatakse noa abil, andes talle lihtsama või keerukama väliskuju (kiil, tüür, pealisehitused jne.). Laeva suurus oleneb kooretükist. Tuleb juhtida õpilaste tähelepanu laeva õigetele proportsioonidele.

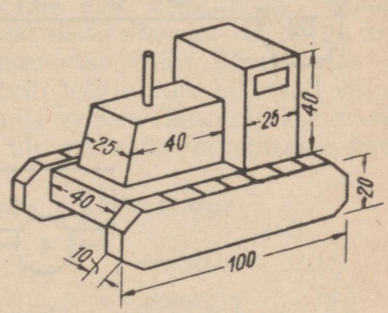
Teine laev (parvlaev) ehitatakse puupulgakestest. Pulgad lõigatakse pikkuselt parajaks ja ühendatakse joonisel 229 näidatud viisil. Selleks puuritakse ettevaatlikult terava noa otsa või puuriga pulgakestesse vastavad pesad (augud).

Neid laevu ei ole vaja värvida. Mastidena kasutatakse puutikukesi, purjed valmistatakse paberist või õhukesest riidetükikesest.

3. Mudeleid ettevalmistatud materjalist.

Nende tööde juures vajatakse mitmesuguse ristlõikega liiste. Õpilaste ülesandeks jääb need vastavalt tükeldada, kokku monteerida ning viimistleda.

Traktor. Traktori jaoks vajatakse liiste ristlõikega 20 × × 10 mm; 40 × 10 mm (alus); 25 × 25 mm (mootor) ja 40 × × 25 mm (kabiin). Nendest liistudest lõigatakse sae abil kaks roomikut pikkusega 100 mm kumbki, alus pikkusega 70 mm, mootor pikkusega 40 mm ja kabiin pikkusega 40 mm. Kõigepealt naelutatakse mootor ja kabiin aluse külge. Seejärel kinnitatakse roomikud. Mootori kattesse kinnitatakse korstnaks ümmarguseks voolitud pulk. Roomikute külgedele lõigatakse sälgud.

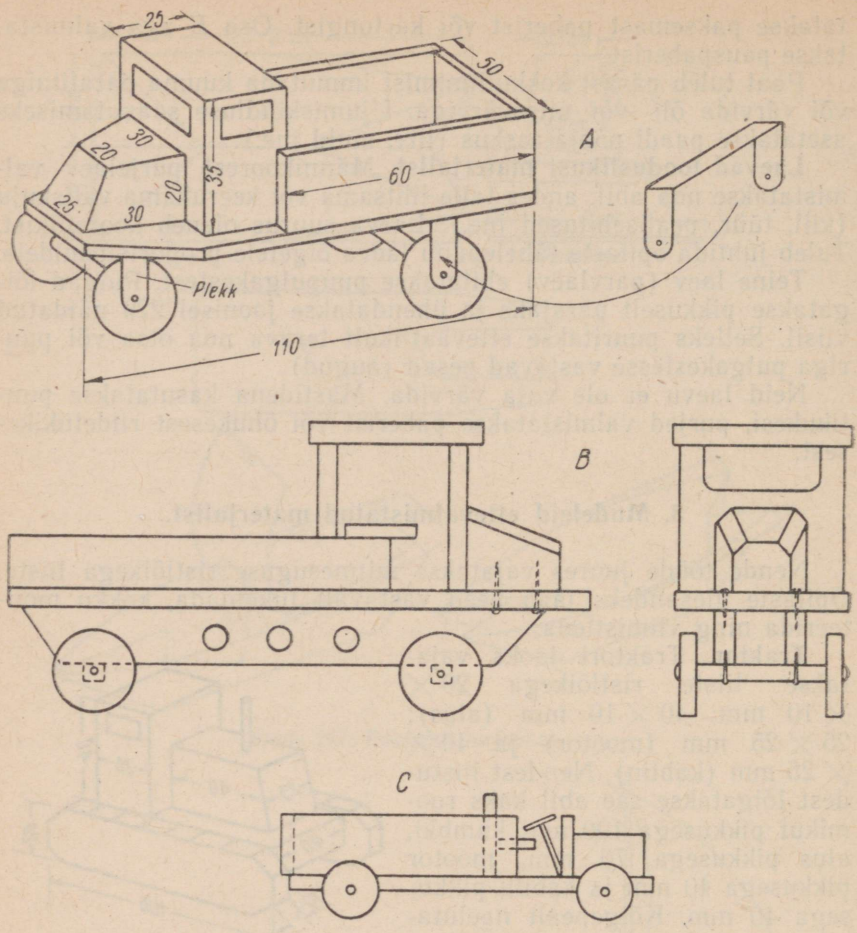


Joon. 230. Traktor.

Traktori võib värvida vesivärvidega ja katta piirituslakiga.

Autod. Autole (joon. 231, A) vajatakse liiste ristlõikega 50 × 5 mm (alus), 25 × 20 mm (mootor), 25 × 40 mm (kabiin) ja 20 × 5 mm (kast). Liistudest lõigatakse alus pikkusega 110 mm, mootor pikkusega 30 mm ja kabiin pikkusega 35 mm. Kasti jaoks lõigatakse kaks 60 mm pikkust ja üks 40 mm pikkune liist.

Mootor ja kabiin naelutatakse aluse külge. Seejärel lüüakse kokku kast. Aluse alla naelutatakse kaks plekist klambrit, mille vahele asetatakse niidirullid. Klamber valmistatakse vastavalt niidirullile.

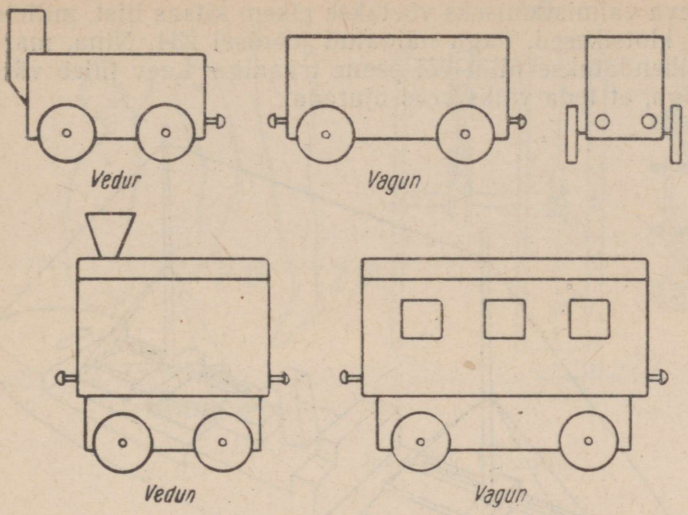


Joon. 231. Autod.

Täiendusena eelkirjeldatud autole on joonisel esitatud veel kaks auto varianti (B ja C). Neid võib valmistada suuremate mõõtmetega ja kasutada näiteks kingituseks lasteaiale. Samu võtteid kasutades võib konstrueerida ka sõiduauto.

Rongid. Mitmest erineva pikkusega puuklotsist võib koostada ronge, millele naelutatakse külge papist või vineerist rattad. Puhvriteks on laia peaga naelad. Konstruktsiooni ja suuruse valivad õpilased. Õpetaja ainult juhib neid õigete proportsioonide kasutamisele. Mudelid värvitakse ja lakitakse.

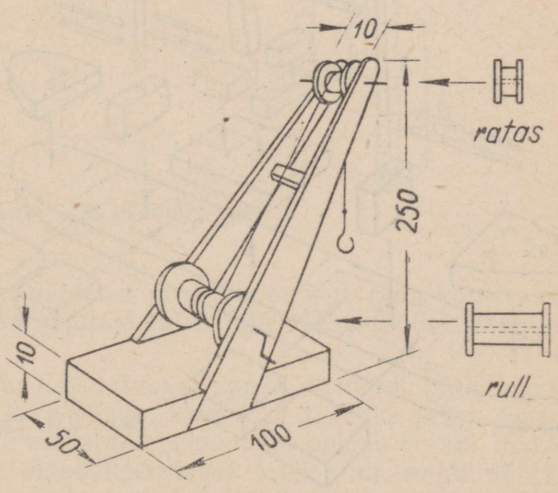
Tõstekraana. Lihtsa tõsteseadeldise ehitamine selgitab tõstekraana tööd. Tugeva aluse külge (esemete tõstmisel tuleks ras-



Joon. 232. Vedurid ja vagunid.

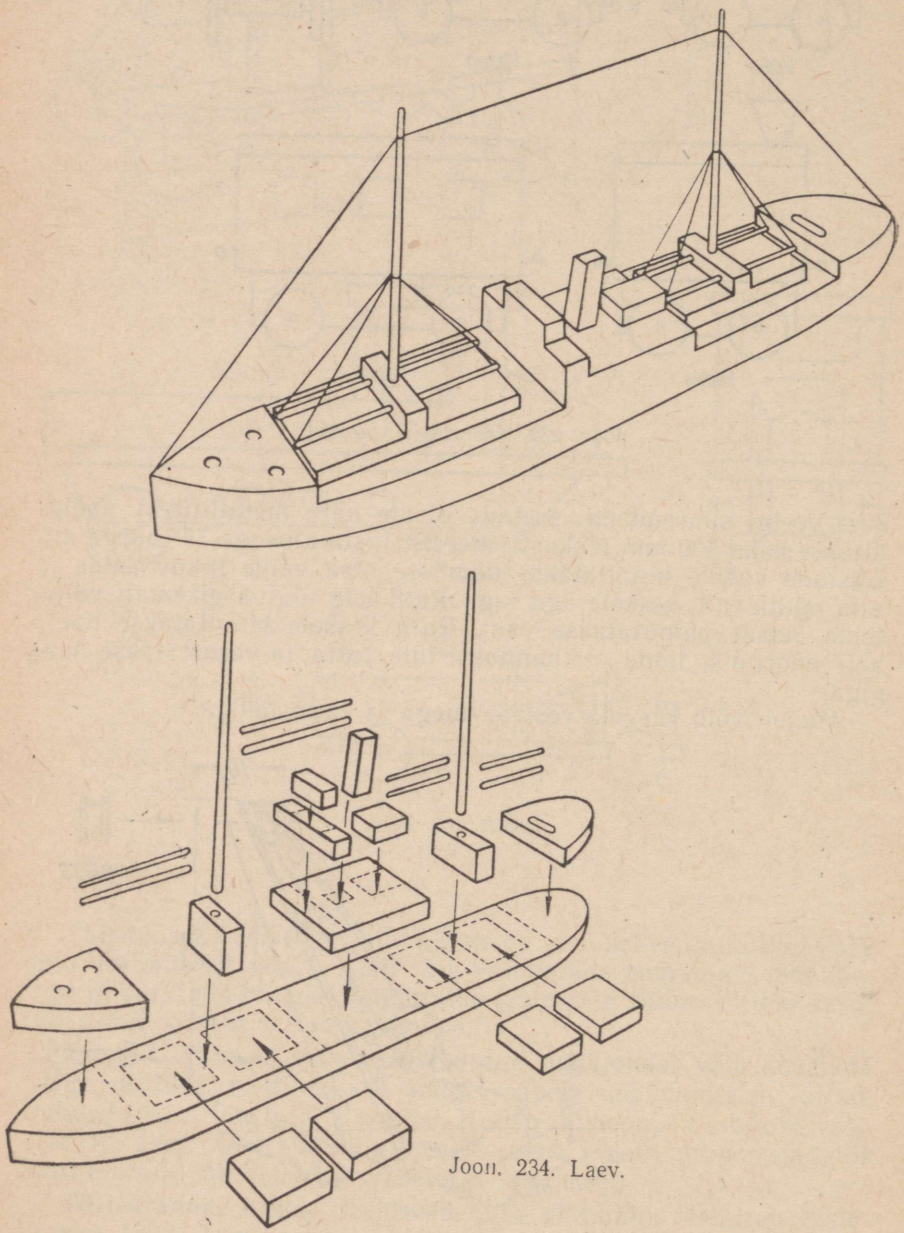
kust veelgi suurendada, asetada otsale näit. metallitükk) naelutatakse kaks 300 mm pikkust vineerist liistu alusega 75° nurga all. Liistude vahele kinnitatakse ülemisse otsa väike liikuv ratas ja alla piklik rull, keskele aga tugi. Rulli telg ulatub pikemalt välja, tema otsast painutatakse vänt. Rulli keskele kinnitatakse naela abil nööri ots, teine ots pannakse üle ratta ja varustatakse haagiga.

Mudeli võib värvida vesivärvidega ja katta lakiga.

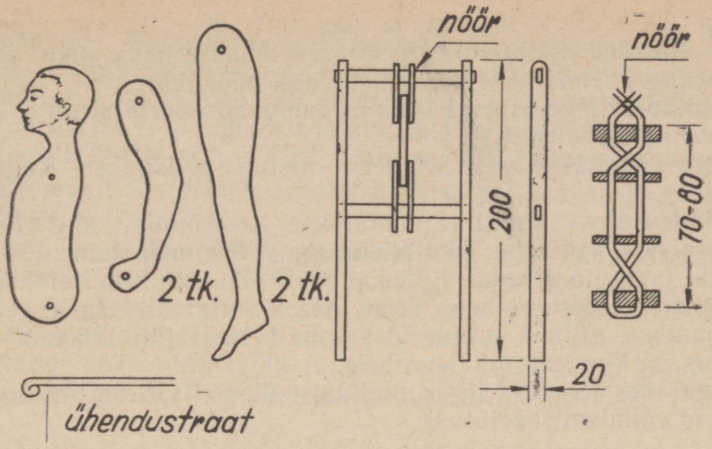


Joon. 233. Tõstekraana.

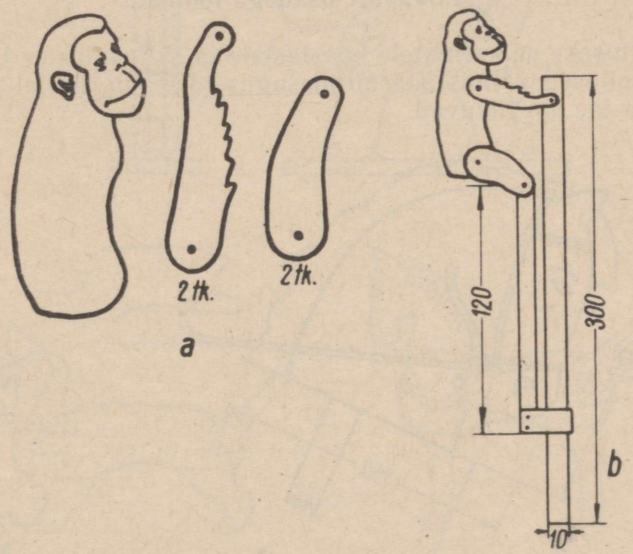
Laev. Laeva valmistamiseks võetakse pikem kitsas liist, millele naelutatakse klotsikesed, nagu näidatud joonisel 234. Nina, mastid ja pära ühendatakse niidi või peene traadiga. Laev tuleb värvida õlivärviga, et teda võiks vees ujutada.



Joon. 234. Laev.



Joon. 235. Võimleja.



Joon. 236. Võimlev ahv.

Esitatud mudelid on näidised ja nende suurus ning konstruktsioon võivad varieeruda. Õpilasi tuleb juhendada proportsioonide osas.

Võimleja. Materjaliks kasutatakse pappi või vineeri, millele joonistatakse poisi osad: kere peaga, kaks kätt ja kaks jalga. Osad lõigatakse välja ning ühendatakse omavahel pehme traadi tükkidega. Ühendustraatide otsad keeratakse kokku nii, nagu näidatakse joonisel 235. Järgmisena valmistatakse kaks liistu mõõt-

metega 200 × 20 × 10 mm ja üks 60 × 20 × 20 mm (keskele toeks). Pikkade liistude ülemisse ossa tehakse kaks auku, samuti kätele ning ühendatakse käed liistudega nööri abil.

Vajutades liiste allosas kokku, tõmbuvad nöörid sirgu ja poiss viskub üles (kätelseisu).

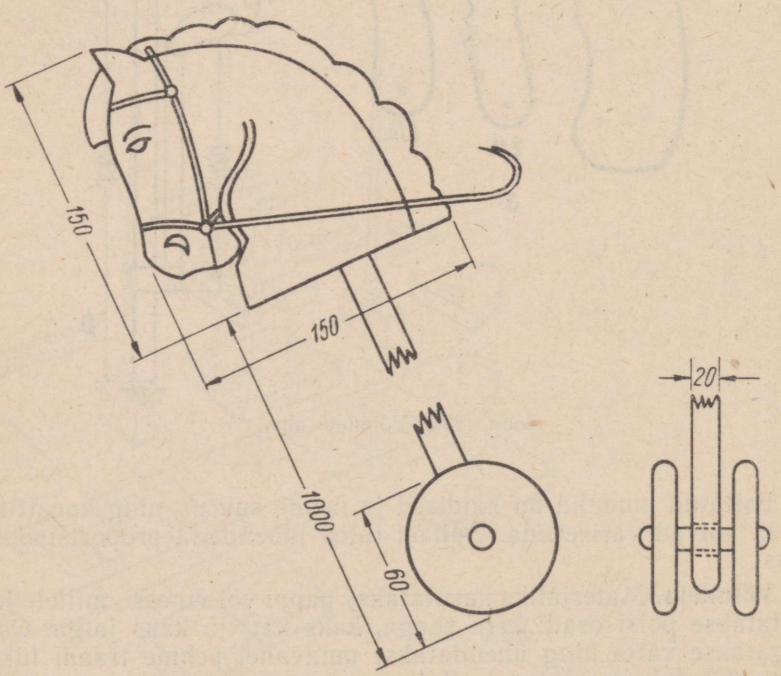
Poiss värvitakse vesivärvidega, liistud peitsitakse. Kogu töö lakitakse.

Võimlev ahv. Samuti valmistatakse ka võimlev ahv. Liistud valmistatakse vineerist: üks pikkusega 300 mm ja teine 120 mm. Liistude laius on 10 mm. Lühema liistu üks ots kinnitatakse jalgade alumiste otste vahele. Teise otsa kinnitatakse õhukesest plekist klamber, millest pikem liist vabalt läbi käib. Pikema liistu teine ots on kinnitatud käte vahele.

Liigutades lühemat liistu piki teist üles-alla, teeb ahv mitmesuguseid võimlemisharjutusi.

4. Liikuvate osadega loomad.

Kingituseks väiksematele kaaslastele ja šeflusalusele lasteaiale võivad õpilased valmistada mitmesuguseid loomi, millel pea, kõrvad, saba jne. on liikuvad.

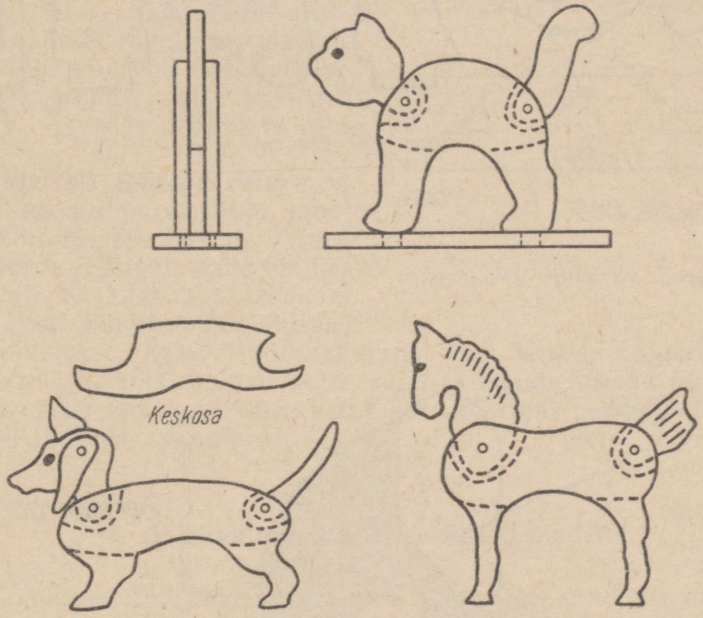


Joon. 237. Kepphobu.

Kepphobu. Hobuse pea valmistatakse 25 mm paksusest lauast, millest ta lõigatakse välja kitsa raamsaega. Vastava lauamaterjali puudumisel võib hobuse pea valmistada ka vineerist. Selleks saetakse vineerist 4—5 hobuse pea kujutust ja ühendatakse need liimi ja väikeste naelte abil. Ääred silutakse viili ja klaaspaberiga.

Järgnevalt kinnitatakse nahkribadest päitsed naeltega hobuse pea külge.

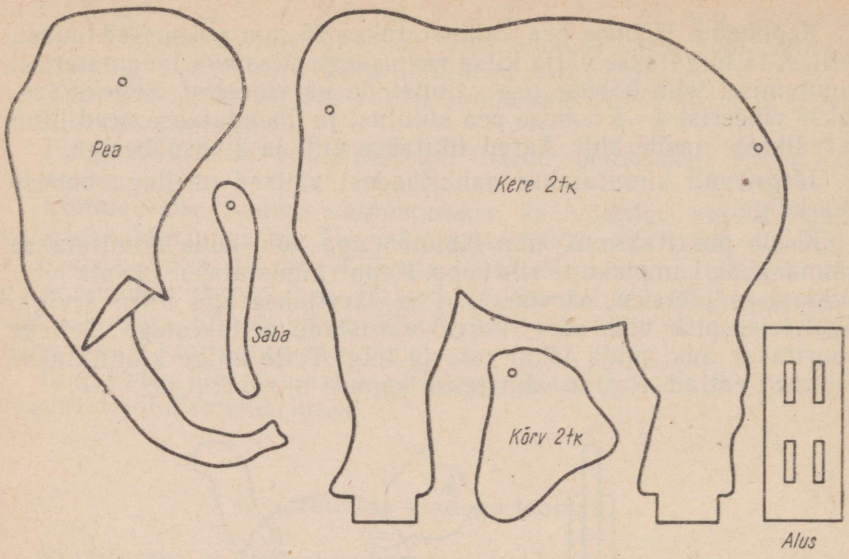
Kaela puuritakse 20 mm läbimõõduga auk, kuhu kinnitatakse ümmargune 1 m pikkune sile kepp. Kepp valmistatakse oksata lehtpuidust ja jäetakse värvimata. Pea värvitakse aga nitrovärviga. Kepi teise otsa võib soovi korral varustada rattakestega. Selleks puuritakse auk, mida läbib rataste telg. Telje külge kinnitatakse liikuvalt rattad. Rattad värvitakse samuti nitrovärviga.



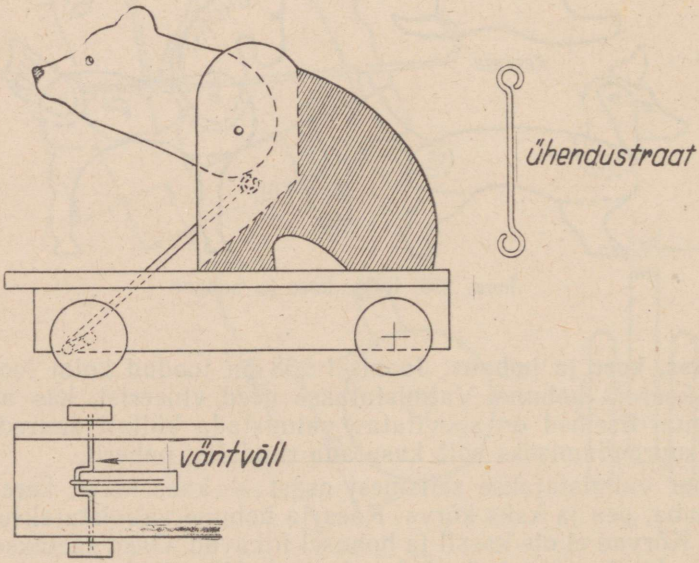
Joon. 238. Kass, koer ja hobune.

Kass, koer ja hobune. Joonisel 238 on toodud kolm looma — kass, koer ja hobune. Valmistatakse need vineerist, kas alusega või ilma. Esemed on soovitatav valmistada küllalt suured. Sablooni suurendamiseks võib kasutada ruudulist paberit.

Koer valmistatakse seitsmest osast — kaks keret, kere vaheosa, saba, pea ja kaks kõrva. Kass ja hobune valmistatakse viiest osast. Kõrvad ei ole kassil ja hobusel liikuvad. Osad saetakse välja ja ühendatakse joonisel näidatud viisil. Värvitakse vesivärvidega ja kaetakse lakiga.



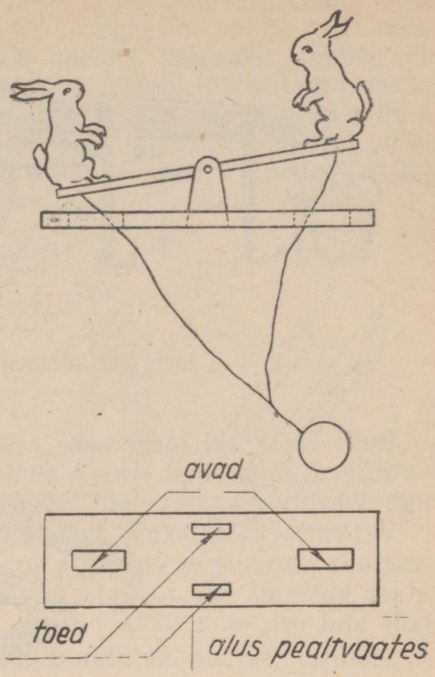
Joon. 239. Elevant.



Joon. 240. Noogutav karu.

Elevant. Elevant valmistatakse samuti nagu eelmisedki loomad, tal puudub ainult eraldi keskosa. Kinnituskohad on märgitud ringikestega. Paksemast lauast valmistatud elevandile ei ole alust vaja.

Noogutav karu. Paksemast vineerist saetakse karu kaks keret, üks vahetükk (joonisel viirutatud osa) ja pea. Kere ja vahetükk ühendatakse liimi ja naeltega. Kaela allosasse kinnitatakse traataas ja pea asetatakse liikuvalt võllile keha vahele. Siis valmistatakse alusvanker, mille esitelg moodustab väntvõlli. Väntvõll ühendatakse paraja traadi abil kaelaga. Vankri veeredes noogutab karu pead.



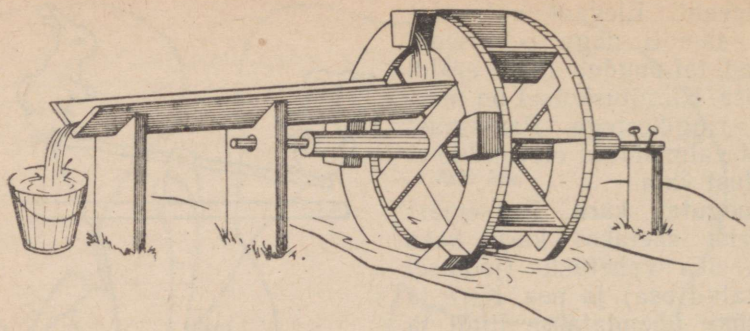
Joon. 241. Kiikuvad jänesed.

Kiikuvad jänesed. Vineerist välja saetud ja värvitud jänesed kinnitatakse liistule ja see omakorda liikuvalt kahe toe vahele, nii et ta oleks seal tasakaalus. Toed kinnitatakse alusele, mille otstes on kaks ristkülikukujulist ava. Jäneste külge kinnitatakse nöörid, mis läbivad aluse avad ja on ühendatud all teatud koormusega (tinakuul vm.). Kui lükata koormus pendeldama, hakkavad jänesed kiikuma.

5. Liikuvate osadega tehnilised mudelid.

Kombineeritud tööde raskuspunkt tehniliste mudelite näol langeb kuuendale klassile. Kui eelmiste klasside töö sisaldas põhiliselt mänguelemente, siis siin kerkivad esile juba palju tõsisemad probleemid. Esitatud näidiseid ei tule lihtsalt kopeerida, vaid ergutada õpilasi leidma paremaid lahendusi nii konstruktsioonis kui ka detailide valmistamisel. Soovitatav on valmismudelit (kas õpetaja valmistatud ehk eelmise aasta töö) igakülgselt katsetada, leida tema häid külgi kui ka vigu ning valmistada uus mudel juba vastavate täienduste ja parandustega.

Vesirattad. Lihtsad vesirattad valmistatakse niidirullist, korgist või mõnest teisest taolisest esemest. Niidirullist või korgist torgatakse läbi traatvarras (kuna niidirullil on suur ava, siis tuleks see enne korgiga kinni panna).

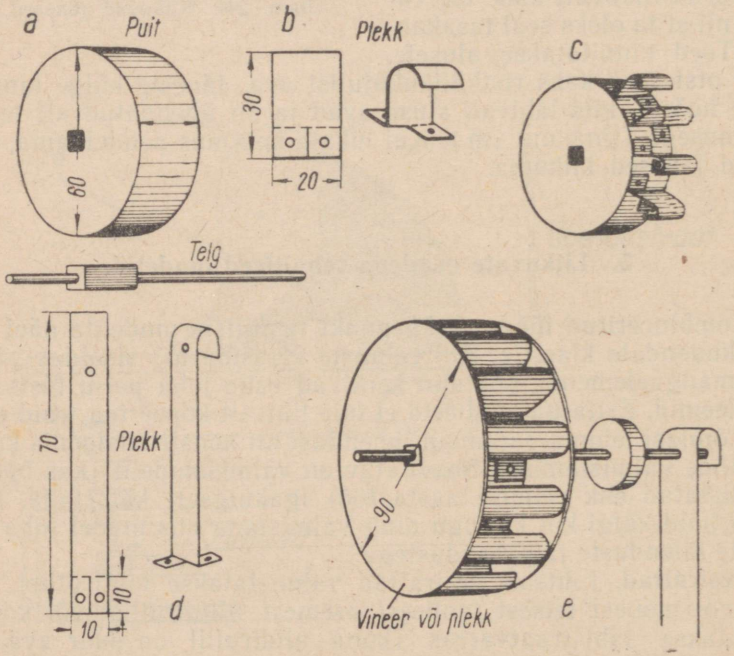


Joon. 242. Töötava vesiratta mudel.

Rulli või korki torgatakse radiaalselt võrdsetele vahemaadele puitpilpad, plekiribad vms. Valmis vesiratas asetatakse kiire vooluga veenirele vastavatele tugedele.

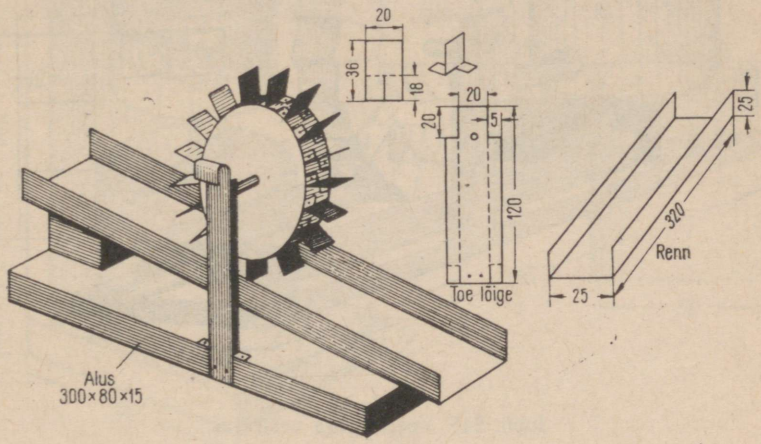
Vesiratta kasulikkuse ja tehtava töö demonstreerimiseks võib kasutada vanaaegse vesiratta praktilise rakenduse mudelit. Vesiratast kasutati vee tõstmiseks jõest ratta külge kinnitatud koppade abil (vt. joon. 242).

Joonisel 243 on kujutatud juba rohkem tööd nõudev mudel.



Joon. 243. Plekist vesiratas.

Kõigepealt valmistatakse puust ratas Ø 60 mm, mida läbib traadist telg külgejoodetud kandilise keskosaga, mis väldib ratta keerlemist teljel. Rattale kinnitatakse plekist lõigatud labidad (*c*). Ratta põsed valmistatakse vineerist või kuuma parafiiniga immutatud kartongist ja lüüakse need ratta külge. Põsed võib valmistada ka plekist. Sel juhul jääb ära kandiline osa teljel, sest põsed võib joota telje külge. Ka labidad tuleb sel juhul külgedega kokku joota. Plekist tugede (*d*, *e*) abil asetatakse vesiratas kohale.



Joon. 244. Altlöödav vesiratas.

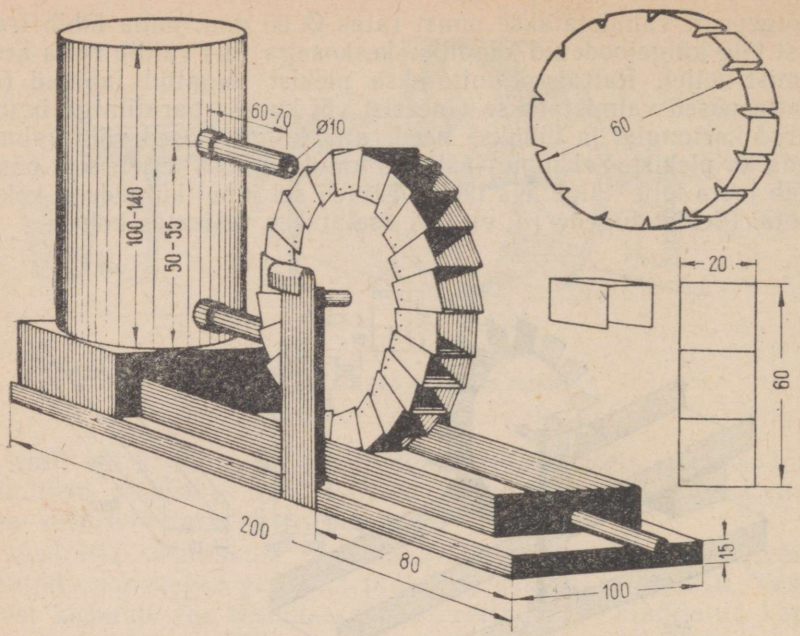
Rihmaratas valmistatakse vineerist või võetakse komplekti «Konstruktor» detailide hulgast.

See ja edaspidised tööd valmistatakse kollektiivselt. Iga grupi liige joonistab oma vihikusse valmistatava eseme üldvaate ja detaili, mida ta ise teeb.

Järgmine vesiratas erineb eelmisest labidate ehituselt. Need ei ole kumerdatud ja on lühemad (kinnitus samuti naeltega). Rattal puuduvad põsed, s. t. labidad on lahtised. Toed on teistsuguse ehitusega ning kinnitatakse puitalusele. Valmistatakse plekist renn, mille kallakut reguleeritakse selle otsa alla pandud tugiklotsiga. Mida suurem kallak, seda võimsam on veevool ja seda kiiremini tiirleb vesiratas.

Palju tööd nõuab paagiga vesiratas. Seda võib alustada õppetunnis ning lõpetada klassivälise töö korras.

Kettasse tehakse sisselõiked, kuhu toetatakse plekist labidate otsad. Labidad on karbitaolised. Toed, telg ning alus on samasugused kui eelpool kirjeldatud vesiratastel. Lisaks valmistatakse silindrikujuline veepaak Ø 60 mm ja kõrgusega 100—140 mm. Paagis on keskel ja allpool avad, millest väljuvad torud. Viimased on suletud korkidega. Paak asetatakse eraldi alusele, nii et



Joon. 245. Veepaagiga vesiratas.

alumine toru jääks vesiratta keskpunktiga ühele joonele või madalamale. Vesiratta alla valmistatakse vann vee äravoolu-toruga. Selle mudeliga saab demonstreerida pealtlöödavat ja ka altlöödavat vesiratast.

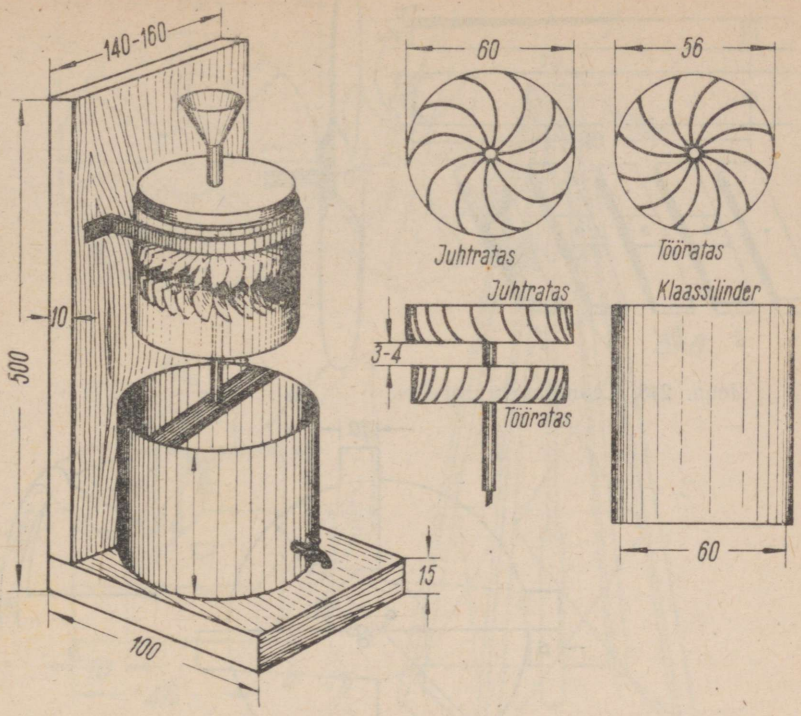
Veeturbiin. Suurem võimsus saavutatakse veeturbiiniga. Juuresoleval joonisel on kujutatud lihtsat veeturbiini mudelit. Kõigepealt tehakse okaspuulauast 100 × 100 × 15 mm alus veepaagile. Selle ühte otsa kinnitatakse risti teine laud 500 × 140 × 160 × × 10 mm, mille külge omakorda kinnitatakse plekkriba abil klaassilinder (valgel pudelil lõigatakse põhi ja ülemine koonuseosa ära).

Silindri sees asuvad kaks plekist tehtud ratast, suurema läbimõõduga — juhtratas (jäigalt silindrile kinnitatud) ja väiksema läbimõõduga tööratas (jäigalt teljele kinnitatud). Rataste vahemaa on 3—4 mm. Rattad valmistatakse õhukesest plekist, jagatakse ühesuurusteks sektoriteks ja lõigatakse sektorid rohkem kui pooles pikkuses lahti. Tekkinud labad pööratakse kummalgi rattal ise suunas, nagu näha joonisel.

Silindri ülaossa kinnitatakse korgina puitketas, mille keskel olevasse auku asetatakse pudelikaelast või plekist valmistatud lehter.

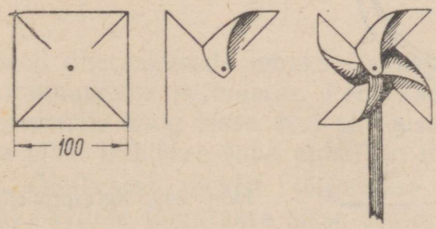
Alla valmistatakse plekist veepaak, mille seina külge joodetakse plekiriba tööratta telje laagriks.

Läbi klaassilindri on hea jälgida vee kulgu turbiinis ja tööratta liikumist.



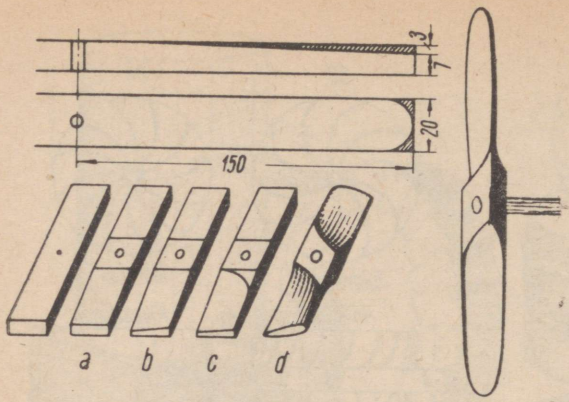
Joon. 246. Veeturbiin.

Tuulejõul liikuvad mudelid. Lihtsamaks tuulejõul liikuvaks mudeliks on paberist tuuleratas. Ruudukujuline paber lõigatakse diagonaali mööda lõhki (pooleni keskpunktist) ja iga osa üks tipp viiakse nööpnõela abil keskpunkti. Nõela ots torgatakse puitpilpa sisse.

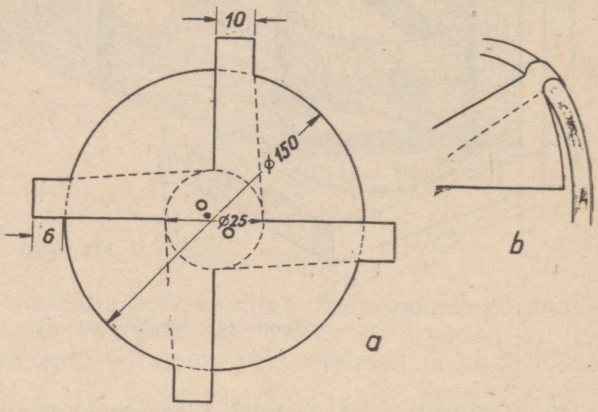


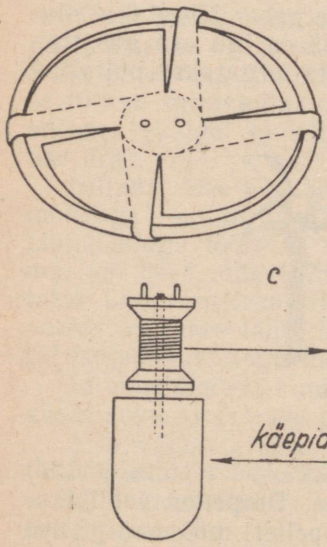
Joon. 247. Tuuleratas.

Lennutatav propeller. Materjaliks on tükk oksata puitu (mänd, pärn, lepp) suurusega 300 × 20 × 10 mm. Propeller voolitakse noaga joonisel 248 toodud järjekorras. Propelleri mõlemad pooled

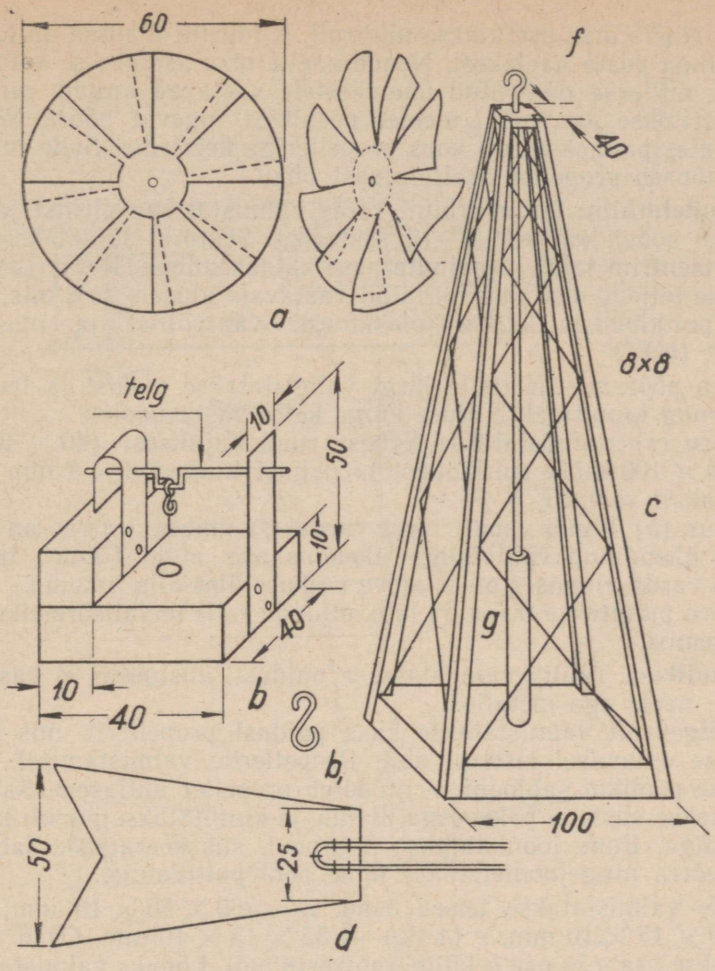


Joon. 248. Lennutatav propeller.





Joon. 249. Ketaspropeller.



Joon. 250. Tuuleturbiin.

peavad olema täpselt üheraskused. Sabaks võetakse umbes 250—300 mm pikkune ümmargune puitvarras. Peopesade vahel keerutades antakse propellerile hoog sisse. Kui ta tõuseb vähe ja raskelt, on saba liiga pikk. Lühikese saba puhul on tõus kõikuv.

Ketaspropeller. Õhukesest plekist lõigatakse väljaulatuvate ribadega ketas (a). Sellele lõigatakse sisse sektorid (joon. 249). Iga sektor painutatakse mööda punktiirjoont allapoole väikese nurga all. Nüüd valmistatakse traatrõngas sama läbimõõduga kui plekk-ketas (150 mm). Rõngas kinnitatakse plekk-ketta külge väljaulatuvate ribade ümberpainutamise ja kinnijootmise teel.

Propelleri käivitamiseks valmistatakse käepide peata naelaga

otsas. Naela otsa asetatakse niidirull. Niidirulli ülaossa on löödud kaks ilma peata naelakest. Nende naelte otsa asetatakse ketaspropeller, millesse on tehtud naelakestele vastavad augud, niidirullile keritakse aga mõni meeter peenikest tugevat nööri. Nöörist tõmmates pannakse rull koos propelleriga keerlema. Sellé tulemusena tõuseb propeller naelte otsast õhku.

Tuuleturbiin. Tuuleturbiini ketas valmistatakse plekist ja jaotatakse soovi kohaselt 8—16 sektoriks. Sektorid lõigatakse peaaegu tsentrini lahti ja painutatakse kaldasendisse. Ketas (*a*) asetatakse teljele, mis on kinnitatud vastavale alusele (*b*), mis koosneb puitklotsist, kahest plekktoest, väntvõllist ja ühendusaasast (b_1).

Pea pööramiseks tuule järgi valmistatakse plekist ja traadist saba ning kinnitatakse aluse külge ketta vastaspoolele.

Torn (*c*) valmistatakse kahest ruudukujulisest (40 × 40 mm ja 100 × 100 mm) puitklotsist ja neljast liistust 8 × 8 mm (pikkus vabalt võetud).

Alus (*b*) liigub vabalt torni varda (*f*) ümber. Varras on omakorda ühendatud väntvõlliga ühendusaasa abil. Töötav turbiin paneb varda alumises otsas oleva raskuse üles-alla liikuma.

Torn punutakse traadiga läbi, et anda talle metallsõrestiku väljanägemist.

Tuulikud. Tuulik valmistatakse puidust, kusjuures ei kasutata ühtegi naela ega metallosa.

Kõigepealt valmistatakse kaks puidust propellerit, mis ühendatakse omavahel risttapi abil. Propellerite valmistamisel kasutatakse poolikut šablooni — nii tuleb propeller ühtlasem. Šabloon asetatakse vastava paksusega liistule ja kinnitatakse punkti kohalt naaskliga. Enne joonistatakse üks pool, siis keeratakse šablooni 180° võrra ning joonistatakse teine pool puitliistule.

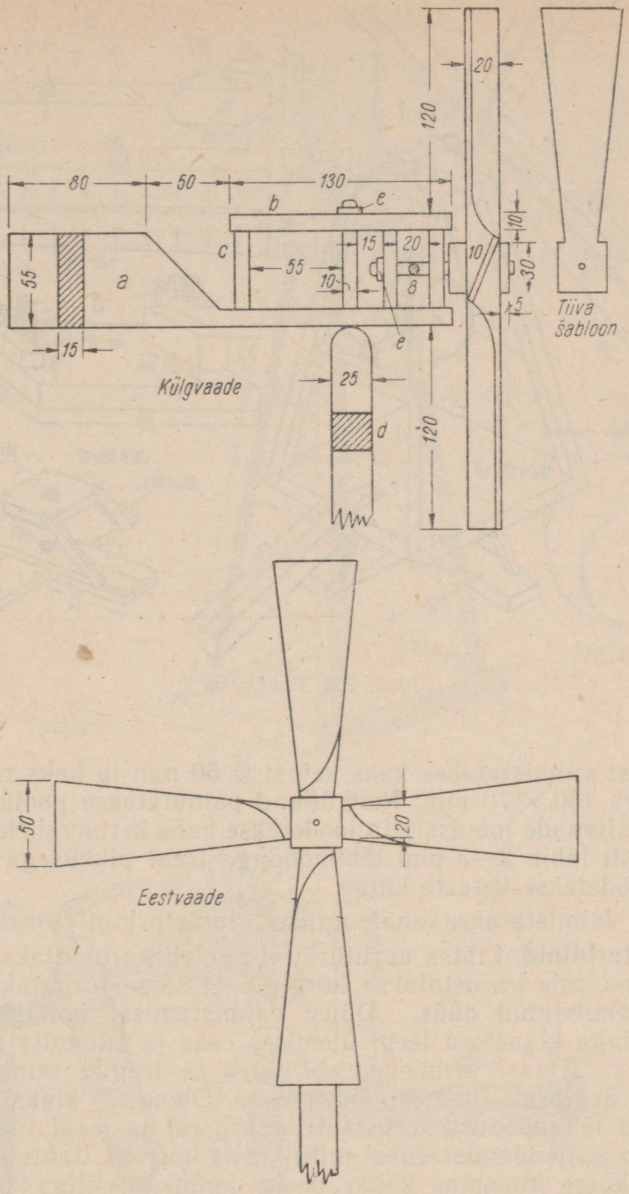
Siis valmistatakse teised osad: *a* — 260 × 55 × 15 mm; *b* — — 130 × 15 × 10 mm; *c* (4 tk.) — 55 × 15 × 10 mm. Osad *c* kinnitatakse osa *a* ja osa *b* külge tapikeste abil. Lõpuks valmistatakse varras *d* läbimõõduga 25 mm. Varda ots on 60 mm ulatuses 10 mm läbimõõduga. See läbib osa *a* ja *b* umbes keskel. Selle otsa tuleb kinnitada ketas.

Tiivad kinnitatakse aluse külge pulga *e* abil (Ø 8 mm), mis läbib kaks *c*-osa ja on varustatud samuti hoidekettakestega. Kettad kinnitatakse liimiga.

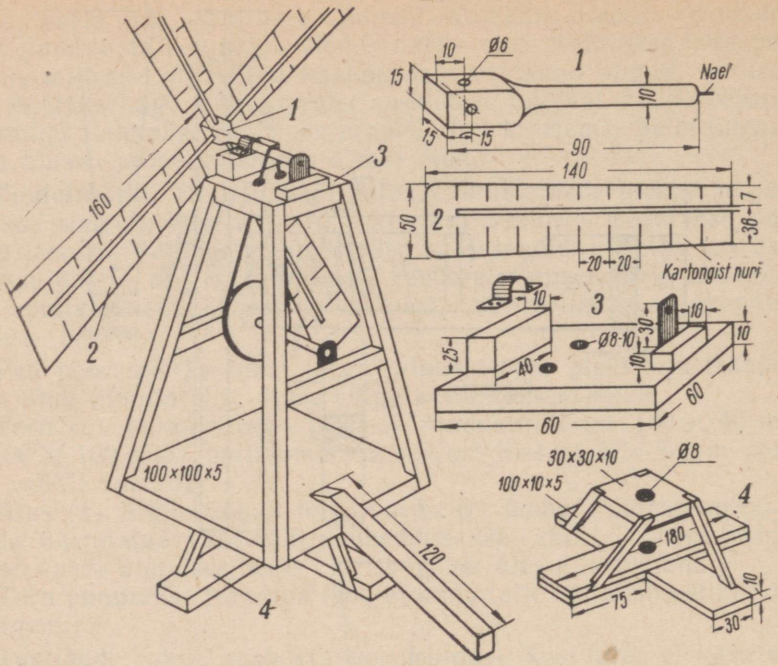
Pukkveski. Täienduseks võib valmistada pukkveski mudeli, millel pöördub kogu ehitus, mitte ainult pea.

Pukkveski ehitus selgub jooniselt 252. Tuulejõu ülekandmine töötavale rattale toimub nööri abil. Soovi korral võib mudelit täiendada, kandes jõu üle veskikive tähistavatele ketastele.

Tuulerootor. Tuulerootoril on suurem kasutegur kui lihtsal tuulikul, ta liigub ka vähese tuulega ega vaja pööramist vastu tuult.



Joon. 251. Tuulik.



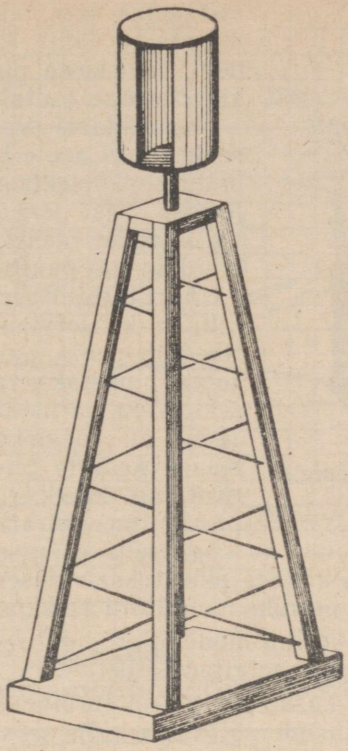
Joon. 252. Pukkveski.

Plekist valmistatakse kaks ketast Ø 50 mm ja kaks ristkülikut suurusega 130 × 70 mm. Ristkülikud painutatakse poolümmarguseks (pealtvaade joonisel) ja joodetakse kahe ketta vahele. Ketaste keskpunkti läbib 2—3 mm läbimõõduga traat pikkusega 380 mm. Traat joodetakse ketaste külge.

Torn valmistatakse analoogiliselt tuuleturbiini tornile.

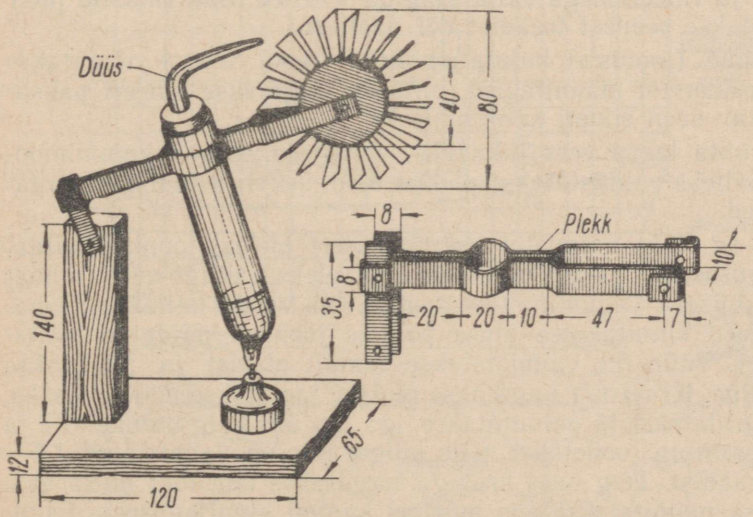
Auruturbiinid. Lihtsa auruturbiini mudeli aurukatlaks võetakse katseklaas, mis varustatakse korgiga. Sellesse torgatakse klaastorust valmistatud düüs. Düüsi valmistamisel hoitakse paraja läbimõõduga klaastoru leegi ülemises osas ja kuumutatakse kuni sulamiseni. Klaasi pehmenemisel tuleb ta leegist eemaldada ja venitada aeglaselt ilma jõupingutuseta. Olenevalt klaasi kvaliteedist, toru läbimõõdust, toruseinte paksusest ja leegi temperatuurist tuleb soojendamist vahel mitu korda korrata. Jahtunud torule tehakse kõige kitsamas kohas peene kolmkantviiliga kerge jälg ja murtakse kerge kiire liigutusega pooleks — saadakse kaks düüsi. Düüsid tuleb kas venitamise käigus või ka hiljem painutada vastavalt joonisele.

10 mm laiusest plekiribast valmistatakse hoideseadeldis (joon. 254), mille keskosas on õnarad katseklaasi paigutamiseks, ühes otsas puitklots 40 × 20 × 10 mm ja teises otsas turbiini ratas (ple-

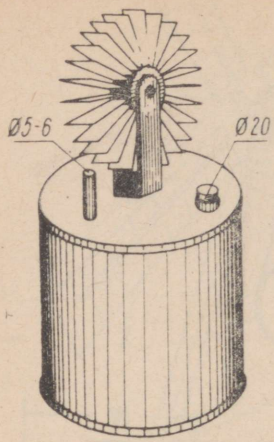




Joon. 253. Tuulerootor.



Joon. 254. Lihtne auruturbiin.



Joon. 255. Konservipurgist auruturbiin.

kist ketas jaotatakse osadeks, iga osa lõigatakse lahti ja keeratakse tangidega risti ketta pinnaga). Kogu seadis kinnitatakse puitalusele.

Katseklaasi valatakse vett natuke rohkem kui poole klaasi kõrguseni ning hoitakse katseklaasi põhi piirituslambi leegis. Vesi hakkab keema, aur tungib välja düüsi otsast, põrkub vastu ratta labidaid ja paneb ratta tiirlema.

Auruturbiini võib valmistada ka tühjast konservipurgist, mille kaas on tihedalt peale joodetud. Kaane ühte serva puuritakse auk vee sissevalamiseks. Ava varustatakse kindla korgiga (hea on pealekruvitav metallkork). Kaane keskele tuleb joota plekist valmistatud klamber, mille vahel tiirleb plekist turbiiniratas (valmistatud analoogiliselt eelmise turbiini rattaga). Ratta labidate alla kaande puuritakse väiksema läbimõõduga auk, kuhu paigutatakse peenike metalltoru (pikkus leitakse katseliselt).

Mõlemad auruturbiini mudelid on algelised ja neid kasutatakse turbiini töö põhimõtte selgitamiseks.

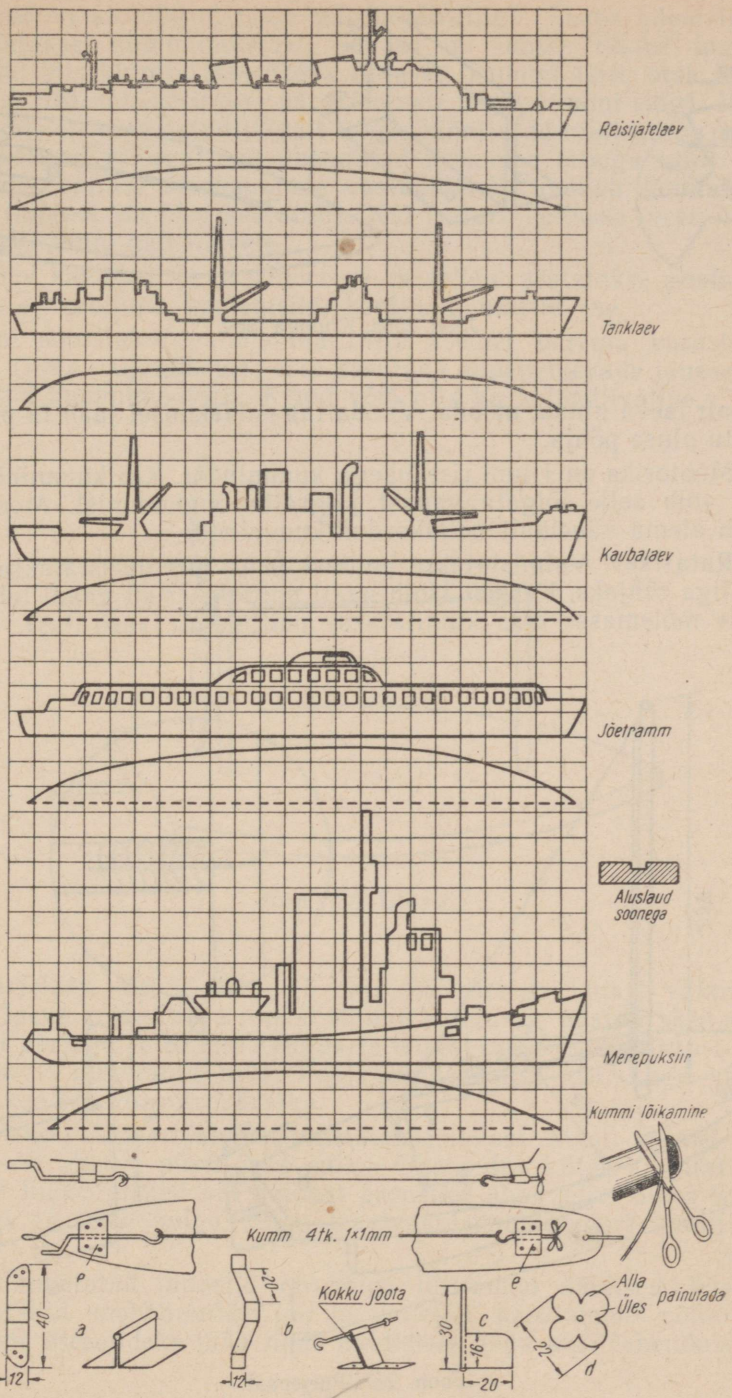
Palju suurema kasuteguriga on turbiin, kus rattad on kaetud ja aur juhitakse düüside abil ratta külje sees olevasse avasse.

Laevade siluett-mudelid. Joonisel 256 on esitatud rida erinevate laevade siluette. Siluett tuleb ruudustiku järgi suurendada, kanda vineerile ja vineerisaega välja saagida. Peened osad (mastid jne.) valmistatakse peenest traadist või naeltest.

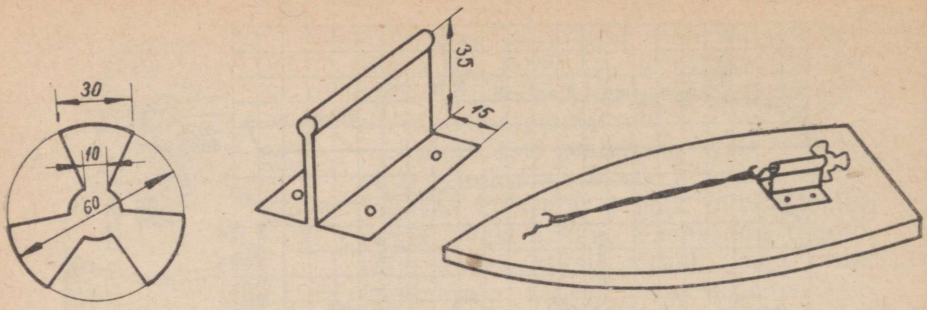
Aluslaud (joonistel kujutatud ainult pool alust) lõigatakse 10 mm paksusest männilauast, millesse lõigatakse vineeri paksusele vastav soon silueti kinnitamiseks.

Et muuta laevu vees liikuvaks, varustatakse nad kummimootoriga. Selleks valmistatakse plekist toed, kruvi ja tüür ning traadist teljed.

Toed (*a* ja *b*) valmistatakse õhukesest plekist joonisel näidatud suuruses, nii et kokkupainutatuna oleks esitugi veidi madalam tagumisest. Tagumine tugi peab olema väikse kallakuga tahapoole. Toed kinnitatakse aluse põhjale joonisel näidatud kohtadesse (*e*). Tüür (*c*) valmistatakse samuti plekist ja joodetakse naela külge. Kruvi (*d*) lõigatakse plekist, jaotatakse neljaks osaks, osad ümardatakse ja painutatakse, iga osa üks külg natuke alla ja teine üles, ning joodetakse telje külge, mis on valmistatud 1,5—2 mm traadist. Telg ühes kruviga torgatakse läbi toes oleva ava. Telje otsa painutatakse aas mootori kummi kinnitamiseks. Esiotsas tuleb telg pikem teha, et teda välja tõmmates liiguks vänt



Joon. 256. Siluettlaevad.

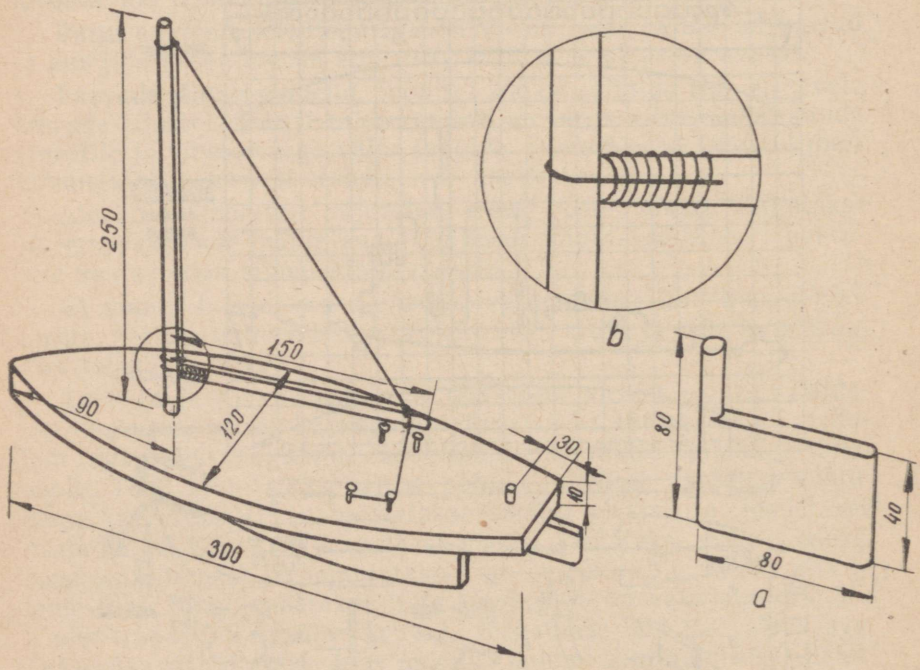


Joon. 256a. Kruviga laev.

vabalt laeva ninast mööda. Vända tagasilaskmisel jääb ta pidama vastu aluse põhja.

Mootoriks on 1 mm ristlõikega kumminöör. Kui kumminööri ei ole, võib selle lõigata vanast jalgratta õhukummist. Mootoriks peab olema vähemalt neljakordne kumminöör.

Rataslaev. Valmistatakse puidust paat, mis uuristatakse seest peitliga tühjaks. Keskelt läbib paati puittelg (risti paadi teljega), mille mõlemasse otsa kinnitatakse puitpilpad (vesiratas). Laeva

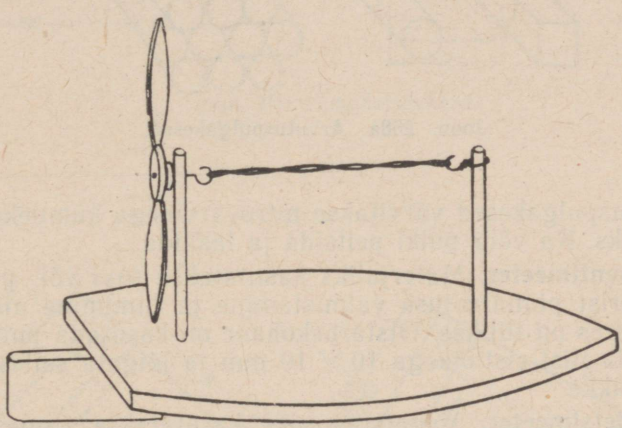


Joon. 257. Purjepaat.

pärasse on kinnitatud teine telg niidirulliga. Laeva edasiviijaks kasutatakse kummimootorit. Selleks on lühike tükike tugevat kummi, mis kinnitatakse laeva ninasse. Kummi teise otsa kinnitatakse niit, mis keritakse päras olevale teljele (mõni ring). Päratelg, mis on varustatud jäigalt teljele kinnitatud niidirulliga (ühes pealekeritud niidiga), on ühendatud keskmise teljega niidi abil. Pöörates rattaid sõidusuunale vastupidiselt, tõmbub kumm pingule (mootor on üles keeratud). Kui rattad lastakse vees lahti, tõmbab kumm nad liikvele.

Laev kaetakse pealt vineeriga ja sellele asetatakse pealisehitused — kabiinid, kaptenisild, korstnad, mastid jne.

Kui soovitakse valmistada ratta asemel kruviga varustatud laeva (ilma väljalõiketa), võib kasutada siluett-laevade juures kirjeldatud kummimootorit. Kruvi võib olla ka kolmetiivaline.



Joon. 258. Glisser.

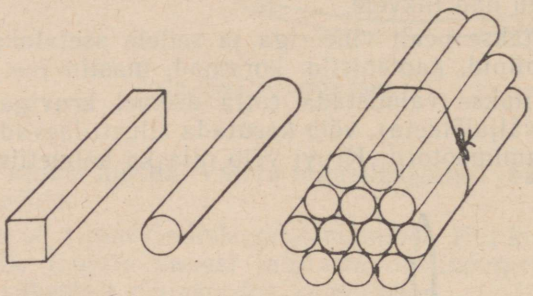
Purjelaev. 300 × 120 × 15 mm mõõtmetega lauast valmistatakse laeva kere. Laeva ninast 90 mm kaugusele püstitatakse mast riidest purjega ja 30 mm kaugusele teisest otsast ühestainsast puidutükist valmistatud tüür. Põhja kinnitatakse kiil. Laev värvitakse kas õli- või nitrovärviga.

Glisser. Glisseri alus valmistatakse lauast. Masti asemel kinnitatakse alusele püsti kaks pulka. Ühe pulga külge kinnitatakse vabalt liikuv plekist või puidust propeller ühes teljel oleva traataasaga ja teise pulga külge traataas kummimootori kinnitamiseks.

Eelnimetatud mudelid on kõige lihtsamad näidised, kus on rakendatud mehhaanilise jõu ja tuulejõu kasutamise põhimõte. Õpilaste ülesandeks jääb neile näidistele leida uusi lahendusi.

6. Õppeabinõud.

Arvutuspulgakesed. Arvutuspulgakesi valmistavad vanemate klasside õpilased I klassi õpilastele n. ö. šefluskorras. Kõige lihtsam on arvutuspulki valmistada valmishööveldatud 6 × 6 mm pikkusest liistust, mille otsast lõigatakse ca 50 mm pikkused pulgakesed. Ümmargused pulgakesed valmistatakse noaga, hiljem silutakse need liivapaberiga.



Joon. 258a. Arvutuspulgakesed.

Arvutuspulgakesed värvitakse nitrovärvidega kümnekaupa erivärvilisteks. Ka võib pulki peitsida ja lakkida.

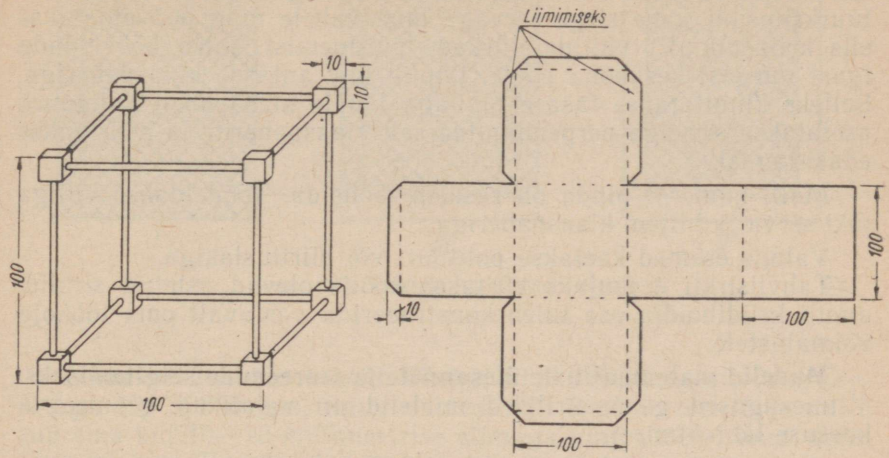
Kuupsentimeeter. Materjaliks kasutatakse savi või plastiliini, sest paberist pinnalaotuse valmistamine ja liimimine nii väikese eseme juures on tülikas. Otstarbekohane on kasutada puitu. Tuleb valmistada liist ristlõikega 10 × 10 mm ja lõigata sellest 10 mm pikkusi tükke.

Kuupdetsimeeter. Valmistamiseks kasutatakse joonestuspaberit ehk kartongi. Kõige enne tehakse papist pinnalaotuse šabloon. Šablooni abil joonestatakse pinnalaotus paberile ning lõigatakse kääridega välja. Mööda kriipsjooni tõmmatakse kääriotstega süvend kujundi paremaks voltimiseks. Volditud kujund liimitakse kokku. Valmis kuubi võib katta värvilise paberiga või värvida.

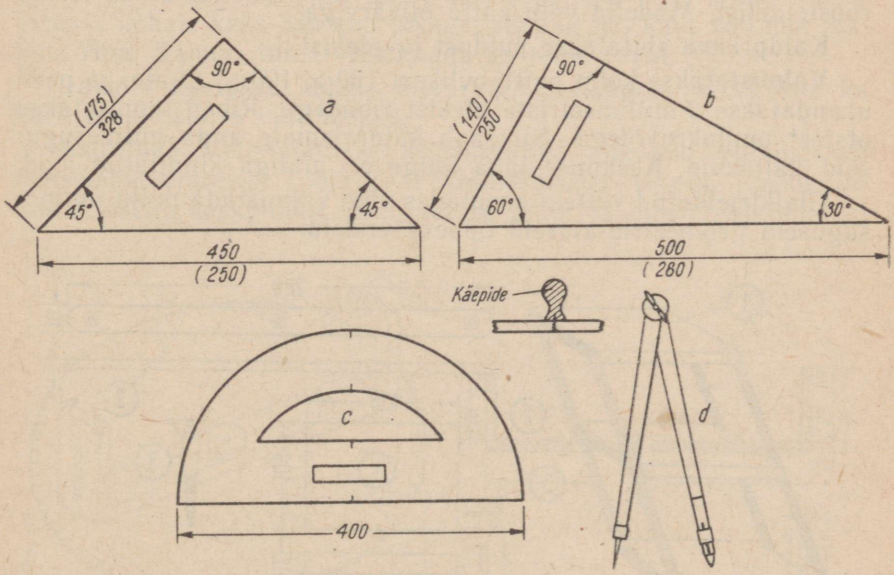
Kuupdetsimeetrit võib teha ka nii, et valmistatakse plastiliinist kaheksa kuupsentimeetrit ja ühendatakse need omavahel pulgakestega.

Kolmnurgad ja klassimall. Õppeprogrammis on ette nähtud malli, tahvlisirkli ja kolmnurkade valmistamine. Need tööd nõuavad suurt täpsust (kraadide ja mõõtmete märkimise osas).

Kolmnurgad ja mall tahvli jaoks valmistatakse paksemast vineerist (kaks kolmekordse vineeri tükki kokku liimida). Mõõtmed on antud joonisel, kusjuures sulgudes antud mõõtmed on õpilaste individuaalseks kasutuseks valmistatavate kolmnurkade jaoks. Need tehakse õhemast vineerist. Need kolmnurgad ja mall on ilma käepidemeta.



Joon. 259. Kuupdetsimeeter.



Joon. 260. Klassitahvli kolmnurgad (*a* ja *b*), mall (*c*) ja sirkel (*d*).

Esiti lõigatakse kolmnurk vineerist nii, et edaspidiseks töötlemiseks jääks paari mm laiune äär. Iga külg surutakse kuni kontuurkriipsuni kahe sirge servaga laua vahele ning hööveldatakse siis kriipsuni. Et vältida nurkade purunemist, tuleb hööveldada igast nurgast keskkoha poole. Lõplik lihv antakse klaaspaberiga. Selleks kinnitatakse tasase pinnaga lauale klaaspaber, kolmnurk asetatakse servaga perpendikulaarselt klaaspaberile ja hõõrutakse edasi-tagasi.

Malli kumerat pinda on raskem töödelda. Töödeldakse viiliga piki serva ja hiljem klaaspaberiga.

Valmis esemed kaetakse polituuri või piirituslakiga.

Tahvlisirkli eeskujuks võetakse koolis olevad ostetud sirklid, ainult kriidihoidja osa tuleb konstrueerida vastavalt oma töökoja võimalustele.

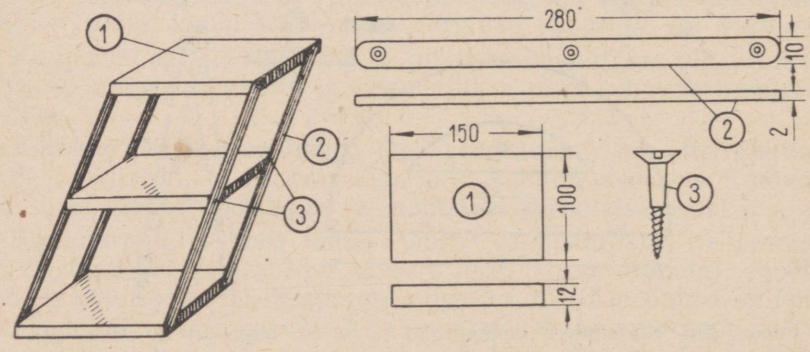
Mudelid matemaatiliste ülesannete ja teoreemide selgitamiseks. Mitmesugused geomeetrilised mudelid on vajalikud geomeetria kursuse läbivõtmisel.

Geomeetriliste kehade mudeleid võib valmistada 2 mm jämedusest traadist. Lametangidega painutatakse vastav kujund võimalikult ühest traaditükist. Lahtiste otste ja osade ühendamiseks sulatatakse plekknõus jootetina. Lahtised mudeli otsad surutakse kokku, torgatakse esiti kloortsingi lahusesse (lahjendatud soolhappes sulatatud tsingi tükikesed) ja siis sulatinasse. Pärast jootmist pestakse jootekoht veega ja kuivatatakse lapiga, et vältida roostetamist. Mudelid võib katta õlivärviga.

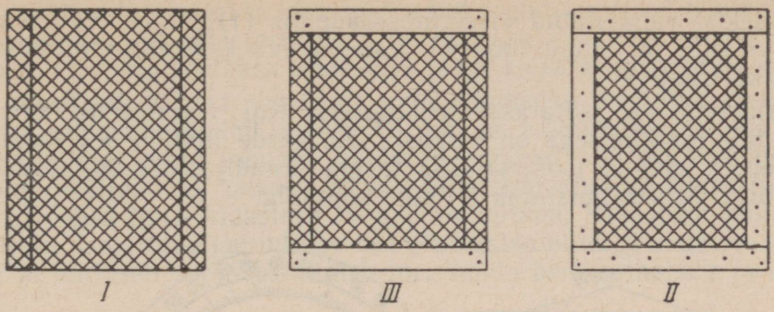
Kaldprisma ehitatakse puidust ja plekist.

Valmistatakse kolm puittahvlikest 150 × 100 × 12 mm ja need ühendatakse 2-millimeetriste plekist ribadega. Ribad kinnitatakse otstest puidukruvidega. Nii saab kaldprismale anda mitmesuguseid kallakuid. Keskmise laua külge on niidiga kinnitatud lood.

Ülalkirjeldatud võtteid kasutades võib valmistada palju mitmesuguseid geomeetria-alaseid õppevahendeid.



Joon. 261. Kaldprisma.



Joon. 262. Taimekuivatamise raamid.

Taimekuivatamise raamid. Võetakse kaks tükki metallvõrku suurusega 450 × 320 mm, mitte vähema kui 3-millimeetrise ja mitte suurema kui 10—12-millimeetrise silmaga ning vineeriribad laiusega 35 mm. Ribade pikkused ja arv on järgmised:

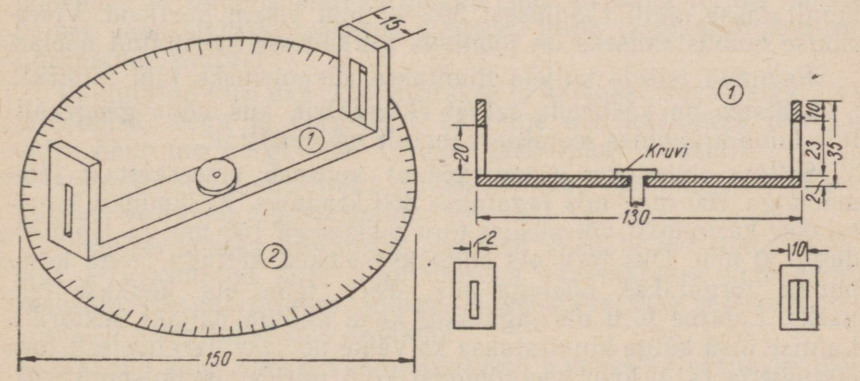
4 tk. pikkusega 450 mm, 4 tk. pikkusega 380 mm, 4 tk. pikkusega 320 mm ja 4 tk. pikkusega 250 mm igaüks.

Taimekuivatamise raami valmistamine toimub järgmiselt.

Võetakse kaks 450 mm pikkust riba ja asetatakse neile võrk peale (vt. joon. 262 I). Võrgu peale asetatakse kaks 320 mm pikkust riba ja naelutatakse kinni (vt. joon. 262 II). Nüüd naelutatakse kohale kaks 380 mm pikkust riba ja siis kaks 250 mm pikkust riba. Samuti tuleb valmistada ka teine raam.

Raamid kaetakse heleda õlivärviga, kusjuures värvitakse ka võrk roostetamise vältimiseks.

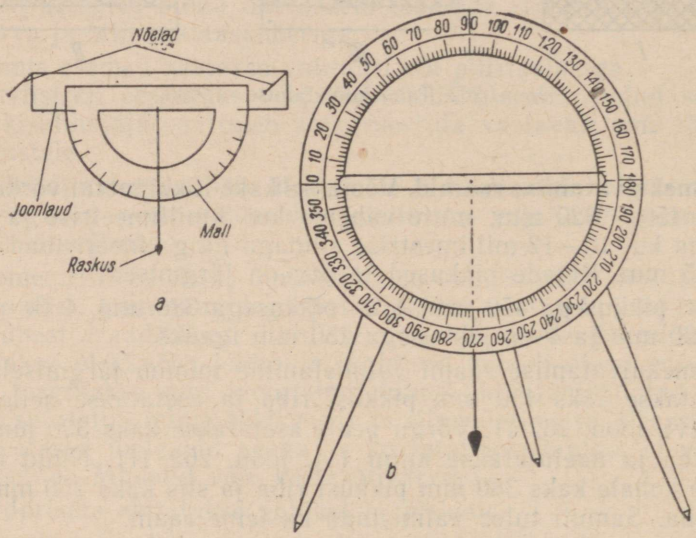
Astrolaab. Valmistatakse kettakujuline aluslaud puidust või paksemast vineerist (võib 2—3 kolmekordset vineeri kokku liimida). Selle keskpunkti kinnitatakse poldi ja mutri abil puidust



Joon. 263. Astrolaab.

või plekist valmistatud viseerimisseadeldis (1), mille avade suurus ja kuju on antud joonisel. Laiema ava keskele kinnitatakse peenike traat.

Aluslaua äär jaotatakse kraadideks. Kui vineeriketta äärele kraadide märkimisega on raskusi, võib äärde liimida hea joonestuspaberi, millele joonistatakse tušiga kraadijaotuse kriipsud ja numbrid. Alla valmistatakse lihtne kolmjalg.



Joon. 264. Eklimeetrid.

Eklimeeter. Lihtne eklimeeter (joon. 264, a) koosneb joonlauast pikkusega 150 mm ja laiusega 25—30 mm (paksus 4 mm), mille külge kinnitatakse harilik klassitahvli mall. Malli keskkohta kinnitatakse malli raadiusest 30—40 mm pikem püstlood. Viseerimise hõlbustamiseks on joonlaua nurkadesse kinnitatud nõelad.

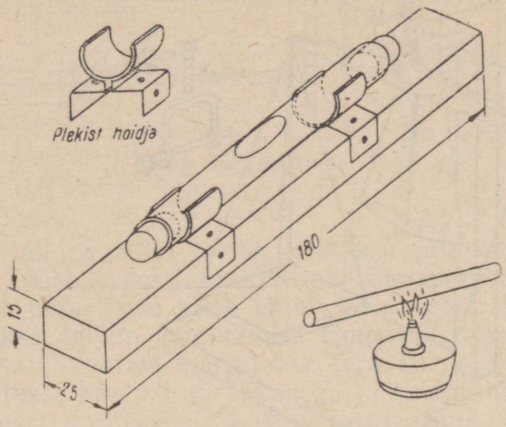
Joonlaua teisele küljele liimitakse käepidemeks tühi niidirull.

Lihtsam on käsitseda sellist eklimeetrit, kus koha geograafiline laius kraadides loetakse vahetult mõõteriistalt.

Selline eklimeeter (joon. 264, b) koosneb vineerkettast läbimõõduga 200 mm, mis jagatakse 360 kraadiks. Keskpunkti kinnitatakse kartongist või plekist toru pikkusega 160 mm ja läbimõõduga 30 mm. Üks toru ots suletakse plekist kettaga, ketta keskpunkti torgatakse nõelaga auk. Toru teine ots jäetakse lahtiseks. Lahtine toru ots jagatakse kahe niidiga neljaks sektoriks. Lahtise otsa külge kinnitatakse ka väike nooleke paralleelselt toru pikiteljega (s. o. joon nõela-august kuni niitide ristumispunktini). Ketta keskpunkti kinnitatakse lood ja ketas asetatakse kolmjalale.

Eklimeeter seatakse joonisel toodud asendisse (lood läbib 270°), suunatakse siis läbi toru otsas oleva augu vaadates niitrist Põhjanaelale ning loetakse noolekese järgi koha geograafiline laius.

Vesilood. Lihtsa vesiloodi valmistamiseks võetakse puidust klots mõõtmetega 180 × 25 × 15 mm ja valmistatakse kaks plekist hoidjat nagu joonisel näidatud (võivad olla ka teistsuguse konstruktsiooniga, peaasi, et nad klaastoru kindlalt kinni hoiaksid). Nüüd tuleb klaastoru kergelt painutada. Klaastoru painutamiseks asetatakse painutatav osa piirituslambi leegi ülemisse ossa. Et ta ühtlaselt soojeneks, tuleb toru hoida horisontaalselt ja kogu



Joon. 265. Vesilood.

aeg keerutada ühtlaselt ringi. Aeg-ajalt proovitakse toru painutada, et mitte mööda lasta klaasi pehmenemise momenti. Toru painutatakse leegi sees suurema jõupingutuseta, tõstes toru otsi ülespoole. Liiga kiirel painutamisel muutub toru painde kohal lamedaks ja seintele tekivad põikkortsud. Et anda torule sobivat painet, joonestatakse paberile šabloon, mille järgi saab kontrollida painde suurust.

Painutatud toru üks ots korgitakse ja kaetakse kirjalakiga, toru täidetakse veega ja korgitakse ka teine ots, kusjuures jäetakse väike õhuruum korgi alla. Torusse jääb liikuv õhumull.

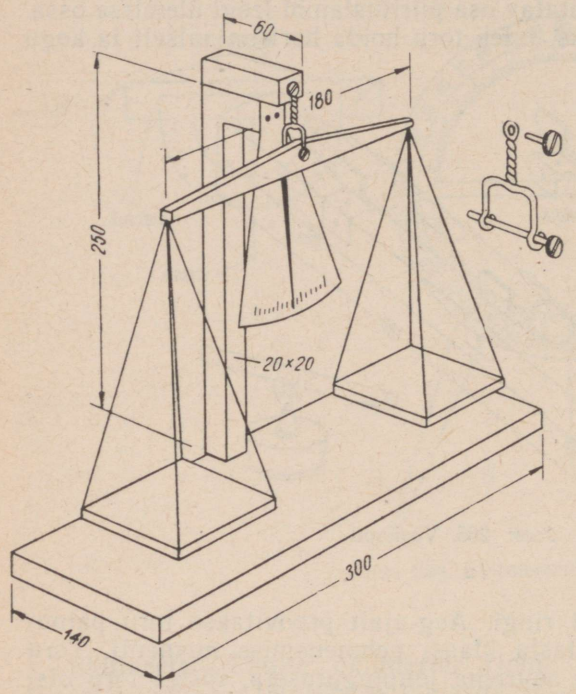
Valmis toru kinnitatakse klambrite abil puitalusele. Sellele järgneb vesiloodi reguleerimine.

Reguleerimiseks asetatakse vesilood siledale lauatükile. Laua otsa alla asetatud kiilu liigutamisega saavutatakse umbkaudne keskkoht, mis märgitakse tindiga. Nüüd pööratakse vesiloodi 180° võrra ja märgitakse uus keskkoht.

Saadud kahe punkti vahe jaotatakse pooleks ja saadakse otsitav keskpunkt, mida võib kergelt märkida saeviili servaga. Õhu-

mulli keskseisundil märgitakse tema äärmised piirjooned punase värviga.

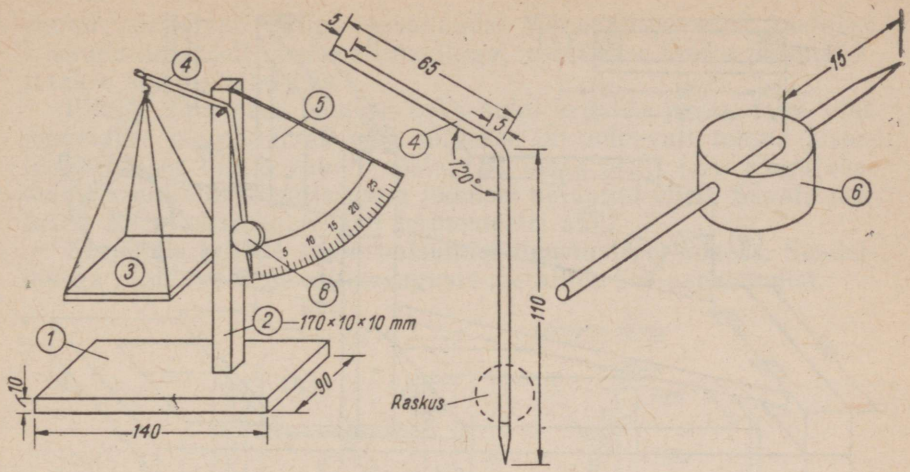
Kangkaal. Kangkaalude konstruktsioon võib olla mitmesugune. Näidisena toome ühe lihtsama variandi. Valmistatakse puidust alus ja post, kartongist skaala, vineerist kaalukausid, puitliistust kang, traadist kangihoidja ja osuti. Kaalukausid kinnitatakse kangi külge peenikeste traatidega, sest nööridega hakkavad kausid keerlema. Ehituse üksikasjad selguvad jooniselt 266.



Joon. 266. Kangkaal.

Kaaluvihtidena kasutatakse selle kaalu juures enne 1961. aastat münditud 1, 2, 3 ja 5-kopikasi metallrahasid ja omavalmistatud suuremaid vihte (50, 100 jne. grammi). Kaalude täpsus oleneb valmistamise täpsusest.

Kirjakaal. Kasutatakse seda kaalu väiksemate raskuste kaalumiseks. Osad *1* ja 2 valmistatakse puidust, osa *3* vineerist, osa *4* traadist Ø 4 mm, skaala *5* kartongist ja raskus *6* tinast. Kangi (*4*) pikkus on 175 mm, kang painutatakse kõveraks. Paindekohta ja ülemisse otsa viilitakse 1,5 mm sügavused sälgud. Vastukaal (raskus) tehakse järgmiselt: võetakse tihedast kartongist riba laiusega 10 mm ja liimitakse sellest rõngas läbimõõduga 20 mm. Rõngast torgatakse läbi kangi teravik, nii et ta ulatuks teiselt poolt



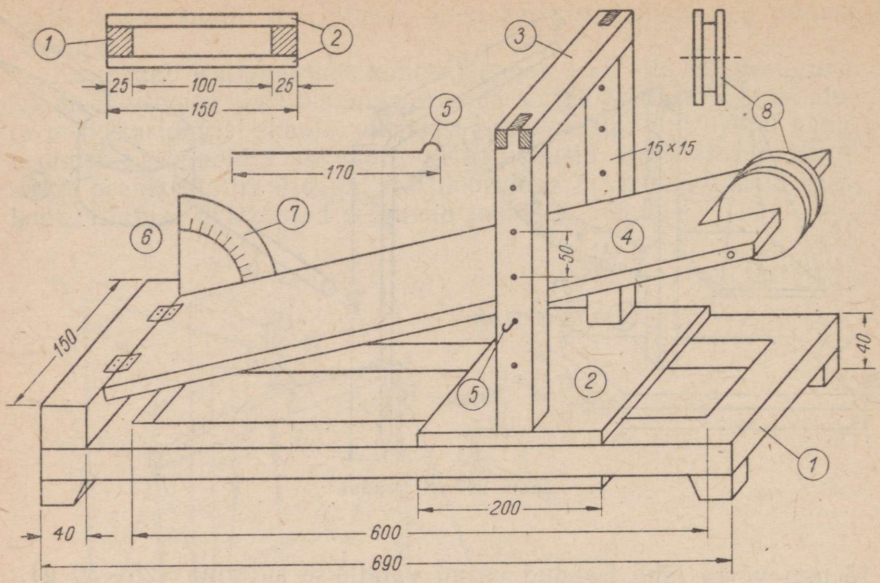
Joon. 267. Kirjakaal.

15 mm võrra läbi. Saadud vormi valatakse sulatina (25—30 g). Kangi teljeks lüüakse posti sisse 20—25 mm pikkune nael, mille läbimõõt on 1 mm. Enne seda kinnitatakse posti külge skaala. Kang asetatakse teljele, kaalukauss riputatakse peente traatide abil kangi otsa. Skaalale märgitakse teraviku kohale nullpunkt. Edasi koormatakse kaalu 1 g raskusega (1-kopikaline) ning märgitakse skaalal 1 g raskusele vastav osuti asend. Analoogiliselt märgitakse müntide abil osuti asukoht 2, 3, 4 ja 5 g raskuse korral.

Kaldpind. Kaldpinda kasutatakse õppeabinõuna füüsikas töö ja energia läbivõtmisel.

Valmistatakse raam (*1*) joonisel näidatud mõõtmeis. Raam varustatakse 20 mm kõrguste jalgadega. Raami sees liigub edasitagasi alus (*2*). Selleks on puitklots suurusega 100 × 200 × 20 mm, mis on kahelt poolt kaetud vineerplaatidega. Vineerplaatide mõõtmed on 200 × 150 × 10 mm. Aluse ülemisse plaati tapitakse tugipostid (*3*) kõrgusega 250 mm. Neisse on puuritud 3 mm läbimõõduga augud, mida läbib Ø 2,5—3 mm jämedune traatvarras (*5*), mis on varustatud ühes otsas aasaga. Raami ühes otsas on klots (*6*) mõõtmetega 150 × 30 × 40 mm. Selle külge on hingede abil kinnitatud kaldpind (*4*) mõõtmetega 700 × 118 × 20 mm. Kaldpinna teises otsas olevas väljalõikes on vineerist valmistatud 30 mm läbimõõduga plokiratas (*8*). Raami külge on kinnitatud kartongist skaala (*7*), mis näitab kaldpinna asendit kraadides.

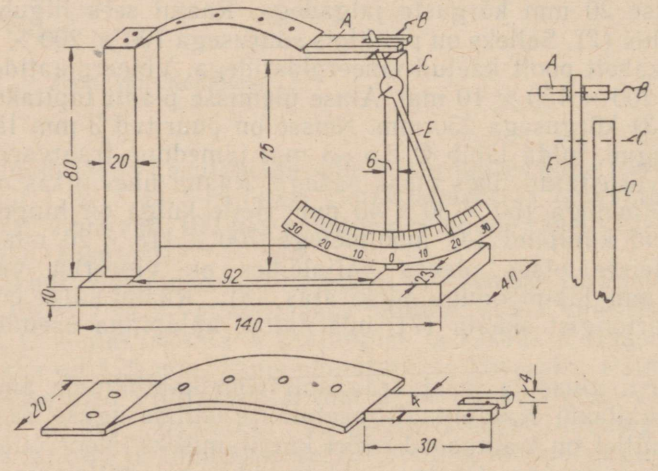
Liikuva aluse ja traatvarda abil võib kaldpinnale anda igasuguse kallaku. Kaldpinnale asetatakse mitmesuguse raskusega klotse, millel on traataasad nööri kinnitamiseks. Nöör viiakse üle ratta (*8*) ning varustatakse kaalukausikesega, millele asetatakse



Joon. 268. Kaldpind.

kaaluvihid. Nii leitakse jõu suurus, mis on vajalik raskuse tõstmiseks mööda kaldpinda.

Bimetalltermomeeter. Termomeetri peaosa, bimetallplaadi valmistamiseks võetakse 90 mm pikkune vaskplekk ja raudplekk, puhastatakse need hästi puhtaks, õgvendatakse ja painutatakse nagu joonisel näidatud. Pärast painutamist tuleb alumine pike-

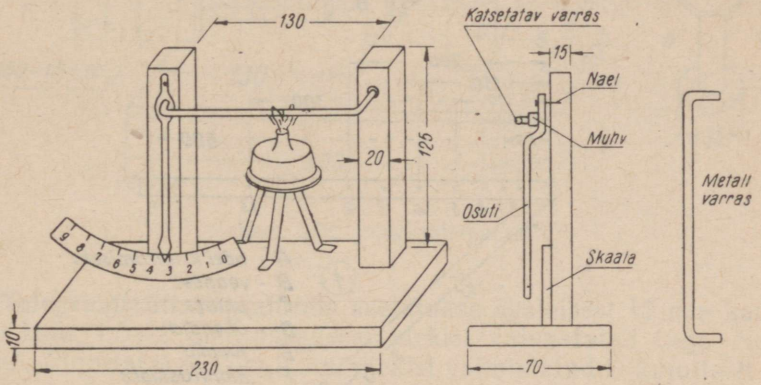


Joon. 269. Bimetalltermomeeter.

nenud raudplaat viiliga tasandada. Mõlemad plaadid kaetakse kokkupuutepoolelt õhukese tinakihiga, needitakse kokku ja kuumutatakse kokkujootmiseks.

Plaadi ühte otsa tehakse kaks auku kruvide jaoks, teise otsa joodetakse metallvarras (A), millesse on eelnevalt tehtud sisselõige. Lõikes liigub vabalt nõela (*B*) otsas osuti (*E*). Kogu seadeldis kinnitatakse puitalusele joonisel näidatud viisil. Skaala jaotused märgitakse katseliselt termomeetri abil.

Seadeldis kehade soojuspaisumise demonstreerimiseks. Seadeldisega saab vaadelda mitmesuguste metallide soojuspaisumist.

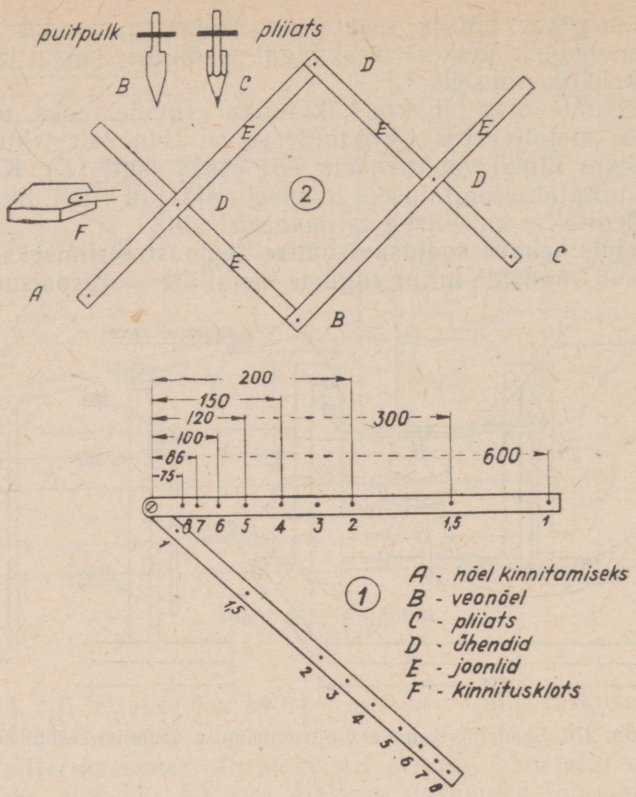


Joon. 270. Seadeldis kehade soojuspaisumise demonstreerimiseks.

Valmistatakse kahe postiga alus (mõõtmed on toodud joon. 270). Ühe posti külge kinnitatakse naela abil osuti. Osutil ja teisel postil on ühesuuruse läbimõõduga avad. Avadesse asetatakse joonisel märgitud viisil painutatud otstega katsetatav metallvarras. Kui soojendame metallvarrast, näitab osuti skaalal varda pikenemist.

Pantograaf. Vineerist valmistatakse neli 15—20 mm laiusega ja 650 mm pikkusega liistu. Ühele liistule märgitakse joon. 271 (*1*) antud aukude asukohad. Liistud pannakse pakki ja puuritakse korraga märgitud kohtadesse 2 mm läbimõõduga augud. Liistud puhastatakse klaaspaberiga ja ühendatakse enne paariviisi, siis paarid omavahel. Paaride ühenduskohtades *D* kasutatakse tiibmutriga kruvisid. Punkti *B* asetatakse teravikuga puitpulk, mis varustatakse tihedalt liikuva puitseibiga. Selle seibiga hoitakse kinni liistud ja ka pulk. Punktis *C* asuv pehme pliiats varustatakse samasuguse seadeldisega. Punkt *A* kinnitatakse kruviga väikese lauakese külge (*F*). Sellele lauakesele asetatakse töötamisel mingi raskus või kinnitatakse lauake klambriga, et vältida pantograafi nihkumist töö ajal.

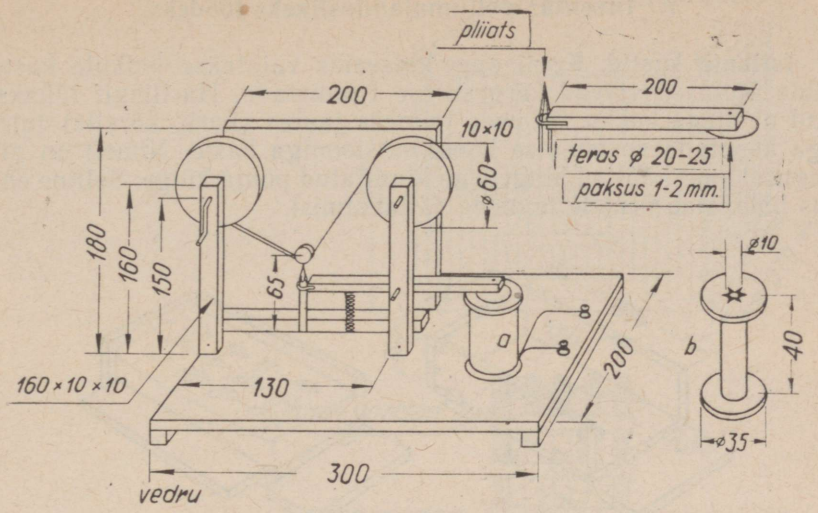
Jälgides puitpulgaga *B* joonise kontuure, joonistab pliiats *C*



Joon. 271. Pantograaf.

sama kontuuri suuremana vastavalt pantograafi liistude ühendustele. Asetanud punkti *C* pulga ja punkti *B* pliiatsi, saame vastava vähenduse.

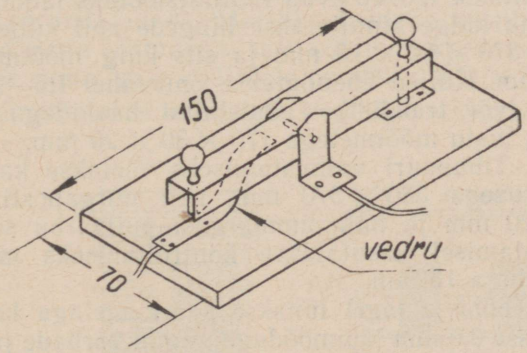
Telegraafiaparaat. Telegraafiaparaadi kõige tähtsam osa on magnet, mille pooli põhi (*b*) valmistatakse joonestuspaberist joonisel 272 toodud mõõtmeis. Sellele keritakse 350—400 keerdu 0,5—0,7 mm läbimõõduga isoleeritud vasktraati. Südamikuks kasutatakse kimpu 42—45 mm pikkusi põletatud raudtraate. Südamiku ülemine ots ulatub 3—5 mm võrra poolist välja. Ankru ja südamiku vahele jäetakse 1—1,5 mm suurune vahe. Vineerist alusele paigutatakse püstsein, mille külge kinnitatakse kõik teised telegraafi osad (lindi rattad, kirjutamisseade, ankur jne.). Lindi edasivedamine toimub käsitsi. Võib kombineerida vana kella baasil ka mehhaanilise veo. Pliiatsi allatõmbamiseks võib rakendada vedru asemel ka kummipaela. Kirjutamiseks kasutatakse pehmemat pliiatsit. Voolu katkestamiseks kasutatakse kellanuppu, lüliteid või omavalmistatud telegraafivõtit.



Joon. 272. Telegraafiaparaat.

Telegraafivõti. Puitalusele asetatakse üksteisest 12 mm kaugusele kaks 1,5—2 mm paksusest plekist valmistatud tuge. Nende vahele kinnitatakse 1—1,5 mm plekist valmistatud U-kujuliselt painutatud plekist kang, mille külge monteeritakse kaks kruvidest kontakti ja vedru.

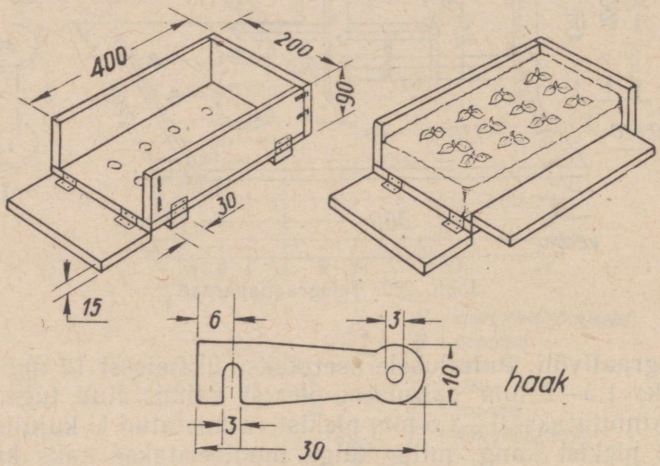
Kangi ühte otsa kinnitatakse puidust nupp. Kruvide alla paigutatakse plekist kontaktid.



Joon. 273. Telegraafivõti.

7. Inventar põllumajanduslikeks töödeks.

Istikute kastid. Kooli õppe-katseaias vajatakse istikute kaste, mida õpilased võivad kergesti ise valmistada. Harilikult lüüakse nad naeltega kokku. Mõnede taimede juures (kurk, kõrvits) tuleb aga kasutada spetsiaalse konstruktsiooniga kaste. Nimelt on niisugusel kastil küljed hingedega kinnitatud põhja külge. Selline ehitus hõlbustab õrnade taimede väljavõtmist.



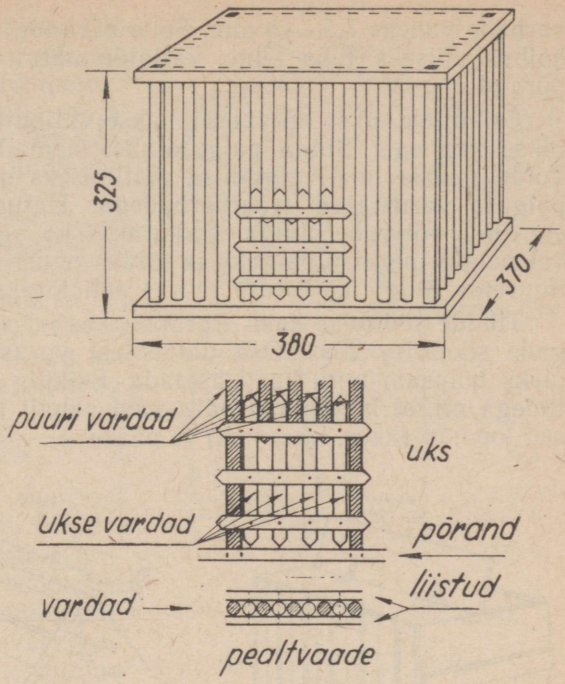
Joon. 274. Istikute kast.

Valmistatakse lauast põhi mõõtmetega 370 × 170 × 15 mm. Sellesse puuritakse mõned avad ventilatsiooniks läbimõõduga 20—25 mm. Põhja külge kinnitatakse hingede abil küljed, esiti külg mõõtmetega 370 × 80 × 15 mm ja siis külg mõõtmetega 200 × × 80 × 15 mm. Küljed ühendatakse omavahel 1,5—2 mm paksusest plekist (või traadist) valmistatud haakidega. Kasti alla lüüakse kaks liistu mõõtmetega 170 × 30 × 20 mm.

Tibupuur. Tibupuuri valmistamiseks võetakse kaks paksemat vineeri suurusega 380 × 370 mm, neli nurgaposti mõõtmetega 325 × 20 × 20 mm ja hulk ümmargusi puitvarbu seinteks. Varbade valmistamisel kasutatakse kontrollimiseks metallšablooni ava läbimõõduga 15 mm.

Vineerid (põhi ja lagi) lüüakse paari naelaga kokku ja puuritakse äärtesse 0,5 mm läbimõõduga augud varbade jaoks. Aukude vahemaa olgu 15 mm. Uks on tõstetav ja valmistatakse nii nagu joonisel näha. Ukse kohal ei ulatu 3—4 varba põrandani. Tekkinud avasse asetatakse uksevarvad ja kinnitatakse need kahelt poolt liistudega. Ukse tõstmisel on puuri ja ukse varvad kõrvuti.

Põhja hõlpsamaks puhastamiseks tehtagu see kahekordne (ülemine osa väljatõmmatav).

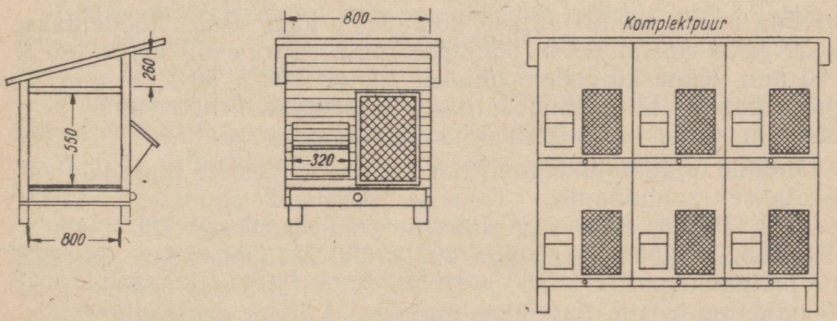


Joon. 275. Tibupuur.

Puitvarbade asemel võib kasutada ka 2 mm jämedusi traatvarbu.

Küülikupuur. Küülikupuuri valmistamiseks on vaja punnservaga laudu (põrandalauad). Harilike laudade kasutamisel tuleb laudade vahed katta liistudega, sest küülikud kardavad tuuletõmbust. Loomulik ruum igale küülikule on 800 × 800 × 550 mm.

Põrand valmistatakse siledatest kandilistest varbadest, jättes

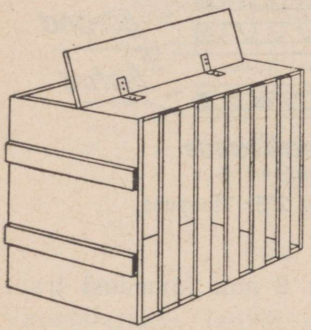


Joon. 276. Küülikupuur.

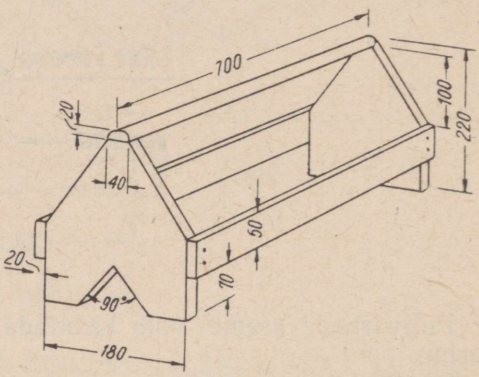
varbade vaheks 7,5—10 mm. Selle põranda alla tuleb puhastamise hõlbustamiseks teha teine, väljatõmmatav ning plekiga kaetud põrand.

Esiküljele, ukse kõrvale, tehakse väljaulatuv osa, mis varustatakse kaanega. Sinna paigutatakse heinad ja muu taimne toit. Toidu puuris laialivalgumise vältimiseks on seesmine osa panipaigast varustatud traatvarbadega. Katus kaetakse tõrvapapi, eterniidi või ruberoidiga. Ehitatakse ka vahelagi, mis oleks talvel heinte jne. panipaigaks ja aitaks puuri sisemist soojust hoida. Suurema hulga küülikute juures eelistatakse komplektpuure.

Tibude söötmise kast. Parajast kastist valmistatakse kanapoegade söötmise kast. Osa ülapoolest varustatakse hingedega, et oleks hõlpsam toitu kasti asetada. Esikülg kaetakse üksikute liistudega nii, et kanapojad pääseksid vabalt läbi, aga kanad ja teised loomad (koer, kass jne.) ei pääse.



Joon. 277. Tibude söötmise kast.



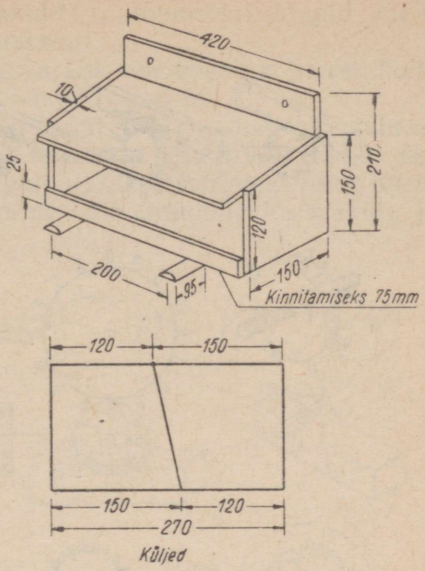
Joon. 278. Kanade söötmise küna.

Kanade söötmise küna. Maha asetatud sööda ajavad kanad laiali ja raiskavad palju toitu. Selle vältimiseks ehitatakse söötmisküna.

Küna jaoks valmistatakse kõigepealt kaks otsa (töödeldakse koos). Need ühendatakse põhjaga, mille suurus on 660 × 180 × × 20 mm. Küna külgedele lüüakse liistud 700 × 50 × 20 mm. Et vältida kanade hüppamist künasse, lüüakse üles liist 700 × 40 × × 20 mm — see oleks ühtlasi ka käepidemeks kandmisel.

Lindude toidumajake. Meil talvitavaile väikestele lindudele valmistatakse toidumajake. Tehakse tagalaud suurusega 420 × × 210 × 20 mm, selle külge lüüakse põhi suurusega 420 × 150 × × 15 mm ja lagi mõõtmetega 420 × 200 × 15 mm. Siis võetakse laud mõõtmetega 270 × 150 × 10 mm, lõigatakse see pooleks joon. 279 näidatud viisil. Saadakse majakese küljed, mis seejärel naelutatakse kohale. Majakese esikülge lüüakse liist mõõtmetega

440 × 25 × 10 mm toidu väljapudenemise takistamiseks ja alla liistukesed mõõtmetega 170 × 20 × 10 mm, mille väljaulatuvad osad pealt ümardatakse. Need on õrred lindudele.



Joon. 279. Lindude toidumajake.

8. Juhiseid konstruktoritele.

Konstruktori ülesandeks on osata õigesti arvutada mudeli ehk seadise arvestusi, leida kasulikumad mõõtevahekorrad, oskuslikult paigutada üksikud sõlmed ja detailid ning valida vastav materjal.

Mõõtvahekorrad olenevad mudeli otstarbest. Kui mudel valmistatakse demonstreerimiseks klassis, peaksid mõõtmed olema normaalsest suuremad ja põhisõlmed eredalt värvitud.

Kui mudel on ette nähtud alaliseks kasutamiseks, näiteks füüsika kabinetis, ehitatakse ta tugevamatest materjalidest (kõva puu, metall, vask jne.).

Kui mudel on ette nähtud ajutiseks laboratoorseks tööks, katse läbiviimiseks jne., kasutatakse selle valmistamiseks odavaid puidusorte, plekijäätmeid jne. Mudeli töö peab sellele vaatamata olema kvaliteetne ja välimus ilus. Igal mudelil on olemas alus. Juba see tuleb teha korralikult. Hästi valmistatud alus sunnib õpilast ka teisi osasid korralikult ja hästi töötlema, kuna halvasti tehtud alus õpetab teda lohakalt valmistama ka ülejäänud osi.

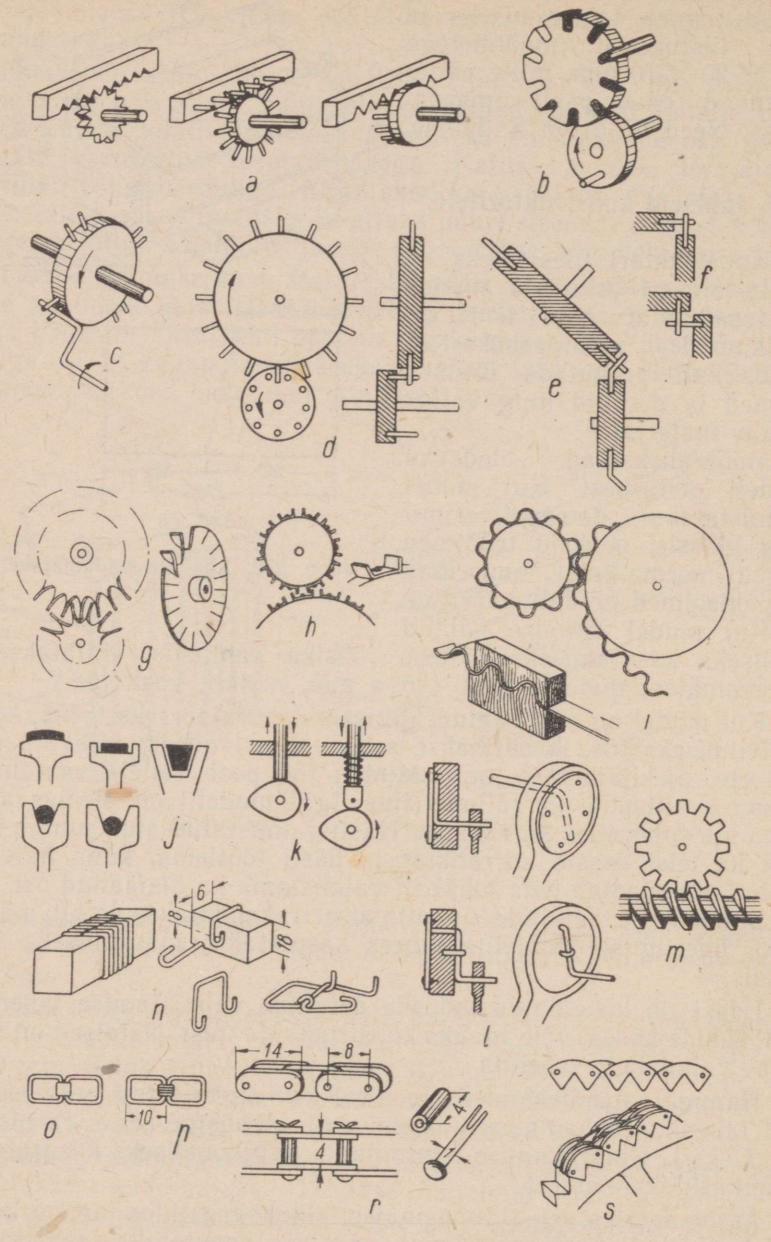
Sõlmede ja detailide paigutamisel rakendatakse laialt märkimist, ühesuguste mudelite juures kasutatakse märkimiseks šablooni.

Edasi on kirjeldatud mõnede detailide valmistamise lahendused. Nende põhjal võib igaüks konstrueerida uusi. Näidised on soovitav valmistada tabelina.

Hammasratasülekanded. Joonisel 280 on esitatud mitmesugused lahendused hammasratastele: puitpulkadega (*d, e, f*) plekist (*g, h, i, j*). Ringliikumise muutmiseks sirgjooneliseks kasutatakse hammasülekannet (*a*).

Automaatides, tekstiilimasinates, kinoaparaatides jne. on kasutusel nn. malta rist (*c*). Arvutusmasinas kasutatakse sellist ülekannet, kus ühel rattal on üks hammas, teisel aga kümme (*b*).

Rihmülekande jaoks on joonisel näidatud mitmesuguse profiiliga rahmarattaid ja rihmu (*j*).

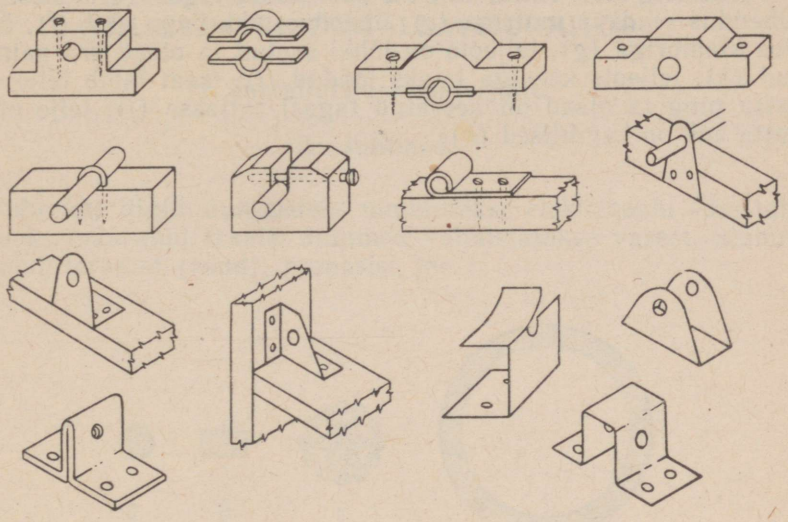


Joon. 280. Mitmesuguseid ülekandeid.

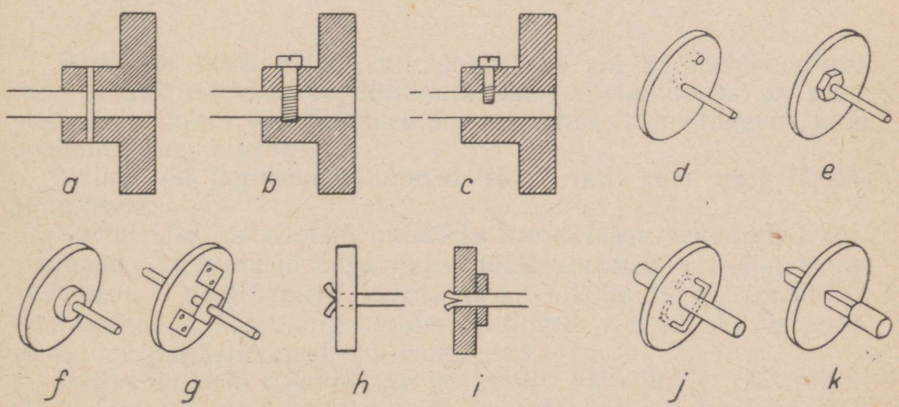
Joonis *k* kujutab nokkvõllühendit (automootori klapid jne.). Joonisel *m* on kujutatud tiguajamit.

Ühend *l* (nn. ekstsentrik) on vajalik aurumasina juures kolvi liikumise ülekandmiseks masina teistele osadele.

Kettülekanded. Joon. 280, *n* on kujutatud traadist keti valmistamine. Kandilise puutüki peale keritakse raudtraat, lõigatakse pealt saega katki, üksikud lülid painutatakse šabloonil ning ühendatakse ketiks. Lülide ühendamine võib toimuda ka plekiga ja peene traadiga (*p*).



Joon. 281. Mitmesuguseid laagreid mudelitele.



Joon. 282. Ratta kinnitamine võllile.

Kett (*r*) valmistatakse üksikutest plekitükikestest, vahele asetatakse torutükikesed. Ühendatakse neetidega.

Joon. 280, *s* on kujutatud nn. mürata kett.

Laagrid. Joonisel 281 on esitatud laagrite lahendusi puidust, traadist ja plekist. Hea laagri saab, kui kerida see traadist (6—7 keerdu) ja siis katta jootetinaga.

Ratta kinnitamine võllile. Joonisel 282 on kujutatud rataste võllile kinnitamise võtteid. Ratast ja võlli läbib splint (*a*), ratast ja võlli läbib kruvi (*b*) ja kruvi läbib ratta kuni teljeni (*c*).

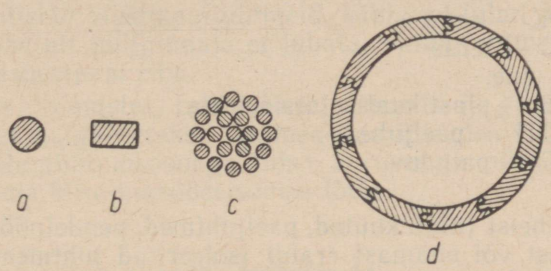
Traattelg läbib ratta, telje ots pööratakse tagasi ratta sisse (*d*). Ühendus vindi ja mutriga (*e*), ühendus lukkrõnga abil (*f*), ühendus klambriga (*g*), teljeots on lõhki saetud ja otsad ära painutatud (*h*), teljeots kärniga laiaks löödud (*i*), traat läbib telje ning ratta ning ta otsad on keeratud tagasi rattasse (*j*), telje ots ja ratta auk on kandilised (*k*).

VIII. ELEKTRI INSTALLATSIOONITÖÖD.

1. Installatsioonimaterjalid.

A. Juhtmed.

Juhtmete liigid. Juhtmeteks nimetatakse elektrivoolu edasijuhtimiseks määratud traate. Juhtmed valmistatakse vasest, alumiiniumist, terasest (raud), pronksist jne.



Joon. 283. Juhtmete ristlõiked.
a — traatjuhe; *b* — lattjuhe; *c* — köisjuhe; *d* — õõnesjuhe.

Parimaks tuleb pidada nii elektrilises kui ka mehhaanilises mõttes vaskjuhtmeid. Alumiiniumjuhtmete vastupidavus on märgatavalt väiksem. Raudjuhtmeil on hea mehhaaniline tugevus, kuid seejuures suur takistus.

Välimuselt jagunevad juhtmed traat-, latt- köis- ning õõnesjuhtmeteks.

Tavalisteks installatsioonitöödeks kasutatakse peamiselt traatjuhtmeid, lattjuhtmeid kasutatakse tööstushoonete installatsiooniseadmetes, köisjuhtmeid kasutatakse välisliinide ehitamisel ja õõnesjuhtmeid kõrgepingeliinides. Juhtmed võivad olla isoleerimata, nn. paljasjuhtmed, või isoleeritud.

Paljasjuhtmeid kasutatakse peamiselt välisliinide ehitamisel. Tuntumad paljasjuhtmed on vaskjuhe МГ, alumiiniumjuhe AG, raudjuhe ЖК jt.

Isoleeritud juhtmete liikide hulk on väga mitmekesine, olenedes isolatsioonimaterjalist ja juhtme kasutamise eesmärgist. Tuntumad nendest on:

lakktraat (lakkisolatsiooniga) mähisteks,
kellatraat (puuvillast keritud isolatsiooniga),
kummisoonjuhtmed ПР, ПРГ, АПР jne.,
torujuhtmed ehk kuulod ТПРФ jt.,
soomusjuhtmed ПРП jt.,
kummisoonnöörd ШР, ШРО jt.,
armatuurnöörid АР, АРД jt.,
pendelnöörid ШРП jt.,
plastikaatisolatsiooniga juhtmed ПВ, ППВ, АПВ, АППВ jt.,
kaablid СГ, СБ, СП, ВРГ, КВРГ jt.,

Tähed juhtmetüüpide juures tähendavad järgmist:

П — juhe
М — vask
А — alumiinium
Ж — raud
С — teras
jne.
В — plastikaatisolatsiooniga
ПП — paeljuhe
Г — painduv

Enamik neist (näit. kuulod, paeljuhtmed, pendelnöörid jt.) koosnevad kahest või enamast eraldi isoleeritud juhtmest ehk s o o n e s t, kaablid koguni kümnetest või sadadest soontest.

Juhtmete ristlõige (jämedus) võib olla vastavalt nende kasutamisele väga mitmesugune, ulatudes mõnest sajandikust mm^2 kuni 800 mm^2 (köisjuhe). Elektrivõrgu plaanil märgitakse juhtmed näit. Ж — Ø 5, mis tähendab, et tegemist on 5 mm läbimõõduga raudjuhtmega, või 2 × 3 АСУ — 120/27, mis tähendab, et märgitud on kahekordne kolmefaasiline liin tugevdatud (У) terasalumiiniumjuhtmega, kus alumiiniumsoone ristlõige on 120 mm^2 ja terase ristlõige 27 mm^2.

Mida tugevam vool, seda jämedam peab olema juhe ja seda paksem peab olema juhtme isolatsioon.

Juhtmete paigaldamine. Juhtmete paigaldamine toimub lahtiselt (isolaatoritel või rullidel) ja torudes. Viimasel juhul kasutatakse torujuhet (kuulot), bergmanntoru, kummitoru või terastoru.

Lahtine paigaldamisviis isoleerimata juhtmetega on kasutusel peamiselt välisliinide ehitamisel. Installatsioonitöödes kasutati niisugust lahtist paigaldamisviisi, mille puhul isoleeritud juhe paigutati isoleerrullidel seinale või laele.

Viimasel ajal hoonesisest lahtist paigaldamisviisi rullidel enam ei kasutata, sest niisugused lahtised liinid on kergesti vigastatavad ja eriti tuleohtlikud. Liin ise on eluruumides pealegi näotu, takistab remonttöid jne.

Lahtisest paigaldusviisist hoopis parem on nn. pinnapealne paigaldamine. Selle teostamisel kasutatakse torujuhet (kuulo ТПРФ). Torujuhtme kinnitamiseks alusele kasutatakse nn. pelle (vastavaid plekist kinnitusklambreid). Viimasel ajal on levinud pinnapealne paigaldamine pealjuhtmega (ППВ). Viimane naelutatakse või liimitakse alusele (seinale, laele). Pellide kasutamist pealjuhtme kinnitamiseks ei peeta soovitavaks, sest nad võivad vigastada juhtme isolatsioonikihti.

Vähem kasutatakse pinnapealse paigaldamise juures juhtmete paigutamist bergmann- või terastorudesse. Kui seda tehakse, siis paigutatakse torud otseselt vastu aluspinda ja kinnitatakse selle külge vastavate klambritega.

Installatsioonitöödel on kõige levinumaks juhtmete nn. süvistatud paigaldamine. Süvistatud paigaldamisviisi rakendatakse isoleeritud juhtmete (ПР, АПР, ПВ jt.) puhul. Juhtmed võivad olla kas kummi-, teras- või bergmanntorudes. Süvistatult võib paigaldada ka lahtiseid plastikaatjuhtmeid. Viimasel juhul juhtmete kinnitamist vahetult puitpinnale ei lubata, vinüüljuhtmete alla tuleb paigutada asbestpapi riba.

Niisketes, tolmustes, tuleohtlikes, aurustes ja gaase sisaldavates ruumides paigaldatakse juhtmed gaasitorudes või kasutatakse kaableid. Alumiiniumsoonega juhet auruses ja niiskes ruumis ei kasutata tema kiire korrodeerumise tõttu.

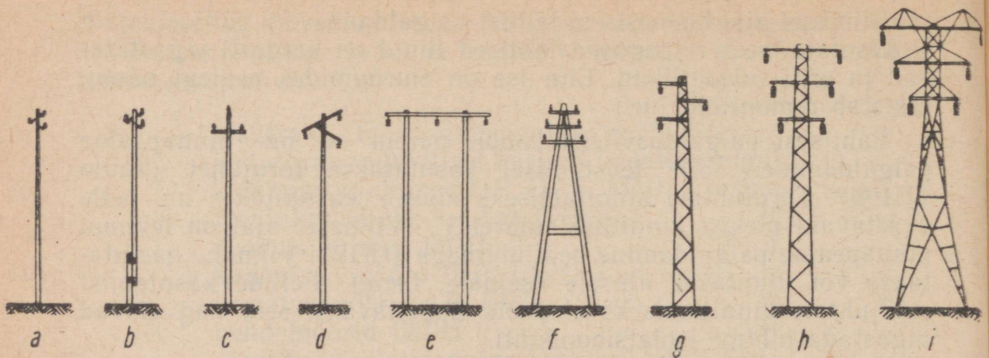
B. Isolaatorid.

Kandemastid. Juhtmed kinnitatakse kandemastidele. Kandemastide ülesandeks on hoida õhuliini nõutavas kõrguses maapinnast ja takistada juhtmete omavahelist kokkupuutumist. Mastide konstruktsioon ja tüüp olenevad pinge suurusest, masti materjalist, juhtmete materjalist ja tugevusest ning liini asukohast.

Kandemastide valmistamiseks kasutatakse peamiselt puitu. Kõrgemate pingete (üle 154 kV) puhul kasutatakse kas raudsõrestik- või raudbetoonmaste. Puitmastide kõrgus on 4,5—13 m, mastidevaheline kaugus 50—100 m.

Liini pöördepunktidesse paigutatakse liini tõmmet tasakaalustavad nurkmastid. Liini kindlustamiseks kasutatakse teatavates punktides (näit. liini lõpul, ristmel jne.) nn. ankrumaste. Madalpingeliinidel on lihtsaimaks ankrumastiks A-kujuline mast. Liini sirges osas paigutatakse ankrumastid vähemalt iga 3 km järel.

Kõrgepingeliini mastide puutumine niiske ilma ja vihma puhul on keelatud, sest niiske post võib teataval määral elektrit juhtida.



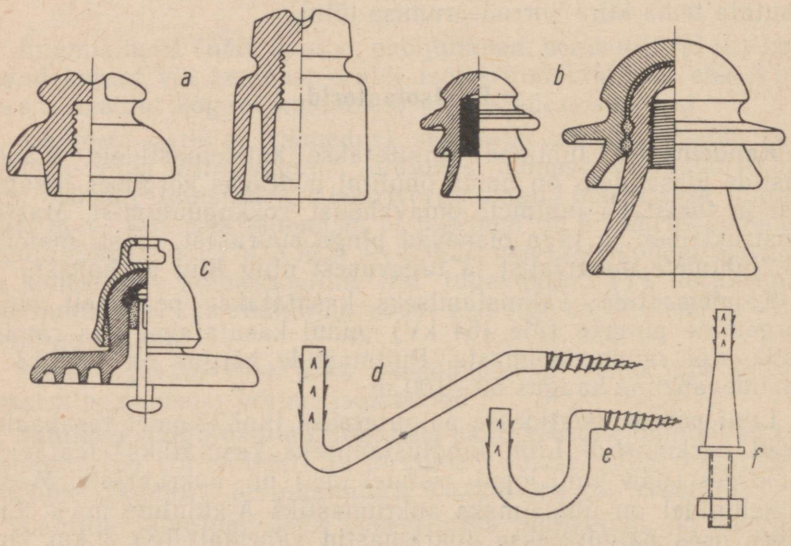
Joon. 284. Õhuliinide kandemastid.

a — harilik puitmast; *b* — tüvitulbaga puitmast; *c* — puitmast isolaatoritega tugedel; *d* — puitmast traversi ja ripp-isolaatoritega; *e* — П-kujuline mast; *f* — A-kujuline puitmast; *g* — kitsas raudsõrestik-mast; *h* — raudsõrestik-mast kuuele juhtmele; *i* — laibaasiga raudsõrestik-mast.

Liini-isolaatorid. Välisliinides kinnitatakse juhtmed kandemastidele isolaatorite abil. Isolaatori kujust, materjalist ja välisvormist oleneb isolaatori isoleerimisvõime ja mehhaaniline tugevus (isolaator ei tohi juhtme tõmbe mõjul puruneda).

Isolaatoreid valmistatakse portselanist ja klaasist. Viimaseid kasutatakse vähem.

Liini-isolaatorid jaotatakse tugi- ja rippisolaatoriteks. Viimaseid kasutatakse 35 kV ja suuremate pingetega koormatud liinidel.



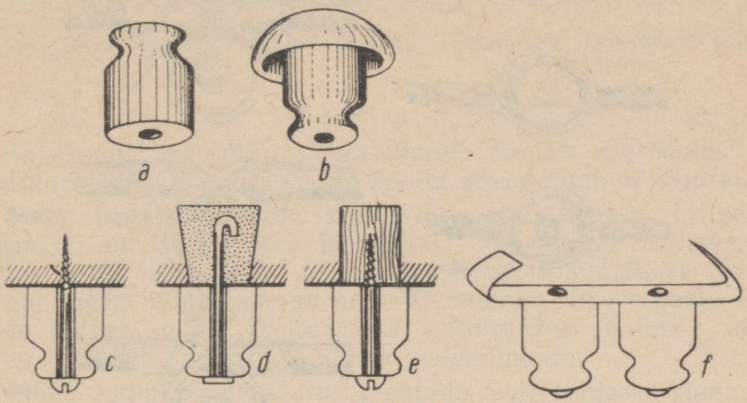
Joon. 285. Liini-isolaatorid.

a — madalpinge isolaatorid; *b* — tugiisolaatorid; *c* — rippisolaator; *d* — kõrgepingeisolaatori konks; *e* — madalpingeisolaatori konks; *f* — isolaatoritugi.

Kõrgepingeisolaatorid valmistatakse sagedasti mitmest osast, kusjuures osad liidetakse erilise kitiga.

Isolaatorid kinnitatakse kandemastidele isolatsioonikonksude ja isolaatoritugede abil. Juhtmete ja kandekonstruktsioonide vaheline minimaalne õhuvahe peab olema 7 mm iga 1 kV kohta, kuid mitte vähem kui 15 cm.

Rullid. Siseruumides lahtiste liinide ülesseadmisel, samuti ka õppeotstarbel valmistatavates installatsioonimakettides kasutatakse portselanist isoleer-rulle.



Joon. 286. Rullid ja nende kinnitamine.

a — harilik portselanrull; *b* — mantelrull (niiske ruumi laes kasutamiseks); *c* — kinnitamine kruviga puitalusele; *d* — kinnitamine naelaga tsemendi või kipsiga täidetud müüriavasse; *e* — kinnitamine kruviga puit-tüüblisse; *f* — kinnitamine seina sisse müüritava klambertüübliga.

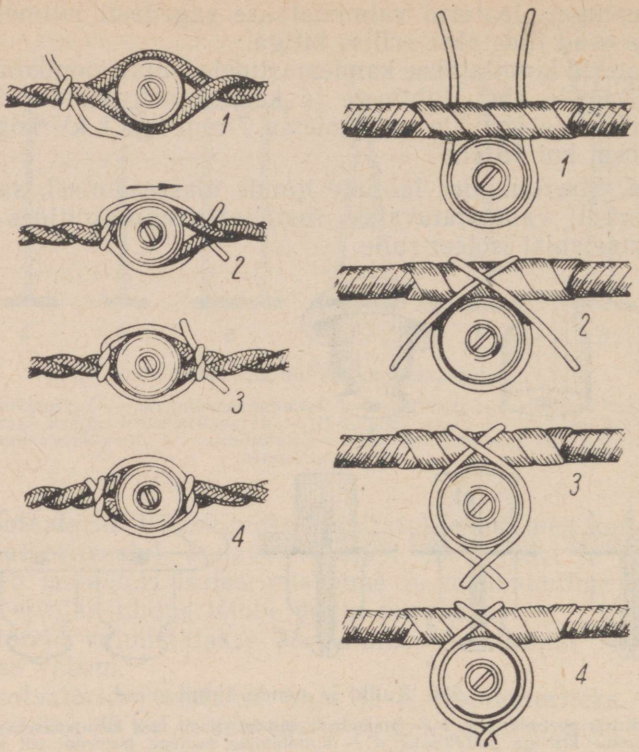
Rullid kinnitatakse seinale läbi rulli ulatuva puidukruvi abil. Eelistatud on ümarpeaga kruvid, sest harilik süvispeaga kruvi lõhestab rulli kergesti. Kui rull kinnitatakse müüri või valatud seina, tuleb seina raiuda auk ja kasutada rulli kinnitamiseks tüübleid. Raudtaladele kinnitatakse rullid vitsrauast klambritega. Rullide vahemaa on 0,8—1,0 m.

Juhtmed seotakse rullidele peenikese vasktraadi, alumiiniumtraadi või tõrvanööri abil. Isolatsiooni-vigastuste vältimiseks kaetakse juhe sideme kohal isoleerpaelaga.

Rullidele kinnitatud juhtmestiku allatoomiseks lüliteisse, pistikupesadesse jne. tuleb kasutada põrandast kuni 2,6 m kõrguseni kuulot, bergmanntoru või terastoru. Samuti toimub seintest läbiviimine bergmann- või kummitoru abil.

Isoleertorud. Isoleertorudena kasutatakse bergmanntoru, (immutatud papptoru pealevaltsitud plekk-kestaga), gaasitoru (tavaline raudtoru) ja kummitoru.

Kõige sagedamini kasutatakse installatsioonitöödes bergmanntoru, mille sisemine läbimõõt on kas 9, 11, 13, 16, 23 või 29 mm.



Joon. 287. Juhtmete sidumine rullile.

Müügil on torud tavaliselt 3 m pikkustes tükkides, kusjuures igal torul on ühes otsas jätkamismuhv.

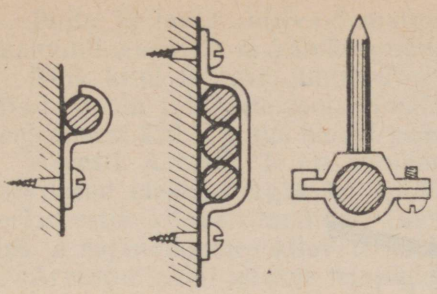
Torud kinnitatakse seinale vastavate klambrite (pellide) abil. Pellikruvi asetseb tavaliselt allpool toru. Pellide vahemaa on 80—100 cm.

Bergmanntoru tükeldamiseks lõigatakse toru noaga risti läbi. Juhtmete jätkamine torudes pole lubatud. Juhtmete jätkamist võib teha ainult harukarpides.

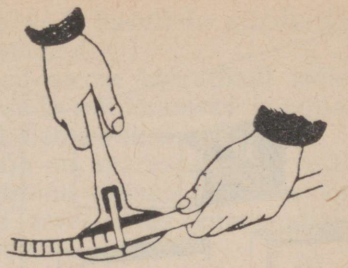
Pinnapealsel paigaldamisel tõmmatakse juhtmed torusse enne torude painutamist ja kohale asetamist. Sissetõmbamiseks kasutatakse 3—5 mm laiust teraslinti või tavalist 1—2 mm läbimõõduga terastraati.

Süvistatud paigaldamisel asetatakse torud kohale enne seina krohvimist või juba krohvitud seina puhul selleks raiutud süvistesse. Torude kinnitamine toimub siin tavaliselt naelte abil. Süvistatud paigaldamisel tõmmatakse juhtmed torusse pärast torude kohale asetamist.

Isoleertoru painutatakse vastavate tangide abil nii suure kaarega, et see ei takista juhtmete läbitõmbamist.



Joon. 288. Toru kinnitamine pellide abil.



Joon. 289. Isoleertoru painutamine.

Torutraadi või kuulo paigaldamine vastab üldjoontes bergmanntoru paigaldamisele, kuid kuulot süvistatuna ei kasutata.

Muud isolatsioonimaterjalid. Kõige vajalikumaks isoleerimisvahendiks on isoleerpael. Isoleerpael on müügil rullides, kusjuures paela laius on 1—5 cm. Isoleerpael tõmmatakse vajalikul hulgal rullist lahti vahetult enne kasutamist. Isoleerpaela ei tohi hoida kuivas kohas. Isoleerpaela kasutatakse juhtmete lahtiste otste, jätkukohtade ja ühenduste isoleerimiseks.

Mõnel puhul on praktiline kasutada isoleerimiseks kummikilet, parafiinis immutatud paberit või pappi.

Elektrilistes soojendusriistades (elektripliit, triikraud jne.) võib isoleermaterjalina kasutada protselanplaate, portselantorukesi või -lülisid, asbestpappi või asbestnööri ja vilgukivi.

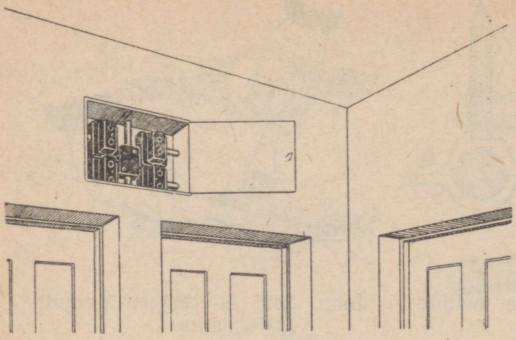
C. Jaotusseadmed.

Elektrienergia juhtimisel on vajalik juhtmete jaotamine üksikuteks harudeks. Seadmeid, mille kaudu ja mille abil teostatakse juhtmestiku jaotamist, nimetatakse jaotusseadmeiks.

Voolu jaotuspunkt. Juhtmete sisendus lõpeb majaühenduskilbi või majaühenduskastiga. Majaühenduskast kujutab endast metallist või plekiga ülelöödud laudadest tehtud ja seinale kinnitatud kappi, kuhu on paigutatud vajalikud voolu- ja jaotamisseadmed. Tavaline elamu majaühenduskast sisaldab ainult kaitsmeid. Sageli paigutatakse aga sinna ka magistraalliinide kaitsmed. Sel puhul nimetatakse seadist voolu jaotuskilbiks.

Kui ühe maja abonentide voolutarvidus on nii suur, et see ületab normaalkoormuse (juhtmete jämedust arvestades), siis asetatakse majja mitu jaotuskilpi.

Jaotuskilbi seadmed peaksid olema varustatud nimesiltidega, kus oleks märgitud, millise ruumi või piirkonna jaoks need on



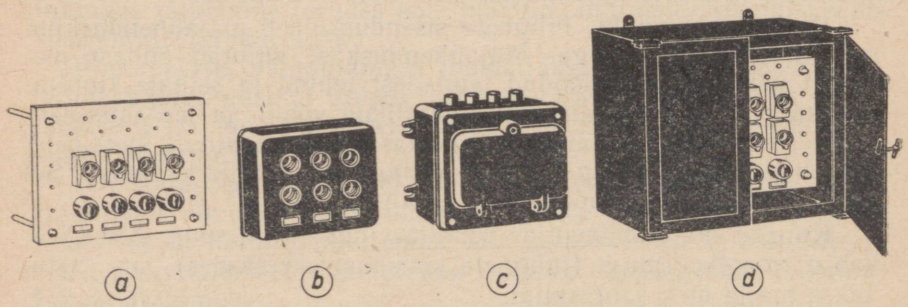
Joon. 290. Jaotuskilp trepikojas.

määratud. Nimesilte võib asendada ka lülitusskeem, kus peale muu võiks olla märgitud vajalike kaitsmete tugevus.

Jaotuskilbi seadmed kaetakse sellekohaste plekist katetega, kusjuures majaühenduse kaitsmete ja vooluarvestite katted plommitakse kinni elektrienergiat jaotava ja arvestava asutuse poolt. Kui liinidele seatakse üles ainult plekk-kattega kaitse elemendid ja harukarp, siis on tegemist mitte jaotuskilbiga, vaid jaotuspunktiga.

Tavalises jaotuskilbis paigutatakse kõik seadmed ühisele plekkalusele. Praktiline on valmistada lülitustahvli šabloon, selleks laotakse kõik vajalikud seadmed papptahvlile, mille suurus vastab kilbi suurusele. Papil märgitakse ära kõik kinnituspoltide augud ja juhtmete läbiviimise avad. Nii saadud šablooni järgi märgitakse ja tehakse plekktahvel valmis. Kilp värvitakse tavaliselt mustaks.

Nägususe kui ka praktilisuse mõttes on soovitav jaotuspunkti kilp teha kahekordne. Kõik käsitsetavad seadmed ja seadmeosad asetsevad kilbi peal, juhtmed ühendustega aga kilbi all.



Joon. 291. Mitmesuguseid jaotuskilpe.

a ja *b* — lihtne jaotuskilp; *c* — jaotuskilbi malmkaitse; *d* — jaotuspunkt seinakapis.

Puitu ja muid süttivaid materjale võib kasutada ainult kilbi raamimisseadmeis ja kandekonstruktsioonides.

Kõik kilpi läbivad juhtmed peavad olema korralikult isoleeritud. Voolu juhtivate isoleerimata osade minimaalsed kaugused teineteisest 220 V pinge korral peavad olema vähemalt 15 mm.

Arvesti. Arvesti või nn. voolumõõtja on aparaat, mis arvestab tarvitatud elektrienergia hulka. Mõõtmine toimub tavalises korteriarvestis kilovatt-tundides (mõnes arvestis ka kümnendikkudes ja sajandikkudes kilovatt-tundides).

Arvestid paigutatakse kinniplommituna jaotuskilbile. Mitme korteriga elamutes paigutatakse jaotuskilbile ainult üldkasutatava energia (numbrilamp, esikuvalgustus, keldrivalgustus, veepump jm.). Majaühenduskastist algavad magistraalliinid lõpevad tavaliselt arvestiga, mis arvestab ainult ühe abonendi poolt kasutatud energiat (nn. korteri- või abonendiarvestid).

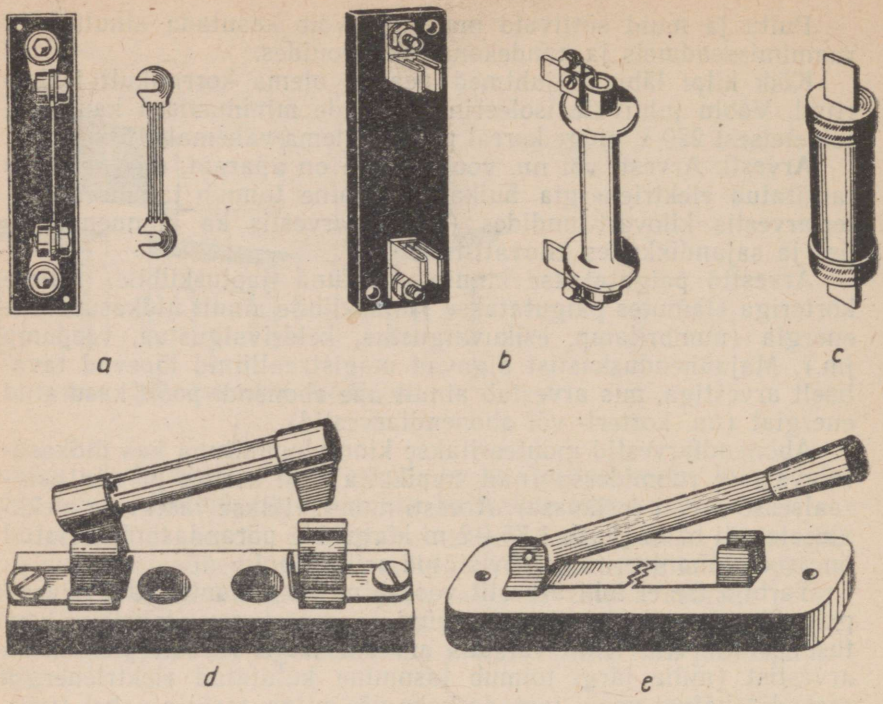
Abonendiarvestid monteeritakse kinniplommituna kas üldkasutatavatesse ruumidesse (näit trepikotta) või korteri mõnda neutraalsesse ruumi (esikusse). Arvesti monteeritakse vastavale plekkalusele, nii et ta jääks 1,75—2 m kõrgusele põrandast. Eelistatud on arvesti monteerimine süvistatud seinakappi.

Tarbija ise ei tohi arvestit vooluliini sisse monteerida. Arvesti paigaldatakse elektrienergia müügi ja arvestusega tegeleva asutuse poolt. Kui tekib vajadus arvestusasutuse poolt plommitud arvestist (mille järgi toimub tasumine kulutatud elektrienergia eest) läbikäivat voolu jaotada kahe või mitme tarbija vahel (näit. juhul, kui ühes korteris eluneb mitu perekonda), võib kasutada nn. vahearvestit. Sellise arvesti plommimine ei ole vajalik ja selle ülespanemine võib toimuda iga installatsioonitööd tundva isiku poolt. Loomulikult tuleb ka vahearvesti lülitada kõigi installatsioonireeglite kohaselt. Elektrienergia eest tasu arvestamine toimub põhiarvesti järgi, vahearvesti on vajalik ainult selleks, et tasutavat summat jaotada üksikute elanike vahel vastavalt kulutatud energiahulgale.

Kaitsmed. Elektrivoolu kasutamisel võib esineda liini ülekoormuse tõttu juhtmete ja seadmete kuumenemine. Temperatuur võib seejuures tõusta nii kõrgele, et juhtmete isolatsioon rikneb või süttib ja aparaadid ning juhtmed põlevad läbi. Selle tagajärjeks võib olla tulekahju. Teiseks vooluliini riknemise ning õnnetuste põhjuseks võib olla juhtmete otsese kokkupuutumise või teiste voolu juhtivate esemete kaudu tekkiv lühis. Nende kahjulike nähtuste vältimiseks on vooluringi ühendatud kaitsmeid.

Kaitsmed jagunevad oma ehituselt: sädevahe-kaitsmeteks, sulavkaitsmeteks ja väikekaitselülititeks.

Sädevahe-kaitsmeid kasutatakse peamiselt välisvooluliinides pikse vastu. Kaitse koosneb kahest teineteisele õige lähedale asetatud metallplaadist, mis mõnikord on teineteisest eraldatud materjaliga, mille takistus pinge tõusul väheneb. Lihtsaim igapäevases elus kasutatav sädevahe-kaitse on raadioaparaadi piksekaitse.



Joon. 292. Kaitsmed.

a — ribakaitse; *b* — lahtine torukaitse; *c* — kinnine torukaitse; *d* — nugakontaktidega torukaitse; *e* — sädevahe-kaitse.

Sulavkaitsmed jagunevad oma ehituselt ribakaitsmeteks, torukaitsmeteks ja keermekaitsmeteks. Ribakaitsmeid ja torukaitsmeid kasutatakse kõrgemate pingete puhul (näit. transformaatoreis, tehase elektrisõlmedes jne.).

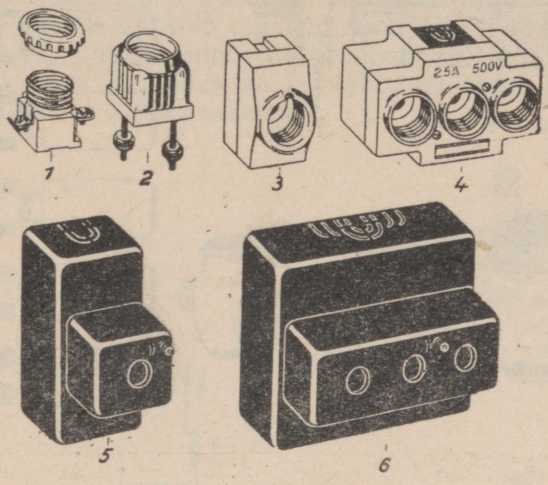
Madalpingeseadmete juures kasutatakse peaaegu eranditult keermekaitsmeid nende käsitsemise lihtsuse ja samuti ka ohutuse tõttu. Keermekaitsmeid on kahte tüüpi: korkkaitsmed ja padrunkaitsmed. Keermekaitsmete tähtsamaks osaks on peenike traat, mis voolu ülemäärasel suurenemisel sedavõrd kuumeneb, et sulab ära. Mida tugevamat voolu kasutatakse, seda jämedam peab olema kaitsme traat. Sellest lähtudes valmistatakse tavalises installatsioonis kasutatavad korkkaitsmed ja padrunkaitsmed 2—20 A voolu jaoks.

Keermekaitsmed keeratakse kaitsmepessa. Et takistada ettenähtust suuremate kaitsmete kasutamist, keeratakse pesa põhja nn. sobituskruvi.

Kaitsmepesa põhjas olev sobituskruviga kontaktliist ühendatakse alati energiaallikaga ühenduses oleva juhtmega, kaitsmepesa keermega kontakt tarbija poole kulgeva juhtmega.

Keermekaitsmest on lihtsaim korkkaitse (joon. 294). See koos-

neb portselankehast *1*, mis on varustatud metallist otsakontaktiga *5* ja keermekontaktiga *2*. Need kontaktid on omavahel ühendatud portselankeha *1* sees kulgeva peenikese sulavtraadiga *3*. Tavaliselt on kaitsekorgi pea *4* varustatud vilgukivist aknakesega *5*, millest on näha, kas sulatraat on terve.



Joon. 293.

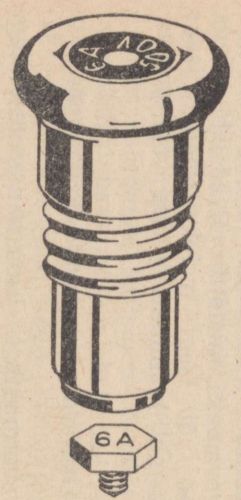
1 — sisseehitatav kaitsmepesa koos kaitsmerõngaga; *2* — lülituskilbile monteeritav kaitsmepesa; *3* — ühepooluseline kaitsmepesa; *4* — kolmepooluseline kaitsmepesa; *5* ja *6* kinniplommitav kaitsmepesa.

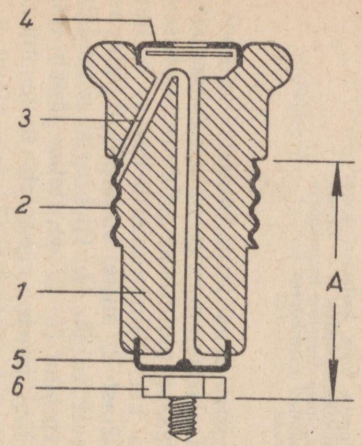
Padrunkaitse (joon. 295) koosneb peast ja padrunist. Pea koosneb metallkeermega varustatud portselan- (ka bakeliit-) torust, mille ülaotsas on aknake. Peasse pistetakse sobivas suuruses kaitsepadrun, millega koos pea keeratakse kaitsmepessa. Kaitsmepadrun koosneb portselankehast *2*, mille õõnsuses *5* asuvas kvartsiliivas kulgeb 2 sulavtraati (*3* ja *4*). Üks neist ühendab padruni otstes asuvaid kontaktpindu (*6* ja *1*), teine hoiab nn. märkläätse *7*. Kui sulavtraat läbi põleb, vabastab teine traat märkläätse märgiks, et kaitse on läbi põlenud.

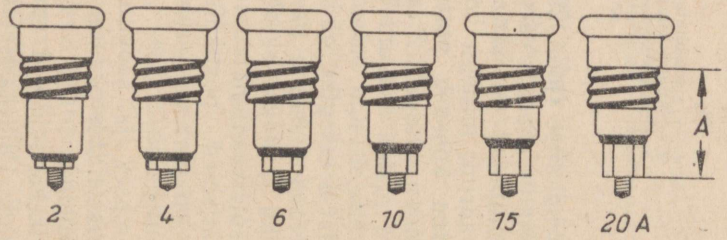
Keermekaitsmete parandamine kontaktide ühendamise teel juhusliku traadiga ei ole lubatud, sest juhuslikult võetud traat võib osutuda ettenähtust tugevamaks, mistõttu võivad läbi põleda majakaitsmed, postikaitsmed või isegi trafokaitsmed. Lisaks sellele on parandatud kaitse ohtlik inimesele ning võib põhjustada tulekahju.

Viimasel ajal soovitatakse koondada pistikupesade rühm omaette, sest nende kaudu on lühised ja rikked sagedasemad kui lambirühmas.

Väikekaitselülitid (nn. «automaatkork») on kaitsmetest kõige paremad. Väikekaitselülitil on elektromagnetiline seadis voolu

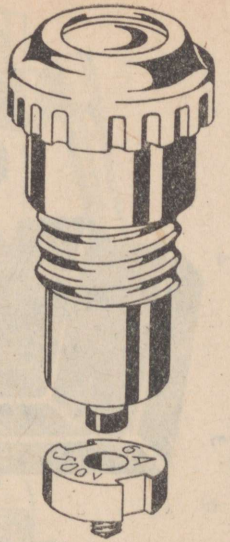


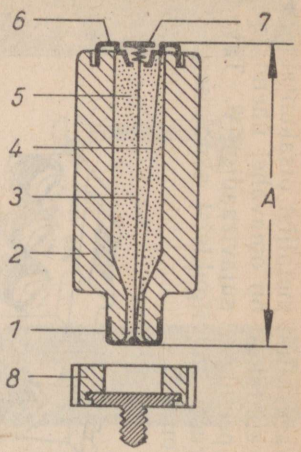


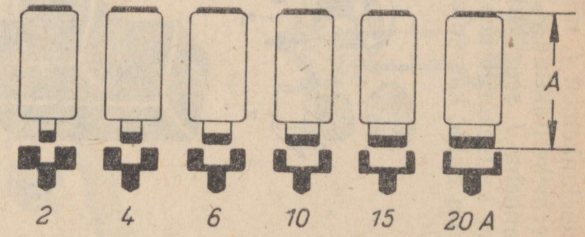


Joon. 294. Kaitsekork ja sobituskruvid.

1 — portselankeha; *2* — plekist keermehülss; *3* — sulav traat; *4* — plekist kaaneke; *5* — kontaktjalg; *6* — sobituskruvi; *7* — kaitsekorgid mitmesugustele voolutugevustele; *A* — konstantseks jääv pikkus.





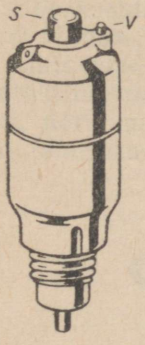


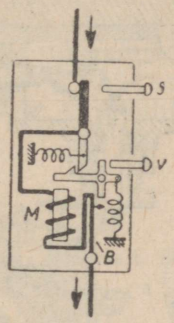
Joon. 295. Padrunkaitse ja sobituskruvi.

1 — kontaktjala plekk-hülss; *2* — padruni portselankeha; *3* — märkläätse hoidetraat; *4* — sulav traat; *5* — liiv; *6* — kontaktkübar; *7* — märkläätse vedruga; *8* — sobituskruvi portselankrae; *9* — kaitsekorgid mitmesugustele voolutugevustele; *A* — konstantseks jääv pikkus.

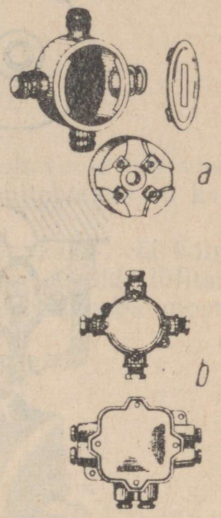
väljalülimiseks lühise (liini liigkoormuse) korral. Lisaks sellele on kaitselülitis kasutatud elektrotermilist seadist, mis reageerib liigkoormuse korral teatud viivitusega. Seega ei lülita kaitse voolu välja lühiajalise liigkoormuse (voolutõuke) korral.

Väikekaitselüliti poolt ülekoormuse tõttu väljalülitatud voolu võib sisse lülitada nupu *S* sissevajutamisel. Et anda aega termilise seadme jahtumiseks, võib tagasilülitamine toimuda alles mõne aja möödumisel. Lühise puhul väikekaitselüliti tagasilülitamine pole võimalik enne, kui lühis on kõrvaldatud. Nupu *V* abil võib väikekaitselüliti viia katkestusseisu.





Joon. 296. Väikekaitselüliti.
M — elektromagnet; *B* — termiline väljalülitamisseadis; *S* — sisselülitamise nupp; *V* — voolu väljalülitamise nupp.



Joon. 297. Mitmesuguseid harukarpe.
a — süvistatav harukarp koos klemmirõnga ja kaanega; *b* — niiskusekindlad harukarbid.

Kaitsmed paigutatakse a) majaühenduse lõppu majaühenduskilbil, b) iga magistraalliini algusesse jaotuskilbil, c) arvestit läbinud liinile, d) pistikupessa. Viimast kasutatakse nende pistikupesade juures (või ka sees), kus esineb sagedasti lühiseohtu või ülekuumenemist, näit. elektriahjude, kaitseseadeldiste jne. juures.

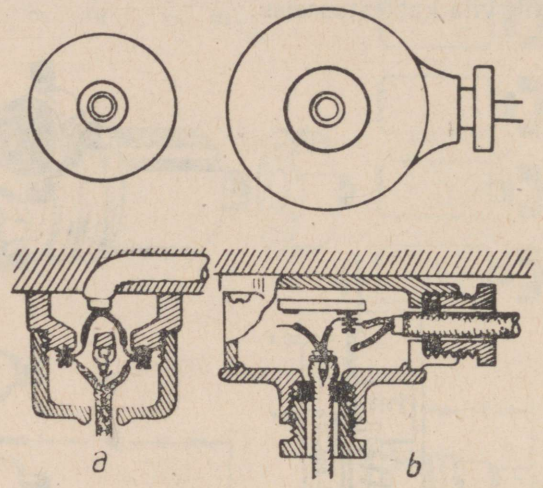
Raadioaparaatidel ja televiisoritel on sisemised kaitsmed, mistõttu nende jaoks kasutatavate pistikupesade ette erikaitsmete ühendamine ei ole vajalik.

Kaitsmed ühendatakse vooluliini järjestikku.

Harukarp. Juhtmete jätkamiseks ja hargnemiseks tuleb kasutada harukarpe. Harukarbid võivad olla süvistatult seintesse paigutatud või pinnapealsed. Süvistatavad harukarbid koosnevad isoleervoodriga plekk-karbist, mille sees on portselanrõngas klem-

midega. Karp kaetakse plekist kaanega, mis peab jääma krohviga ühele tasapinnale. Harukarbid on varustatud toruotsmikkudega bergmanntoru ühendamiseks harukarbiga.

Süvistatud harukarpidena kasutatakse mõnikord lihtsaid plekist karpe, millel augud ja toru otsmikud puuduvad. Augud lüüakse vajaduse järgi sisse. Torud lükatakse monteerimise ajal 1—2 cm pikkuselt harukarbi sisse. Üleliigsed otsad lõigatakse noaga maha alles juhtmete torudesse tõmbamise eel, s. t. pärast krohvi kuivamist.



Joon. 298. Laerosett.

a — süvistatud juhtmele; *b* —pinnapealsele juhtmele.

Pinnapealsed harukarbid koosnevad portselanist alusest, millele on kinnitatud klemmid, ja portselankaanest.

Juhtmed jätkatakse harukarpides kruviklemmide abil. Harukarpide arv ja asetus tuleb valida selliselt, et ühe kontaktkruvi alla ei tuleks üle kolme juhtmeotsa. Juhtmeotste paigutamisel klemmikruvi alla peab lühiste vältimiseks juhtme isolatsioonikiht ulatuma klemmikruvini.

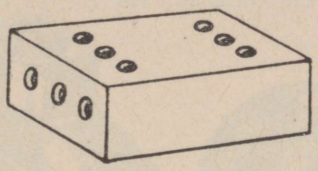
Harukarbid asetatakse seinale umbes 20—30 cm laest allapoole, nii et laekarniisi krohvimisel harukarp ei jääks krohvi alla. Samuti peab jälgima, et harukarp asetseks uste pealmisest piirlauast kõrgemal, muidu jääb harukarp tapeetimisel tapeedi alla.

Kõik liinides tehtavad juhtme jätkamised ja hargnemised tuleb teha harukarpides. Juhtme viimine tervelt läbi harukarbi on keelatud, sest hilisematel liini täiendus- ja korrastustöödel on niisugune läbiviidud juhe suureks takistuseks.

Niisketes ruumides (näit. saunas, pesuköögis) tuleb kasutada niiskusekindlaid harukarpe.

Juhtme (pendelnööri) allatoomiseks laest kasutatakse portselanist harukarpe pealekruvitava kaanega, mille keskel on ava juhtme jaoks. Selliseid harukarpe nimetatakse laerosettideks.

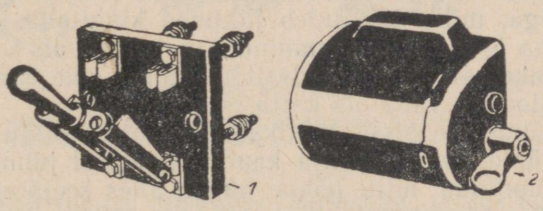
Juhtmete jätkamiseks ja jaotamiseks laearmatuuride juures kasutatakse nn. kuubikut. Kuubikuid valmistatakse ühe, kahe ja kolme juhtme jaoks.



Joon. 299. Kuubik kolmele juhtmele.

Lülitid. Lüliteid on mitmesuguseid, vastavalt voolu tugevusele ja selle kasutamise eriotstarbele. Installatsioonitehnikas on kasutusel vinnak-, karp- ja riistalülitid.

Lihtsamad vinnaklülitid valmistatakse ühe-, kahe- või kolmekontaktilistena. Kasutusel on nad tugevama voolu lülitamiseks, näit. majaühenduse väljalülitamiseks, kaevupumba mootori käivitamiseks jne.



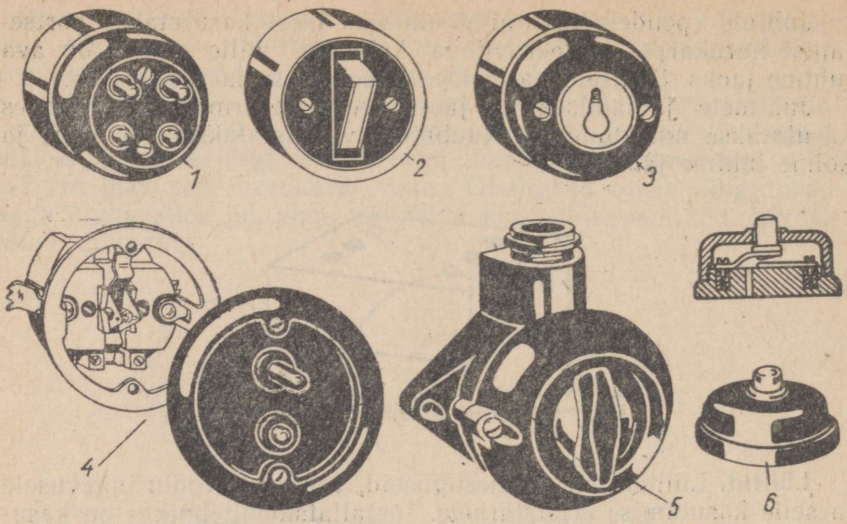
Joon. 300. Vinnaklülitid.

Vinnaklüliti peab alati olema kaitstud kattega, millest ulatub välja ainult lüliti käepide. Vinnaklüliti monteeritakse vooluliini nii, et lüliti noad jäävad väljalülitatud seisus pingetuks.

Karplülititeks nimetame lüliteid, mis on ehitatud bakeliidist või portselanist karbitaolisse kesta. Käsitsemisviisi poolest liigitatakse nad pöörd-, surve- ja kipplülititeks.

Lülitamisülesande järgi jagunevad lülitid lihtlülititeks ja rühma- ehk grupilülititeks. Viimaseid kasutatakse näit. ühe toa valgustamisel mitme lüliti abil, laearmatuuris või mitme lambigrupi süütamiseks jne.

Riistalüliteid kasutatakse mitmesugustele aparaatidele voolu sisselülimiseks. Riistalüliti ehitatakse tavaliselt aparaadiga jäigalt kokku, näit. elektripliidi, raadioaparaadi, tolmuimeja jne. juures.



Joon. 301. Karplülitid.

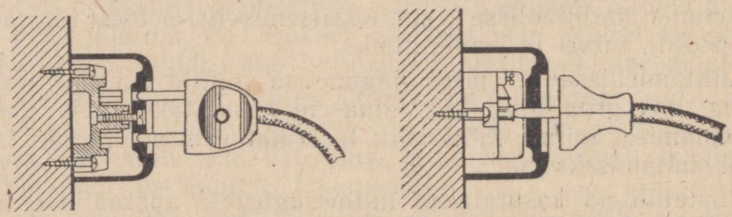
1 — surunupp rühmalüliti; *2* — kipplüliti; *3* — survelüliti; *4* — süvistatav surunupplüliti; *5* — niiskusekindel lüliti; *6* — nupplüliti.

Installatsioonitöödel tuleb peamiselt kasutada karplüliteid. Karplüliti katte eemaldamisel leiame selle põhjalt ühendusklemmid kruvidega, mille alla tuleb juhtmed kinnitada. Juhtmeotsad peavad olema isoleeritud klemmini. Kui juhtme ots vabastati isolatsioonist pikemalt ja selle edasitõmbamine pole enam võimalik, tuleb isolatsioonist vaba ots katta isoleerpaelaga.

Juhtmed tuuakse sisse lülitikaande tehtud sälgu või mõningate lülititüüpide juures põhja kaudu. Viimasel juhul tuleb juhtmed enne kinnitada lüliti põhja külge, alles seejärel kruvitakse lüliti seinale. Süvistatud (krohvialuste) lülitite puhul paigutatakse lüliti pappisolatsiooniga plekist karpi.

Lülitid ühendatakse vooluliini faasijuhtmesse ja faasijuhe viiakse lambipesa põhjakontakti külge. Sel teel välditakse elektrilöögi saamist lampide sissekeeramisel pessa.

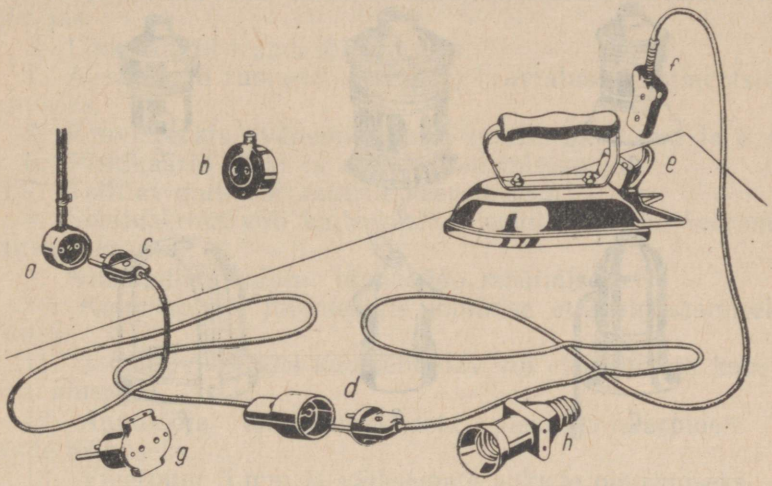
Pistikseadised. Pistikseadis koosneb pistikupesast ja pistikust. Pistikupesad (seinakontakt) võivad olla nagu lülitidki pinnale



Joon. 302. Lihtpistiku skeem.

asetatavad või süvistatavad. Pistikuseadised peavad olema käsitsemisel täiesti ohutud.

Pistikupesa koosneb tavaliselt portselanist või bakeliidist põhjast, millele on kinnitatud kruviklemmid juhtmete kinnitamiseks ja kaks torutaolist kontakti. Pistikupesa on kaetud kaanega, milles asetseb kaks ava pistiku kontaktide sisseviimiseks. Pistikupesa kaas on ehitatud nii, et see takistab pistiku torkamist pessa ühte haru pidi.



Joon. 303. Pistikseadised.

a — seinapealne pistikupesa; *b* — süvistatav pistikupesa; *c* — pistik; *d* — sidurpistikseadis; *e* — riistapistik; *f* — pistepesa; *g* — jagajapistik; *h* — vahepesa.

Pistik peab olema niisuguse ehitusega, et pistiku kontaktide sisseviimisel pistikupessa käsi ei puutuks vastu juhet.

Peale seinale kinnitatavate pistikupesade (joon. 303, *a* ja *b*) kasutatakse veel sidurpistikupesi (joon. 303, *d*) pikendusjuhtmete ühendamiseks riistajuhtme pistikuga, pistepesa riista (keedukannu, triikraua) sisse süvistatud pistiku ühendamiseks riistajuhtmega (joon. 303, *e* ja *f*) jagajapistikut püsivast pistikupesast võetava voolu jaotamiseks kaheks või kolmeks haruliiniks (joon. 303, *g*) ning lambi ja pistiku vahepesa (rahvakeeles «vargapesa») (joon. 303, *h*) voolu võtmiseks lambi juurest tavalise seinakontakti puudumisel.

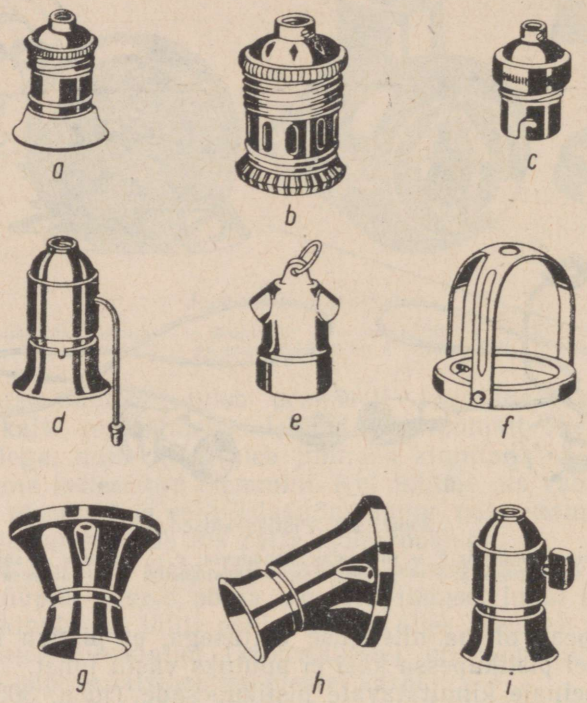
Pistikupesad ühendatakse vooluvõrgu juhtmeisse paralleelselt. Sulavkaitsmega pistikupesades ühendatakse kaitsetraat faasijuhtmega.

Lambipesad. Installatsioonitööde juures kasutatakse tavalisi keermega lambipesi. Vastavalt kasutamise otstarbele liigitatakse pesad seina-, lae-, ripp- ja armatuuripesadeks.

Lambipesad on lahtivõetavad ja sisaldavad kahte kruviklemmi

juhtmeotste ühendamiseks. Üks kruviklemmidest on ühendatud pesa põhjaga, mille vastu puutub elektrilambi põhjakontakt, teine külgkeermega, mille kaudu saavutatakse kontakt lambi külgkeermega.

Üle 300 W hõõglampide jaoks kasutatakse nn. koljatpesi hoopis jämedama keermega. Kõik lambipesade ja lampide keermed on standardiseeritud, s. t. kõik tehased valmistavad pesi ja lampe keermega, mis sobivad mis tahes tehase lampidele ja pesadele.



Joon. 304. Mitmesuguseid lambipesi.

a — tavaline lambipesa portselanist kaitserõngaga; *b* — koljatpesa; *c* — svanpesa; *d* — tõmbelülitiga bakeliitpesa; *e* — riippesa; *f* — kuplihoidja; *g* — laepesa; *h* — seinapesa; *i* — pöördlülitiga pesa.

Peale keermega lambipesade kasutatakse veel nn. svanpesi, (joon. 304, *c*), eriti rappuvates kohtades, näit. autodel, raudteerongidel jne.

2. Tööriistad installatsioonitöödeks.

Tööriistad lihtsamateks installatsioonitöödeks. Lihtsamateks installatsiooni- ja parandustöödeks on vajalikud järgmised tööriistad.

1. Nuga peenema juhtme lõikamiseks ja isolatsiooni kõrvaldamiseks. Nuga ei tohi olla eriti terav.
2. Montööritangid (lamemokktangid, kombineeritud tangid) juhtme painutamiseks, nurkade moodustamiseks, traadi lõikamiseks jne.
3. Lõiketangid traadi lõikamiseks.
4. Aasatangid (ümarmokktangid) kruvialuste juhtmeotste keeramiseks.
5. Kruvikeeraja (vähemalt kahe suurusega 3 mm ja 8 mm).
6. Plekikäärid pleki ja pellide lõikamiseks jne.
7. Tellitav mutrivõti mutrite keeramiseks.
8. Sobituskruvi võti kaitsekorkide sobituskruvide keeramiseks kaitsmepesades.
9. Nihkkaliiber juhtme läbimõõdu mõõtmiseks.
10. Kolmkantviil juhtmeotste jootmise ettevalmistamiseks jt. töödeks.
11. Jootetõlvik (tulel kuumendatav või elektritõlvik koos vastava alusega).
12. Augulööja toruotsmikkudeta plekk-harukarpidele toruavade löömiseks.
13. Vikerpuur 5 mm ja väiksemate aukude puurimiseks.
14. Haamer (300—500 g).
15. Mõõdulint (2 m).

Ülaltoodud tööriistu peaks koolil olema nii palju, et normaalne töögrupp (10—15 õpilast) saaks takistusteta teha plaanis ettenähtud töid.

Tööriistad suuremateks installatsioonitöödeks. Neid tööriistu koolitundides praktiliselt ei kasutata, küll aga tutvustatakse õpilasi nende otstarbega. Klassivälise töö juures läheb neid tööriistu ka vaja.

1. Isoleertoru painutustangid (vähemalt kahes suuruses, kuulole 5 mm ja bergmanntorule 11 mm).
2. Naelatangid.
3. Palgipuur (läbimõõt 18—22 mm, pikkus vähemalt 450 mm) seinte läbistamiseks ja isolaatorikonksude aukude puurimiseks.
4. Poolõõnes puidupeitel isoleertoru-rennide raiumiseks.
5. Kivipuurid tüübliaukude puurimiseks kiviseina ja müüride läbimiseks.
6. Kivimeisel isoleertorude rennide raiumiseks.
7. Kellu krohvipindade parandamiseks.
8. Terasspiraal juhtmete tõmbamiseks torudesse.
9. Pingeindikaator.
10. Kuuloõgvendaja.

11. Käsipuurmasin.
12. Spiraalpuure mitmesuguse läbimõõduga.
13. Rauasaag torude ja kaablite tükeldamiseks.
14. Keermepuurid ja keermepakid (koos hoidjatega) gaasi- ja soomustorude keermete lõikamiseks.
15. Torutangid gaasi- ja soomustorude paigaldamiseks.
16. Kruvikaliiber (mikromeeter-kruvi) peenemate juhtmete (näit. sulavkaitsmete, mähiste jne.) mõõtmiseks.
17. Lauakruustangid.
18. Jootlamp soojendamiseks ja kuumutamiseks.
19. Kantavad kruustangid raudtorutöödeks.
20. Vesilood.
21. Terashari rooste ja kõntsa kõrvaldamiseks.
22. Ronimisrauad välisliinil posti otsa ronimiseks.
23. Tali juhtmete pingutamiseks.

Viimases järgus märgitud tööriistu ei tarvitse koolile rohkem hankida kui 1 eksemplar igaühest. Kui koolil märgitud tööriistad puuduvad, siis tuleks õpilasi nendega tutvustada lähemas alajaamas või liinibrigaadis.

3. Praktilised tööd väikepingega.

Et võrguvool, mille pinge ulatub üle 60 V, on elukardetav, ei ole õige õpilastega asuda tööle ja katsete juurde, milles vajatakse valgustusvõrgu voolu. Esimesed teadmised ja oskused tuleb õpilastele anda praktiliste tööde juures väikepingega. (Väikepinge ei ületa 35 V).

Juhtmed. Väikepingetöödes kasutatakse nõrga isolatsiooniga juhtmeid: lakktraati ja kellatraati. Juhtmete jämedus ei ületa 0,5 mm. Tavaliselt kasutatakse ühekordse puuvillisolatsiooniga (ПБО), kahekordse puuvillisolatsiooniga (ПБД), ühekordse siidisolatsiooniga (ПШО), kahekordse siidisolatsiooniga (ПШД), plastmassisolatsiooniga (ПМВ) jt. juhtmeid.

Vooluallikad. Väikepingetöödes kasutatakse vooluallikana tavalist taskulambi patareid pingega 4,5 V. Taskulambi patarei mahtuvus on 0,5 ampertundi. Aja jooksul patarei mahtuvus ja pinge langevad elementides asetseva elektrolüüdi kuivamise tõttu. Tavaliselt on patarei iga 6 kuud. Seepärast märgitakse patareile tema valmistamise aeg. Võib kasutada ka suurema mahtuvusega eriotstarbelisi kuivpatareisid.

Patarei ülaosas asetsevad kaks plekist kontakti. Nendest lühem on ühendatud söepulgakesega, seega pluss-elektroodiga, pikem tsink-kestaga, s. t. miinus-elektroodiga.

Taskulambi patarei annab alalisvoolu, kuid seadmed elektritöö õppimiseks on kohandatud vahelduvvoolule. Juhtmestiku ühendamine annab aga küllaldaselt kogemusi hilisemaks valgustusvoolu kasutamiseks vajalike ühenduste tegemiseks.

Vahelduvvoolu-allikana võib kasutada tavalist jalgrattageneraatorit.

Mugav on vooluallikana kasutada tuulegeneraatorit. Lihtsa tuulegeneraatori võib ise valmistada jalgratta-generaatorist, varustades generaatori tiiviku, ülekandeseadme ja mastiga.

Selliselt valmistatud vahelduvvoolu tuulegeneraatori kasutamine väikevoolu praktilistes töödes ei ole otstarbekohane. Voolu muundamiseks alalisvooluks on vaja lisaseadmeid. Seepärast on väikevoolutööde juures praktilisem akulaadimise tuulegeneraator, mis annab alalisvoolu. Müügil olevatel alalisvoolu tuulegeneraatoritel on kuni 100 W-ne võimsus. Nad on otstarbekad neis koolides, kus puudub elektrivalgustus, sest sellist generaatorit võib kasutada mõningal määral ka valgustamiseks.

Tuulegeneraatori vool ei ole stabiilne, seepärast tuleb voolu koguda akusse. Kõige levinumad on igapäevases kasutamises nn. plii- (seatina-) akud. Need koosnevad klaaspurgist, milles on väävelhappelahusesse asetatud vaheldumisi positiivsed ja negatiivsed tinaplaadid. Aku laadimisel muutub elektrienergia keemiliseks energiaks, mis aku kasutamisel (tühjenemisel) vastassuunalise keemilise protsessi juures muutub uuesti elektrienergiaks. Aku positiivsed plaadid on koondatud ühise klemmi alla märgiga +, negatiivsed märgiga —. Täislaaditud seatinaaku klemmide pinge on 2 V.

Tavaliselt on 2-voldine pinge liiga nõrk, seepärast koondatakse akupurgid patareiks. Neid ühendatakse vajaduse järgi kas paralleelselt või järjestikku.

Tuntumad on raadioakud (ühepurgilised, pingega 2 V) ja autoakud (kolmepurgilised, pingega 6 V, ja kuuepurgilised, pingega 12 V). Aku laadimine vooluvõrgust toimub alaldaja ja pingeregulaatori kaudu.

Aku muutub töökõlbmatuks, kui teda laadida liiga tugeva vooluga, kui kasutada liiga tugevat tühjendamisvoolu, kui happe tase langeb plaatide pealmistest äärtest allapoole (sel juhul tuleb lisada destilleeritud vett) ja kui aku jääb pikemaks ajaks seisma laadimata olekus. Kui on ette näha aku seismajäämine, siis kallatakse hape välja ja pestakse plaadid puhtaks, mille järel aku jääb kuivalt seisma. Aku elueale mõjub halvasti sagedane lühise tekkimine akuklemmide vahel.

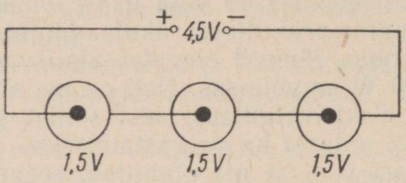
Tinaakude kõrval kasutatakse ka nn. raudnikkel-akusid. Nende positiivseks küljeks on see, et ülevoolu puhul ei esine riknemist nii kergesti ja aku võib laadimata seista pikemat aega. Kuid kahjuks on nende akude pinge väike (ca 1,2—1,3 V) ja praktiline kasutegur kõigest 50—60%.

Aku on taskulambi patarei kõrval praktiline vooluallikas väikepingetööde juures.

Ühendused. Et muuta mitmest elemendist või akupurgist koosnevast patareist saadava voolu tugevust või pinget, võib kasutada mitut erinevat ühendusviisi.

Järjestikku ühendamisel ühe elemendi (purgi) positiivne (+) klemm ühendatakse teise elemendi negatiivse (—) klemmiga.

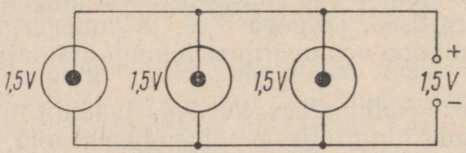
Järjestikkuse ühenduse puhul on patarei pinge võrdne kõikide elementide summaga. Kui näit. üks element annab 1,5-voldise pinge, siis ühendades 3 elementi järjestikku, saame 4,5-voldise pinge; 10 akupurki järjestikku annavad 20-voldise pinge jne.



Joon. 305. Elementide ühendamine järjestikku.

Kui ühendame kõigi elementide positiivsed klemmid omavahel ja negatiivsed klemmid omavahel, saame paralleelühenduse.

Paralleelühenduse puhul jääb pinge otsmiste klemmide vahel endiseks, voolutugevus aga suureneb vastavalt purkide või elementide arvule, millest patarei koosneb. Kui näit. üks element annab 0,3 A tugevust voolu, siis 3 elemendi ühendamisel saame voolutugevuseks 0,9 A.



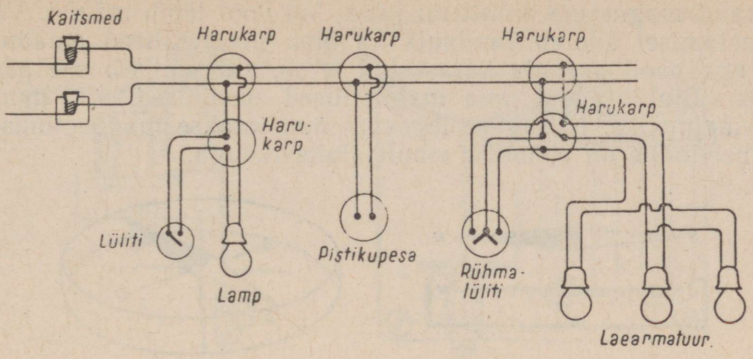
Joon. 306. Elementide ühendamine paralleelselt.

Segaühendust kasutatakse siis, kui on vaja muuta nii voolu pinget kui ka tugevust.

Ülalkirjeldatud ühendussüsteeme rakendatakse ka vooluvõrgust võetava elektrienergia kasutamisel. Reeglid voolu pinge ja tugevuse muutmise osas jäävad samaks.

Kõik lambid, aparaadid ja pistikupesad tuleb ühendada vooluvõrku paralleelselt, lülitid ja kaitsmepesad aga järjestikku.

Võrguvoolu puhul on vaja eraldada faas ja nulljuhe, patarei või aku kasutamisel pluss- ja miinusklemmid ning nendesse viidud ühendused. Parema eraldamise eesmärgil kasutatakse mitmevärvilisi juhtmeid.



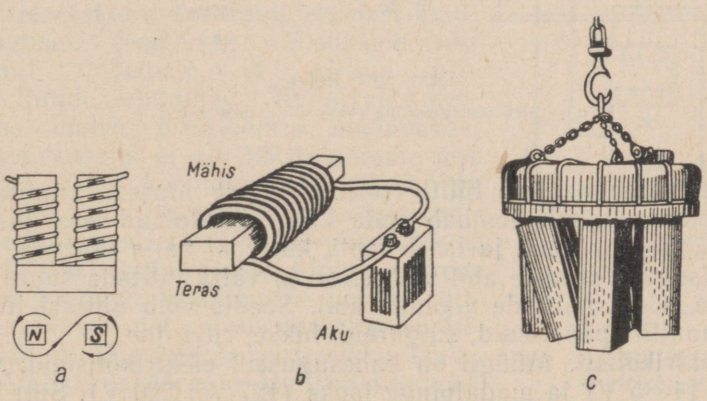
Joon. 307. Seadmete ühendamine vooluvõrguga.

Elektromagnet. Püsivmagnetiks nimetatakse terast, mis tõmbab külge rauda, terast, malmi jne. Et terasel tekiksid magnetilised omadused, peab ta mõnda aega asuma magnetväljas.

Kui mässida isoleeritud traati spiraalina ümber papptoru ja mähisesse lasta sisse elektrivool, siis tekib pooli sees ja ümber tugev magnetväli. Sellist seadist nimetatakse elektrotehnikas pooliks või solenoidiks. Kui niisuguse pooli ava lähedal hoida raudpulka, siis tõmbab pool raudpulga endasse, raudpulk ise aga magnetiseerub, s. t. muutub magnetiks. Sel teel valmistatud magnetit nimetatakse elektromagnetiks. Hoburauakujulise elektromagneti saamiseks võib kasutada kõverat rauda, millele mässitakse kaks pooli.

Elektromagneteid kasutatakse enamikus elektrimasinates ja seadistes (generaator, telegraafi-aparaat, elektrikõlisti, raadioaparaat, elektri-mõõteriist jt.).

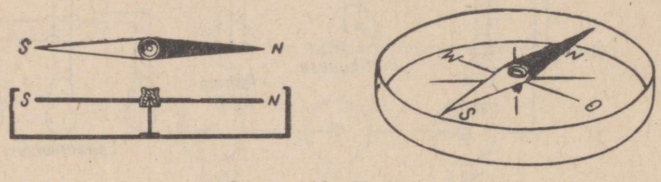
Kui solenoidi südamikuna kasutatakse pehmet rauda, siis töö-



Joon. 308. Elektromagnetid.

a — elektromagneti skeem; *b* — magneetimine; *c* — suure võimsusega tõstemagnet.

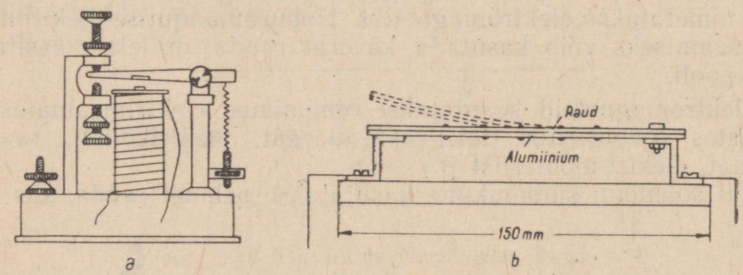
tab raud magnetina ainult nii kaua, kui vool läbib mähist. Voolu katkestamisel kaotab raudpulk ka oma magnetilised omadused. Kui aga pooli asetada karastatud teras, siis säilitab see pärast voolu väljalülitamist oma magnetilised omadused, s. t. muutub püsivmagnetiks. Niisugust tegevust nimetatakse magneetimiseks. Magneetimine on võimalik ainult alalisvooluga.



Joon. 309. Kompass.

Kompass. Kui võtta karastatud terasest plekk ja magneetida see elektrivoolu abil, siis võib valmistada lihtsa kompassi. Terasplekile on soovitav enne magneetimist lõikamise ja viilimise teel anda kompassinõela kuju, sest viiliga töötlemisel magnet nõrgeneb.

Pleki keskele lüüakse kärniga süvend nõelapesaks. Terasplekk (magnetnõel) tasakaalustatakse viilimise teel. Põhjaks võetakse plekist karbikaas, mille keskele joodetakse tinaga pool nööpnõela. Karbi põhjale liimitakse paber ilmakaartega.



Joon. 310. Relee.

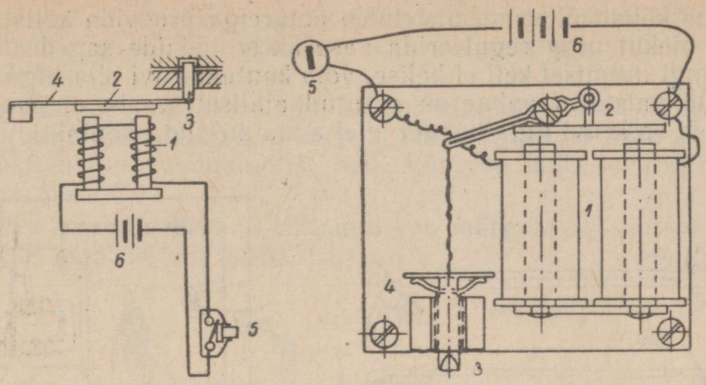
a — elektromagnetiline relee; *b* — termorelee.

Elektromagnetiline lüliti (relee). Puust alusele kinnitatakse elektromagnet, mis tõmbab enda külge raudplaadikese (ankru), kui mähises on vool, ja laseb lahti, kui vool välja lülitada.

Niisuguse seadise abil võib sisse ja välja lülitada suure tugevusega voolu nõrkade voolude abil. Seadis võib ühtlasi lülitada mehhaanilisi päästikuid, sulgureid, lukke, riive jne.

Elektrikõlisti. Müügil on kahesuguseid elektrikõlisteid: väikepinge (4—5 V) ja madalpinge jaoks (127 või 220 V). Siin kirjeldatud elektrikõlisti on mõeldud väikepingelisele alalisvoolule.

Elektrikõlisti peaosaks on elektromagnet, ankur ja kontakt-



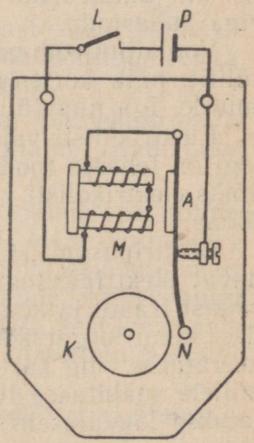
Joon. 311. Elektririiv.

1 — elektromagnet; *2* — ankur; *3* — riiv; *4* — vedru; *5* — lüliti; *6* — vooluallikas.

kruvi. Ankur on ühendatud ühest otsast vedru abil hoidja külge, teises ankru otsas on vasarakene, mis ankru edasi-tagasi liikumisel lööb kellale. Kui kontaktkruvide kaudu juhtida alalisvool taskulambi patareist või akust kõlistisse, tõmbab elektromagnet ankru enda külge. Seega aga katkeb kontaktkruvi juures vooluahel ja elektromagneti raudsüdamik lakkab tegutsemast magnetina. Ankur vabaneb ja langeb vedru tõmbel jälle kontaktkruvi külge, ühendades uuesti vooluahela. Seega hakkab ankur liikuma edasi-tagasi magneti ja kontaktkruvi vahel, pannes vasarakese lööma vastu kellakuplit.

Alalisvoolu elektrikõlisti vooluallikana kasutatakse taskulambi patareid. Liinid ehitatakse kellatraadist (ПБД või ПМВ). Kõlisti asetatakse tavaliselt elutoast kuuldekaugusele (esikusse) välisuksele võimalikult lähemale, et vältida pikkade liinide ehitamist. Kellatraat keeratakse ümber sisselöödud naelapeade. See kinnitusviis ei ole kõige parem, sest niiskuse tõttu korrodeeruvad naelad ja hävitavad naela juures juhtme isolatsiooni. Lühise vältimiseks tuleb sel puhul liinid asetada üksteisest eemale. Hoopis parem on aga juhtmete kinnitamine pellide abil.

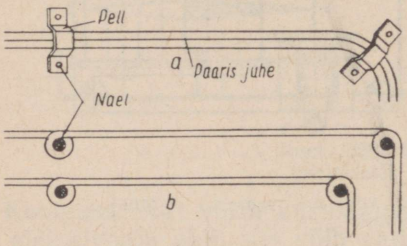
Taskulambi patarei ühendatakse vooluliini kõlisti lähedale ja järjestikku kõlistiga. Välisukse kõrvale kinnitatakse väikevoolu nupplüliti, mille kruviklemmidesse ühendatakse liiniotsad.



Joon. 312. Alalisvoolu elektrikõlisti.

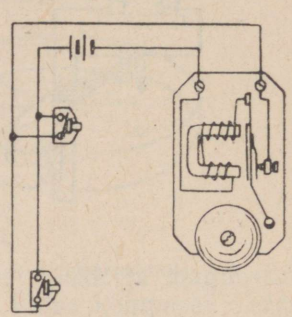
P — patarei; *L* — lüliti; *M* — magnet; *A* — ankur; *N* — vasar; *K* — kell.

Enne kõlisti ülespanemist tuleb patareiga proovida kõlisti töökorras olekut ning reguleerida vasarakese löökide sagedust. Kui vooluringi lülimisel kell ei helise, võib kontaktkruvi olla liiga sisse keeratud, mistõttu ankur on surutud alaliselt vastu elektromagnetit, või on kruvi liiga kaugel ja ei anna ankruga kontakti.



Joon. 313. Elektrikõlisti juhtme kinnitamine.

a — plekk-, nahk- või kartongpellidega; *b* — naeltega.



Joon. 314. Elektrikõlisti lülitusskeem.

Kui ülesseatud elektrikõlisti nupule vajutamisel ei helise, on juhtmeliin ülesseadmisel kusagil katkenud või ei anna juhtmete ühendused kinnituskruvidega kontakti juhtmeotste või kinnitusklemmide korrodeerumise tõttu. Seepärast tuleb ühenduste tegemisel nii juhtmeotsad kui ka ühendusklemmid noaga või liivapaberiga puhastada.

Vooluliini võib paralleelselt ühendada ka kaks või rohkem nupplülitit, näit. korteriukse juurde, välisukse juurde ja hoovivärava juurde. Iga nupplüliti töötab siin omaette.

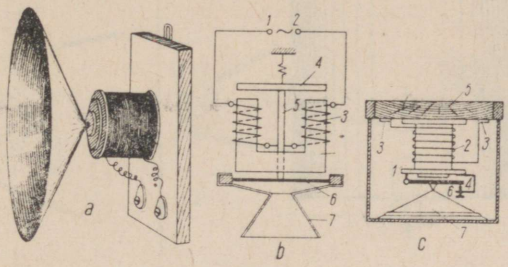
Elektrikõlisti valmistamine on küllalt keerukas ülesanne. Pealegi on tehases toodetud elektrikõlistid hinnalt odavad. Seepärast võiks elektrikõlisti valmistamine kõne alla tulla ainult klassivälise tööna.

Elektripasun. Huvitavam on valmistada elektrikõlistit asendavat elektripasunat. Selleks võetakse kimp ühepikkusi pehmest rauast traate ja kuumutatakse neid hõõgumiseni. Jahtunud traatidest kimp torgatakse läbi kahest vineerkettast. Kahe ketta vahele keeratakse ring kartongi traatide ümber. Nii saadakse pooli põhi, millele mähitakse 100—150 keerdu isoleeritud traati. Pool kinnitatakse laudalusele püsti. Pooli mähise üks ots viiakse ühendusklemmi, teine ots aga kinnitatakse vibraatori külge, kust ta alusele kinnitatud katkesti kaudu suunatakse teise ühendusklemmi. Ankrut asendab plekist plaatvibraator. Tihedast paberist valmistatakse 10—15 cm läbimõõduga koonus. Plekkvibraatori keele otsa painutame täisnurga all välja ja surume selle läbi koonuse tipu. Vib-

raatori tipp kinnitatakse seestpoolt vati ja liimi abil. Vibraatori äär kleebitakse või kinnitatakse pisikeste naeltega vineerist pooliotsa külge.

Kui pool ühendada vooluga, hakkab vibraator edasi-tagasi võnkuma (nagu elektrikõlisti ankur) ja paneb võnkuma paberkoonuse, mis tekitab basspasunataolist heli. Võngete hulk sekundis peab ulatuma üle 50.

Vahelduvvoolu pasuna ehitamine on märgatavalt lihtsam, sest siin pole vaja ehitada katkestit.



Joon. 315. Elektripasun.

A — vahelduvvoolu elektripasun; *B* — vahelduvvoolu elektripasuna skeem (*1* ja *2* — kontaktiklemmid; *3* — elektromagnet; *4*— ankur; *5* — varras; *6* — membraan; *7* — pasun); *C* — alalisvoolu elektripasuna skeem (*1* — vineerist kettad; *2* — pool; *3* — ühendusklemmid; *4* — katkesti; *5* — laudalus; *6* — vibraator; *7* — paberist koonus).

Taskulamp. Tavalise taskulambi käsitsemine, patarei ja pirni vahetamine ei nõua erilist selgitust.

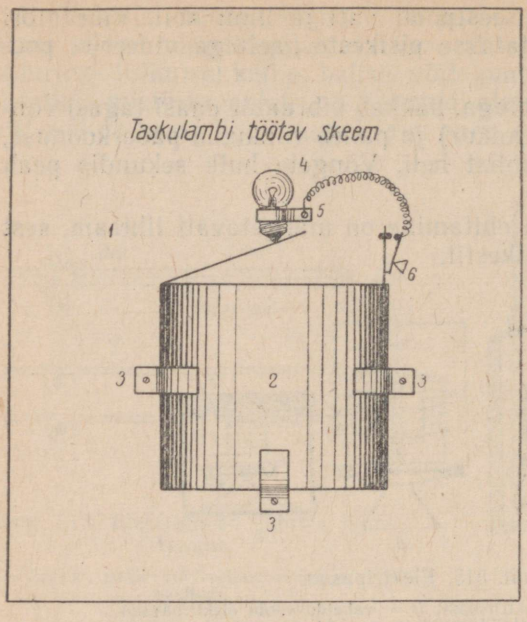
Taskulambi töö ja selle osade otstarbe tutvustamise eesmärgil võib tavalise taskulambi kõrval edukalt kasutada lahtimonteeritavat taskulambi osadest koostatud töötavat maketti.

Taskulambist räägime siin sedavõrd, kuivõrd mitmekülgselt ja praktiliselt on kasutatavad mitmesugused taskulambi osad: patarei, lamp (pirn) ja lambipesa.

Harjutamiseks ja õppimiseks on praktiline valmistada mitmesuguseid väikevooluga töötavaid makette, näit. elektrikõlisti installatsioonimakett, lambi, kaitsmete ja lüliti installatsioonimakett, lampide järjestikku ühendamise makett jne. Nende, väikevooluga töötavate makettide ehitamine on suure väärtusega, sest oma seade ja ühenduste poolest ei erine nad kuigi palju madalpinge vahelduvvoolu seadmetest.

Patarei metallribadest kontaktide ühendamiseks juhtmetega kasutatakse järgmisi võtteid:

a) püsivamate ühenduste (näit. makettidel) puhui puhastatakse juhtme ots ca 10 mm pikkuselt isolatsioonist; traat ja kontaktiriba puhastatakse hoolikalt noa või liivapaberi abil. Juhtme ots joodetakse tinaga patarei kontakti külge;



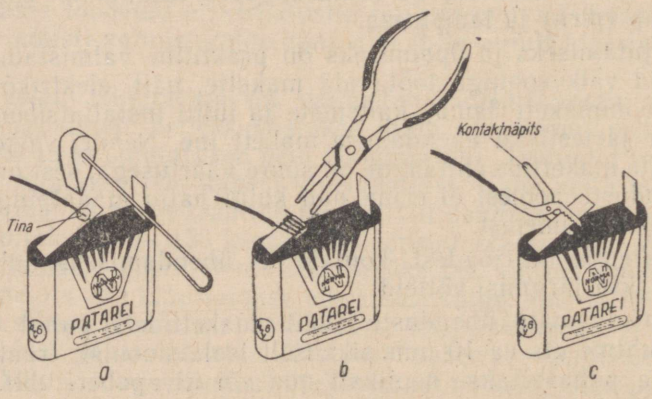
Joon. 316. Taskulambi töötav skeem.

1 — laudalus; *2* — patarei; *3* — kinnitusklemmid; *4* — pirn; *5* — plekist lambikaelus; *6* — kontaktnupp; *7* — ülesriputamise aasad.

b) isolatsioonist puhastatud juhtme ots keeratakse 2—3 keerdu ümber patarei kontaktiriba; plekiriba ots pööratakse tagasi traadikeerdude peale ja vajutatakse tangidega tugevasti ligi;

c) kasutatakse sellekohaseid kontaktnäpitsaid.

Taskulambi pirne valmistatakse 2,5 V; 0,3 A ning 3,5 V; 0,3 A. Nende ühendamine juhtmetega toimub järgmiselt:

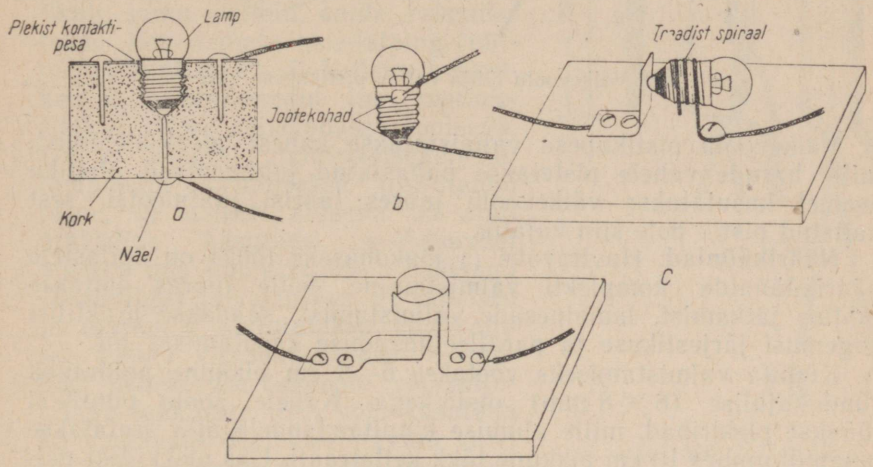


Joon. 317. Juhtme ühendamine patarei kontaktidega.

a) võetakse taskulambi keermega pesa, mis kinnitatakse korgi (puupunni) sisse puuritud avasse; sokli kontaktina kasutatakse altpoolt korgi (puupunni) sisse surutud naela;

b) juhtmed joodetakse otse lambi külge ilma pesata: üks keerme, teine sokliotsa külge;

c) valmistatakse lambipesa vineeritükikesele, kus keermekontaktina kasutatakse traatspiraali või rõngaks pööratud plekiriba (üks plekinurk pööratakse lambi hoidmiseks veidi sisse), soklikontaktina teist plekiriba, mille külge lambi sokliots puutub.



Joon. 318. Lambi ühendamine juhtmetega.

Juhtme jätkamine toimub järgmiselt:

a) juhtmeotsad puhastatakse ja pööratakse teineteise ümber, selliseid ühendusi võib kasutada ainult lühiaegse katseühendusena;

b) puhastatud juhtmeotsad pööratakse kergelt üksteise ümber või asetatakse kõrvuti ja joodetakse kokku;

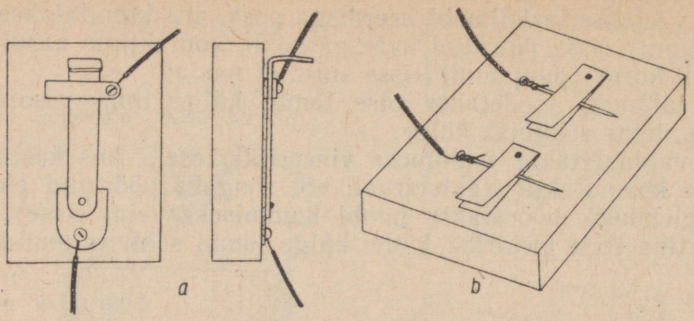
c) juhtmeotstesse keeratakse silmused ja ühendatakse kruvi abil;

d) silmusega varustatud juhtmeotsad lüüakse vineeritükikesele naelaga pealekuti kokku;

e) üks juhtme ots varustatakse kontaktnäpitsaga, mille vahele haaratakse teine.

Lülija väikevoolu jaoks võib valmistada ise vineeri- ja plekitükkidest. Vineerist (lauast) alusele kinnitatakse kruvide abil kaks plekist klemmi, mille alla ühendatakse juhtmeotsad. Ühe klemmi külge on kinnitatud plekiribast hoob, mida saab kõrvale pöörata. Hoova vaba ots pööratakse üles või varustatakse puitnupuga.

Lüliti valmistamine selgub jooniselt 319. Kontaktidena kasutatakse vetruvat plekki.



Joon. 319. Väikevoolu lülija (*a*) ja pistikupesa (*b*).

Väikevoolu pistikupesa valmistatakse kahest plekk-klemmist, mille harude vahele pistetakse puhastatud juhtmeotsad. Pistiku asemel kasutatakse väikevoolu juures lahtisi juhtmeotsi, sest kaitstud pistik pole siin vajalik.

Nääriküünlad. Huvitavaks ja jõukohaseks tööks on õpilastele näärikuünalde komplekti valmistamine. Selle juures õpitakse juhtme jätkamist, lambipesade valmistamist, saadakse praktilisi kogemusi järjestikuse ja paralleelühenduse kasutamises jne.

Küünla valmistamiseks võetakse 6—8 cm pikkune puidutükk ruudukujulise (8 × 8 mm) otslõikega. Kahele poole puutükki lüüakse plekiribad, mille alumise kinnitamisnaela alla asetatakse otsapidi umbes 10 cm pikkune tükk kellatraati. Üks plekkidest painutatakse ümber puutüki otsa lambi soklikontaktini, teise ülemisse otsa joodetakse T-kujuliselt plekiriba, mis pööratakse rõngakujuliseks keermekontaktiks.

Plekiribade kinninaelutamisel tuleb jälgida, et naelad ei satuks kahelt poolt kohakuti. See võib puu sees naelte otste vahel tekitada lühise.

Taskulambi pirn keeratakse pessa, puupulk koos kontaktidega aga liimitakse 7—8-kordsest paberist tehtud torusse. Puupulga alumisse otsa kinnitatakse kaks traati, mis moodustavad hargi. Selle otstesse kinnitatakse raskuseks käbid, savist või plastiliinist kuulikesed ja värvitakse need.

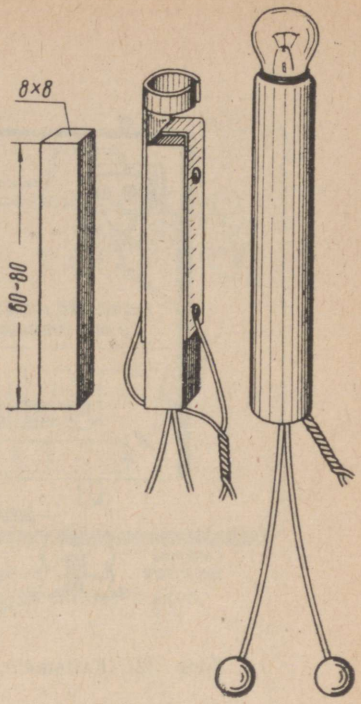
Selliselt valmistatud nääriküünlaid võib ühendada järjestikku ja lülitada valgustusvoolu pistikupessa. Sel puhul peaks komplekt koosnema 55—60 küünlast (220 V : 4 V = 55). Selline komplekt on aga tülikas, sest iga nõrk kontakt lambi ja pesa vahel, samuti iga läbipõlenud lamp põhjustab kõikide lampide kustumise.

Hoopis kindlam on kasutada paralleelühendust. Siin ei ole lampide arv nii suur (oleneb vooluallikast). Vooluallikana kasutatakse akut (2 järjestikku ühendatud purki) või valgustusvoolu vastava trafo vahendusel.

Maketid. Installatsioonimakettide valmistamisel on suur tähtsus, sest õpilased õpivad siin mõistma installatsiooni ehitust, ins-

tallatsiooni-seadmete järjestamist ja tutvuvad madalpinge installatsiooniga.

Makettide ehitamisel tuleb silmas pidada järgmisi põhimõtteid: a) pluss- ja miinusjuhe eraldatakse erivärviliste juhtmete abil; b) väikepinge plussjuhe vastab madalpinge faasile, miinusjuhe maale; c) ühenduste tegemisel kasutatakse võimalikult samu võtteid, mida rakendatakse jämedamate madalpingejuhtmete ühendamisel; d) kaitsmed, harukarbid, vooluarvestid jne. markeeritakse alusel sellekohase joonisega, kui ei kasutata normaalseadmeid; lampidena kasutatakse taskulambi pirne; e) maketi alusena on alati praktiline kasutada 3—5-kordset vineeri, mis immutatakse värnitsaga (oksooliga) ja lakitakse; g) pealised ja märkmed kirjutatakse vineeralusele tušiga, kiri muudetakse veekindlaks kahekordse tsapoon- või nitrolakiga lakkimise teel; võib kasutada ka vastavaid pealekleebitavaid silte; h) kõik maketid on soovitav koostada nii, et seadmed töötaksid ka väikevoolu sisselülimisel.



Joon. 320. Näärikuunal.

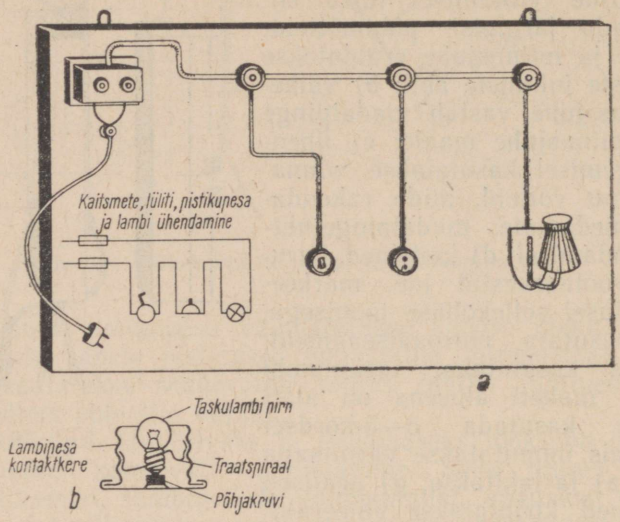
Joon. 321—325 on esitatud mõned valgustusvoolul töötavad maketid. Samu makette võib kasutada ka väikevooluga, kui lambipessa pista traatspiraaliga varustatud taskulambi pirn (vt. joon. 321, *b*).

Enne töötavate makettide ehitamist tuleks õpilastel valmistada nende skeem.

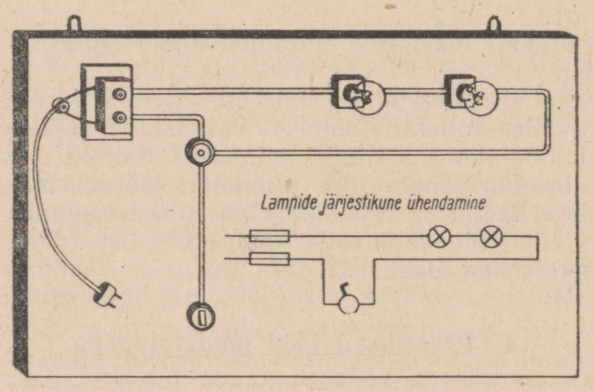
Ülaltoodud skeemide alusel võib õpilastele anda huvitava ülesande klassivälise kollektiivtööna — valmistada väikevooluga töötav individuaalelamu installatsioonimakett. Samuti on suure väärtusega alalisvoolu generaatori ja mootori töötava maketi valmistamine, mis ei kuulu samuti tööõpetuse tunni raamidesse. Ehituskirjeldusi võib leida vastavaist käsiraamatuist (näit. D. Vardja ja E. Vannas «Noor elektrik»).

4. Praktilised tööd madalpingega.

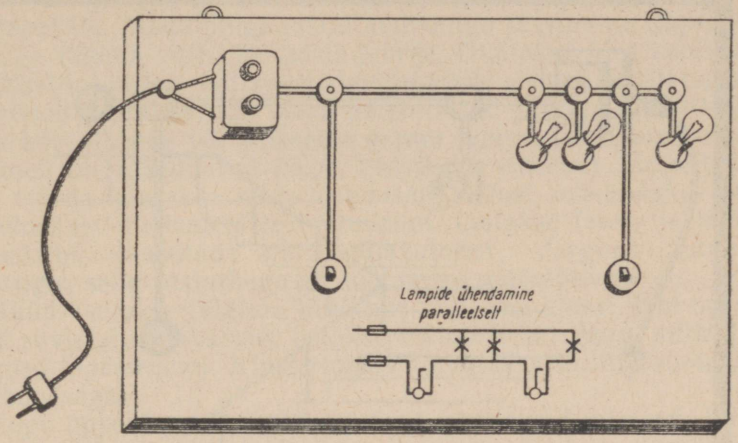
Ei tohi unustada, et madalpinge üle 60 V on elukardetav, seepärast tuleb praktilisi töid madalpingega teha suure ettevaatusega. Töö seisab peamiselt n. ö. «kuivas monteerimises», kus voolu



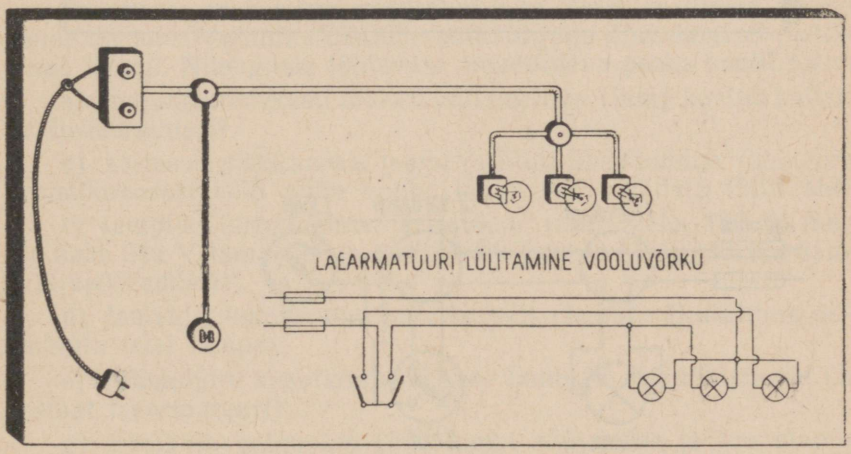
Joon. 321. Kaitsmete, lüliti, pistikupesa ja lambi installatsioonimakett.



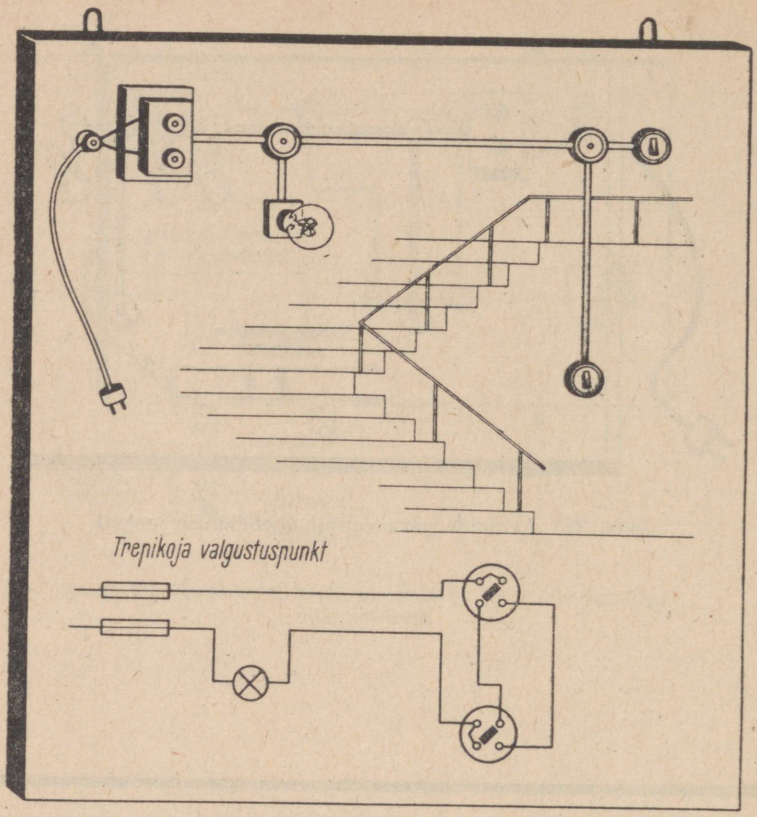
Joon. 322. Lampide järjestikku ühendamise makett.

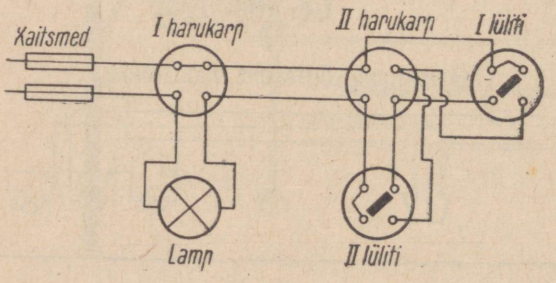


Joon. 323. Lampide paralleelselt ühendamise makett.



Joon. 324. Rühmalüliti kasutamine laearmatuuris.





Joon. 325. Trepikoja valgustuse makett.

kasutamine ei ole vajalik. Pearõhk langeb siin demonstreerimisele. Õpilased võivad voolu kasutada ainult õpetaja juuresolekul.

Madalpingetööde juurde võib asuda alles pärast eespool kirjeldatud väikepingetööde teostamist.

Õppekäik. Madalpinge-installatsiooniga tutvumine algab õppekäiguga lähima välisliini posti juurde. Otsitakse üles kooli majaühendusliini algus. (Et suurte koolimajade elektriinstallatsioon on suhteliselt keerukas, siis oleks parem algul jälgida installatsiooni mõne kõrvalhoone või väiksema elamu juures, kus installatsiooniseadmed on rakendatud kõige lihtsamas vormis.) Majaühendusliini mööda jõutakse majaühenduseni, edasi vaadeldakse majaühenduskasti kaitsmeid ja jaotuskilpi. Leitakse faasi- ja nulljuhe jaotuskilbil (kasutada pingeindikaatorit). Järgneb tutvumine arvestiga, selle otstarbega ja töötamise põhimõttega.

Nüüd asutakse jälgima liini, mis viib oma klassi. Kui on kasutatud süvistatud juhtmeid, leitakse koridoris harukarp, millest vool hargneb klassiruumi. Klassiruumis tutvutakse lülitite süsteemi ja pistikupesaga.

Kogu õppekäigu ajal teeb õpetaja selgitavaid märkusi. Enamik seadmete nimetusi peab olema tuttav juba töödest väikepingega.

Kui koolimaja lähedal on võimalus külastada elektrijaama, alajaama või trafot, siis tuleks seda võimalust kasutada. Ei tohi unustada, et selline õppekäik, mis viib kõrgepingeseadmete lähedale, võib toimuda ainult äärmise ettevaatlikkusega ja asjatundliku isiku juhtimisel.

Õppeabinõud. Õppekäigule järgneb nähtu kordamine ja kinnistamine, kusjuures kasutatakse õppeabinõuna kilpidele asetatud ja lahtimonteeritud seadmeid, näit. kaitsmeid, lüliteid, pistikupesi, lambipesi jne.

Skeemides peab olema kasutatud juba tõelisi seadmeid ja skeemide demonstreerimine toimub vooluvõrguga ühendamisel pistikupesa kaudu. Niisuguste töötavate makettidena peaks koolil olema:

a) majaühenduskasti makett kaitsmetega (lamp kustub kaitsme väljakeeramisel);

b) kaitsme, pistikupesa, lambi ja lüliti ühendamine vooluvõrku (pistikupesast võib võtta voolu, lampi võib süüdata lüliti abil);

c) lampide ühendamine järjestikku (näit. kaks 127 V lampi ja kaks 220 V lampi teises liinis, kõik lambid kustuvad ühe lambi väljapööramisel);

d) lampide ühendamine paralleelselt (lambi väljalülitamine ei mõjuta teisi lampe);

e) rühmalüliti kasutamine (kolme lambiga, mis tähistavad lihtsamat laearmatuuri);

g) trepikoja valgustus (ühe lambi süütamine ja kustutamine mitmest lülitist);

h) voolu tugevuse ja pinge mõõtmine (voltmeetri ja ampermeetri lülitamine vooluringi).

Juhtme ühendamine seadmega. Pärast tutvumist hoone installatsiooni ja installatsiooniseadmetega asuvad õpilased tööle juhtmetega. Juhtmetena kasutatakse juba tõelisi installatsioonijuhtmeid.

Esimeseks tööks on juhtmeotste ettevalmistamine seadmetega ühendamiseks. Juhtmeotsad, mis ühendatakse kontaktidega, puhastatakse noa abil isolatsioonist. Isolatsiooni ei kõrvaldata juhtme otsalt rohkem kui hädapärast vajalik. Isolatsioon peab ulatuma seadme klemmini. Paljast juhet puhastatakse noaga kaapides või liivapaberiga hõõrudes kuni läikimiseni. Seejärel ühendatakse juhtmeots vastavatele alustele monteeritud seadmega (lambipesa, pistikupesa, kaitsmepesa jt.).

Ühendus tehakse kruvi alla kas sirge otsa või silmusega. Silmus keeratakse ümarmokk-tangidega. Silmusühendusel on kaks võimalust: a) kruvi keeratakse välja ja silmus pistetakse kruvi peale, b) silmus painutatakse osaliselt valmis ja pistetakse pooleldi välja keeratud kruvi alla, seejärel pigistatakse silmus tangidega täiesti kokku.

Silmusühenduste puhul tuleb jälgida, et silmuse keere asetataks kruvi alla päripäeva, sest muidu keerab kruvi pea kinnikruvimisel silmuse lahti.

Pendel- ja armatuurnööri puhul (mitmest peenikesest traadist keeratud) keeratakse kiud pärast isolatsiooni eemaldamist sõrmede või lamemokk-tangide abil tihedalt üksteise ligi, ots määritakse jootepastaga ja pistetakse sulatinasse. Alles seejärel võib otsa ühendada seadmega.

Vahel joodetakse või kruvitakse juhtme otsa nn. kaabliking, mis kruvi all annab laiapinnalise tiheda ühenduse.

Jootmine. Jootmiseks kasutatakse kas tinooli või inglistina ja plii segu. Tulel jootmisel sulatatakse tina mingi nõu sees. Juhtmeotsad määritakse kampoliga (parem lahustada piirituses) või jootepastaga ja kastetakse sulatinasse. Üleliigne tina pühitakse lapiga maha.

Leeklambiga tinutamisel aetakse tinutatavad otsad leegis kuumaks, seejärel määritakse jootepastat ja tinapulgast tina peale.

Jootetõlvikuga (kolviga) jootmisel hõõrutakse kuumaks aetud kolvitera vastu salmiaagitükki ja suunatakse siis vastu jootetina. Kolvi külge jääv sulatina viiakse joodetavale kohale.

Lihtsam on kasutada tinooli. Tinool on jootetina pulbri ja joo-

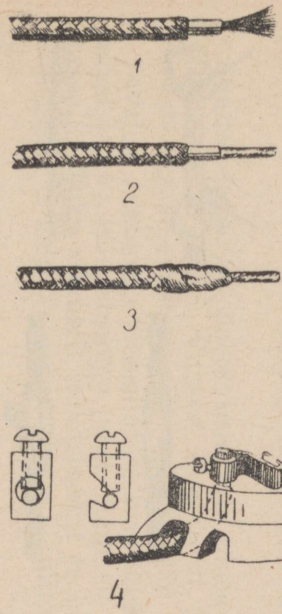
---

Joon. 326. Juhtmeotsa ühendamine seadmega.

A. 1 — juhtme ots puhastatakse isolatsioonist; *2* — traadikiud keeratakse kokku; *3* — juhtme ots mähitakse isoleerpaelaga; *4* — juhtme ots pistetakse klemmiavasse ja kinnitatakse kruviga.

B. 1 — juhtme ots puhastatakse isolatsioonist ja traadikiud keeratakse kokku; *2* — moodustatakse silmus; *3* — juhtme ots mähitakse isoleerpaelaga; *4* — juhe kinnitatakse kruvi alla; *5* — ühesoonelise juhtme silmuse õige asetus kruvi alla; *6* — silmuse vale asetus kruvi alla.

C. 1 — pistiku kontaktid keeratakse välja; *2* — silmustega varustatud juhtmete otsad asetatakse läbi pistikupea, asetatakse kontaktiotste alla ja keeratakse kinni.


1
2
3
4
A
1
2
3
4
5
6
B
1
1
2
C

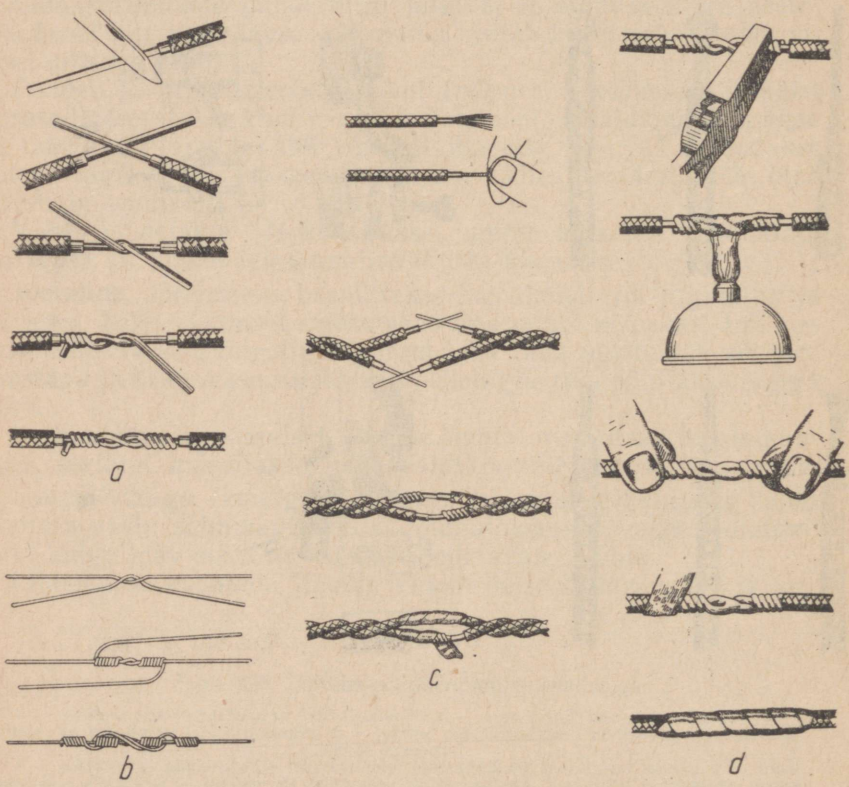
tevedeliku segust valmistatud pasta. Joodetav koht puhastatakse, määritakse tinooliga kokku ja kuumutatakse tinooli sulamiseni.

Alumiiniumjuhtmeid tuleb enne kokkujootmist kuumutada kuni 250° C. Kuumad juhtmeotsad hõõrutakse kuumutusplaadil kokku joodisega, mis koosneb inglistinast, tsingist, pliist ning kadmiumist. Pärast jahtumist joodetakse otsad kokku tavalisel viisil.

Juhtmete jätkamine. Lihtsaim juhtmete jätkamine toimub klemmide abil.

Juhtmeotsad puhastatakse vajalikus pikkuses ja ühendatakse vastavas klemmis kas sirgena (kuubikus), silmuse või kaablikingaga. Tavaliselt jätkatakse juhtmeid kruvi all harukarbis.

Juhtmete jätkamine klemmide abil ei ole küllalt tugev. Seepärast on märgatavalt parem ja odavam kasutada jätkamist jootmise teel. Otsad puhastatakse ja keeratakse vastastikku kokku (nagu väikepinge juures). Tugevama traadi puhul tuleb kasutada lamemokk-tange. Üleliigsed otsad lõigatakse lõiketangidega ära. Seejärel joodetakse ühenduskoht kokku. Jootmata ühenduskoht on



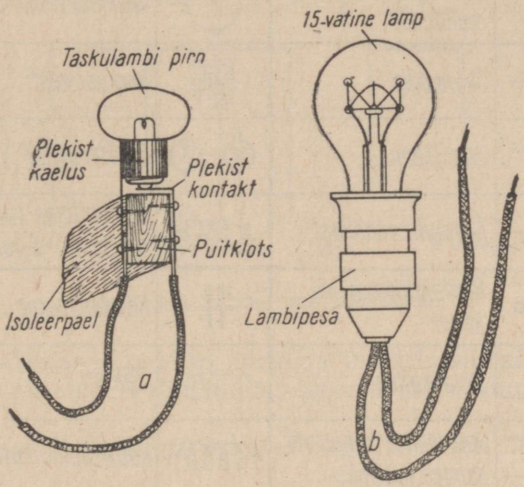
Joon. 327. Juhtmete jätkamine.

a — juhtmeotste kokkukeeramine; *b* — kõvendatud jätk; *c* — paarisjuhtme jätkamine; *d* — juhtmejätku kokkujootmine.

küll tugev ja annab hea ühenduse, kuid aja jooksul tekib keermete vahele korrosioonikiht, mis kujuneb vooluringis takistuseks.

Jätkatud koht kaetakse isoleerpaelaga. Isoleerpael tuleb mässida korralikult, et jätkatav koht ei kujuneks näotuks ega jämedaks.

Juhtmete hargnemised. Harudeks jaotada saab juhtmeid eranditult ainult harukarpides kruviklemmide abil. Kui jaotamine harukarbi vahendusel ei ole võimalik või vajalik, tuleb kasutada juhtmete jätkamise võtet — juhe puhastatakse, harujuhtme ots keeratakse tugevasti peajuhtme ümber, joodetakse ja mähitakse isoleerpaelaga.



Joon. 328. Kontroll-lamp.
a — väikepingele; *b* — valgustusvoolule.

Kontroll-lamp. Seadmetes esinevate rikete avastamiseks kasutatakse kontroll-lampi. Viimast vajab eriti õpetaja õpilastöödes esinevate vigade avastamiseks. Sellise lambi võib ise valmistada.

Tavalise lambipesa klemmidesse kinnitatakse kaks 30—40 cm pikkust tugeva isolatsiooniga juhet. Juhtmete teised otsad vabastatakse ca 2 cm pikkuselt isolatsioonist ja puhastatakse. Et isolatsioonikiht ei hakkaks narmendama, kinnitatakse see isoleerpaelaga.

Kaitsmete kontrollimiseks puudutame kontroll-lambi lahtise juhtmeotsaga kaitsmepesa klemme. Kui lamp põleb, siis tähendab see seda, et vool tuleb võrgust kaitsmeteni. Eemaldamata kontroll-lambi juhtmeotsa vasakpoolse kaitsme klemmilt, puudutame teise otsaga parempoolse kaitsme alumist klemmi. Kui lamp süttib, siis on parempoolne kaitse korras. Samuti proovime juhtmeotsi ümber vahetades ka vasakpoolse kaitsme korrasolekut.

—	Alalisvool		Maandus
~	Vahelduvvool		Pistikupesa
	Juhe		Pistik
	Liikuv juhe		Valgustuspunkt: (liht ja rühm)
	Kahe- ja kolmejuhtmeline liin	M ~	Vahelduvvoolu mootor
	Jaotuskilp	Wh	Vooluarvesti
	Harukarp	V A	Mõõteriistad
	Majaühenduskast	6V	Vooluallikas (aku või patarei – 6 volti)
	Kontaktklemm või kruvi		Kondensaator
	Sulavkaitse		Takisti
	Sulavkaitse kahes või kolmes juhtmes		Raudsüdamikuta pool
	Lahklüliti või survelüliti		Raudsüdamikuga pool
	Karplülitid: liht- ja rühmlüliti		Kõlisti

Joon. 329. Tingmärke isolatsiooniskeemidel.

Kui lamp ei põle, tuleb kaitse asendada uuega. Samal viisil võib avastada rikkeid lambipesades, lülitites, liinil jne. Pikemate liinijätkude kontrollimisel tuleb kontroll-lambi ühte haru pikendada vahejuhtmega.

Õppemontaaž. Iga õpilane teeb praktilise tööna õppemontaaži juhtmete ja seadmete ühendamise harjutamiseks. Õppemontaaž koosneb kaitsmete, pistikupesa, lambipesa ja lüliti kokkumonteerimisest.

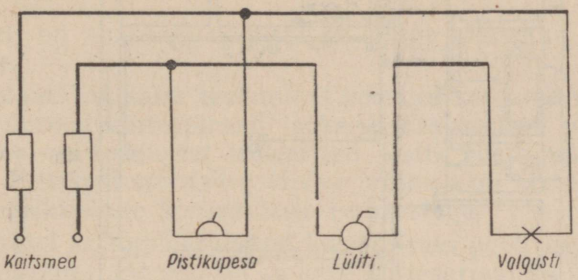
Juhtmetena kasutatakse kummisoonjuhtmeid. Juhtmed kinnita-

takse alusele rullide või pellidega. Kõikide ühenduste ja harukarpide juures tuleb rangelt jälgida vastavate nõuete täitmist.

Õppemontaaži proovitakse vooluga, kuid mitte enne, kui õpetaja on töö kontrollinud, et ei tekiks lühiseid ning muid äpardusi.

Õppemontaaž monteeritakse pärast lahti, et aluseid ja seadmeid hiljem uuesti kasutada.

Õppemontaažina võib valmistada ka vahelduvvoolu kõlisti töötava maketi. Tuleb silmas pidada, et tavalist väikevoolu nupplülitit siin ei saa kasutada. Viimast asendab eriline tugevdatud nupplüliti.



Joon. 330. Lihtne montaažiskeem.

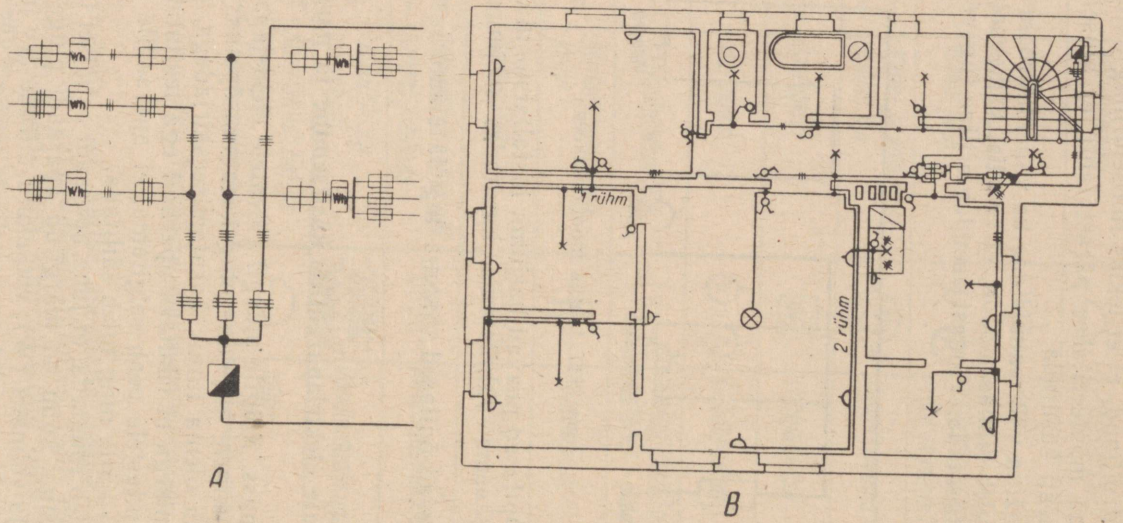
Skeemid. Õpilased peavad harjuma installatsiooni üksikute lõikude kohta skeeme valmistama, kasutades seejuures kehtivaid tingmärke.

Samuti peavad õpilased oskama lugeda elamu installatsiooniplaani.

5. Lihtsamate elektriaparaatide käsitsemine ja parandamine.

Aparaadi pass. Kõigile müügil olevatele elektriaparaatidele on lisatud tema ehituse kirjeldus ning kasutamisõpetus. Iga aparaadivaldaja peab olema tuttav kasutamiseeskirjadega, et asjatundmatu käsitsemisega ei rikutaks aparaati ega tekitataks vooluliini kahjustusi. Õpilastele peab selgitama, et aparaadile lisatud instruktsioon on vajalik ning tuleb säilitada.

Teiseks tuleb rõhutada, et juba aparaadi ostmisel tutvutaks nn. aparaadi passiga, kuhu on märgitud aparaadi pinge (V), voolutugevus (A) ja võimsus (W), voolukulu, tiirude arv jne. Seda seepärast, et elektriaparaadid on tavaliselt müügil 127 V ja 220 V pinge jaoks. 220 V aparaadi lülitamisel 127 V võrku ei hakka see üldse tööle. 127 V voolu jaoks valmistatud aparaate ei tohi lülitada 220 V pingega vooluahelasse, sest aparaadi osad «põlevad läbi». Viimaste kasutamine on võimalik ainult vastava transformaatori vahelelülitamisel.



Joon. 331. Elamu installatsiooniplaan.

Samuti on vajalik teada aparaadi poolt kasutatava voolu hulka, et reguleerida kaitsekorke. Näit. on korteris kasutusel 6 lampi à 75 vatti, 3 lampi à 40 vatti ja raadioaparaat — 80 vatti. Veel kasutatakse pistikupesast elektritriikrauda võimsusega 450 vatti. Seega on kasutatava võimsuse summa 1100 vatti ($6 \times 75 + 3 \times 40 + 80 + 450 = 1100$ W). Kaitsekorgi tugevus peab siin olema 6 A. (Valemi järgi $1100 \text{ W} : 220 \text{ V} = 5$ A). Kui nüüd lülitame samasse võrku lisaks näit. elektrikeetja võimsusega 600 vatti, siis põleb kaitsekork läbi, sest $1100 \text{ W} + 600 \text{ W} = 1700$ W; $1700 \text{ W} : 220 \text{ V} = 7{,}7$ A. Järelikult ei tohi elektripliiti ja elektritriikrauda korraga kasutada, või asendatakse 6-amprine kaitse uuega (10 A).

Tavaliselt on aparaadi võimsus ja pinge märgitud ka aparaadile endale.

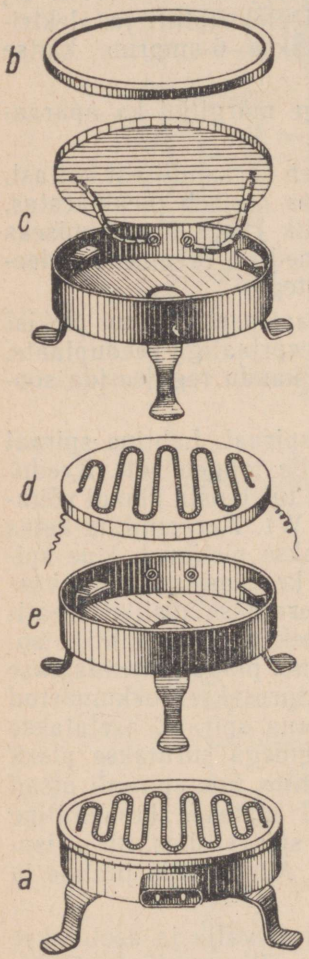
Keeduplaat. Lihtsaim keeduplaat koosneb keraamilisest kettast, milles on uurded küttespiraali jaoks. Ketas asetseb plekk-kestas, mille küljes on korpusest isoleeritud pistik riista ühendamiseks juhtmega. Pistikust spiraalini viivad juhtmed on tavaliselt isoleeritud kuumuskindlate keraamiliste torukestega.

Mõningatel keeduplaatidel on küttespiraal pealt kaetud plekist kattega (kinnine). On olemas ka kahe küttespriaaliga keeduplaate. Sel juhul on võimalik vastava rühmalüliti kaudu reguleerida soojendusastet.

Keeduplaadi õrnemaks osaks on küttespiraal. Lahtine spiraal põleb kergesti läbi, kui hõõguvale spiraalile langeb vett. Keeduplaadi küttespriaali saab vahetada. Selleks tuleb osta plaadi võimsusele vastav küttespiraal (tavaliselt 600 W). Keraamiline ketas tõstetakse üles ja spiraali otsad vabastatakse pistikust. Uue spiraali sirgeks tõmmatud otsad pistetakse keraamilise ketta vastavatest aukudest läbi. Spiraali otsad keeratakse pistiku traatidega tihedalt kokku (joota ei või, sest jootekoht sulab lahti), isoleertorud lastakse langeda jätkukohale. Mõnel plaadil ühendatakse spiraal plekist klemmide külge. Sel juhul surutakse kokkumurtud pleki ots lahti noateraga, eemaldatakse vana spiraal, asetatakse vahele uue spiraali ots ja ümarmokk-tangidega surutakse plekk tugevasti traadi ümber kokku. On elektripliite, kus spiraali otsad kinnitatakse pistikule kruvidega. Seejärel lastakse keraamiline ketas oma kohale. Läbi avade tõmmatakse spiraal üles, nii et isoleertorukesed ulatuvad keraamilise kettani. Muidu võib juhtme ja plekist korpuse kaudu tekkida lühis.

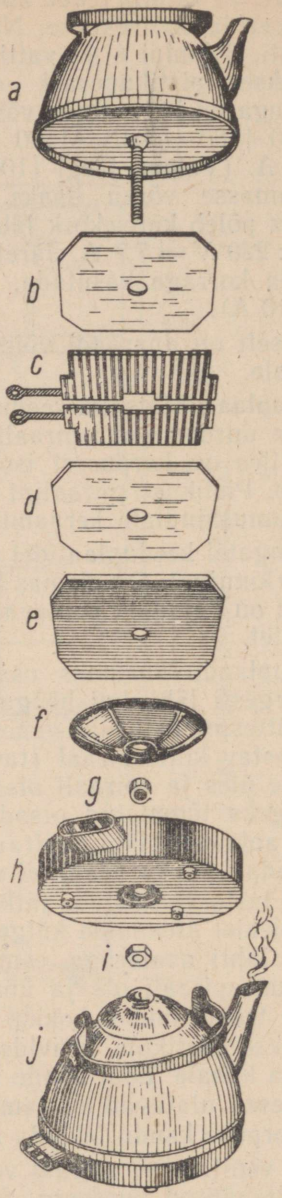
Nüüd venitatakse spiraal vajalikul määral välja ja asetatakse selleks ettenähtud uurdesse. Spiraal tuleb välja venitada ühtlaselt, sest tihedad keerud kuumenevad rohkem ja põlevad kergesti läbi.

Kui spiraal on uurdesse asetatud, tuleb see hoolikalt alla vastavatesse õnarustesse vajutada. Kui spiraal jääb kohati üles ja ulatub keraamilise ketta pinnast kõrgemale, siis puutuvad need



Joon. 332. Keeduplaadi ehitus.

a — välisvaade; *b* — kinnitusrõngas; *c* — spiraali ühendus riistapistikuga; *d* — keraamiline ketas küttespiraaliga; *e* — metallkest.



Joon. 333. Elektrikeedukann.

a — kann; *b* — mikaniidist isoleerplaat; *c* — kroomnikkeltraadist küttekeha; *d* — mikaniidist isoleerplaat; *e* — metallplaat; *f* — surveketas; *g* — küttesüsteemi kinnitusmutter; *h* — aluskate; *i* — aluskatte kinnitusmutter; *j* — kann kokkumonteeritult.

kohad kokku keedunõu põhjaga, mille tulemuseks on lühis või keedunõu pingestamine.

Katkenud küttespiraali, kui ta ei ole tarvitamisel rabedaks muutunud, võib parandada ka katkenud koha jätkamise teel. Katkenud otsad tõmmatakse paari cm pikkuselt sirgeks ja puhastatakse hoolega, keeratakse tihedalt teineteise ümber ning mässitakse peenikese vasktraadiga. Spiraalikeerdude tõstmine teineteise vahele annab väga harva tulemusi, sest vaheliti asetatud keerud kuumenevad rutem ja spiraal põleb samast kohast uuesti läbi.

Elektrikeedukann. Elektrikeedukann tavalises mõttes on keeduplaat, millele on kinnituskruvi abil peale monteeritud kann. Niisugustes kannudes asetatakse küttekeha ja kannupõhja vahele asbestplaat. Kannu küttespiraali parandamine toimub täpselt samuti kui eespool kirjeldatud keeduplaadi parandamine. Kannu kinnituskruvi keeratakse lahti ja kann eraldatakse spiraali parandamise ajaks kütteosast.

Mõnes keedukannus kasutatakse küttespiraali asemel küttekeha, kus küttetraat (või ka -riba) on mähitud mikaniidist (vilgukivilehekestest koosnev isoleeraine) plaadile. Selline küttekeha asetseb kahe mikaniitplaadi vahel, mis isoleerivad küttekeha metallosadest.

Kirjeldatud keedukannu küttekehi on müügil ja küttekeha tuleb läbipõlemisel tervikuna vahetada.

Elektritriikraud. Elektritriikraua ehitus on näha joonisel 334. Elektritriikraua malmist tallale toetub mikaniidile mähitud küttekeha, mis tallast ja küttekehale toetuvast ballastplaadist on eraldatud mikaniidist plaatidega. Peal on plekist kate sisseehitatud pistiku ja käepidemega. Kogu süsteem seisab koos kahe poldi abil, mis ühte otsa pidi on kinnitatud malmist tallale.

Elektritriikraua küttekeha tuleb läbipõlemise korral vahetada tervikuna.

Mõningates triikraudades kasutatakse portselantorukestest keetaolisi küttespiraale.

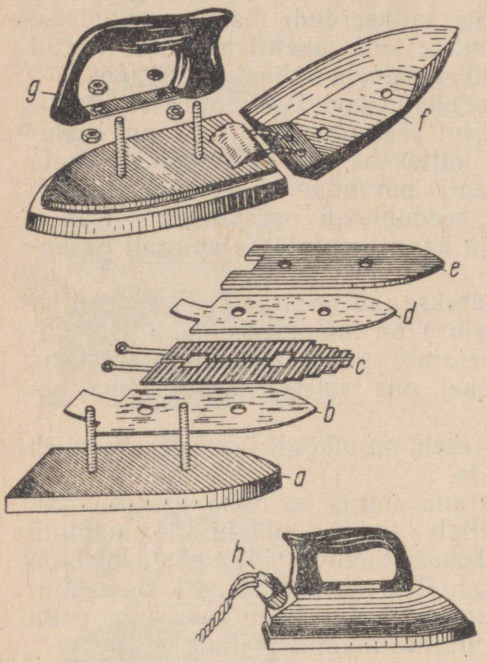
Elektriahi. Elektriahjudest kasutatakse kõige sagedamini nn. kiirgusahje, mille põhiosaks on küttespiraal. Kiirgusahjud on oma välisvormilt ja ehituselt niivõrd erinevad, et nende üksikasjaline kirjeldamine ei anna tulemusi. Kiirgusahjul võib olla ka mitu küttespiraali. Kui ahjul on mitu küttekeha, siis on võimalik lülitada neid vooluringi üksikult või mitmekaupa. Küttespiraalid keeratakse siingi keraamilisele isoleerpõhjale. Ahju sisemusse küttekeha taha asetatakse tavaliselt soojuskiirguse suunamiseks metallpeegel.

Ahju esikülg varustatakse võrega, et takistada võõrkehade sattumist küttekehale.

Elektriahjude küttespiraali parandamine või asendamine toimub varemkirjeldatud (kütteplaadi juures) viisil. Elektriahi tuleb vastavalt tema ehitusele lahti monteerida, et pääseda küttespiraali juurde.

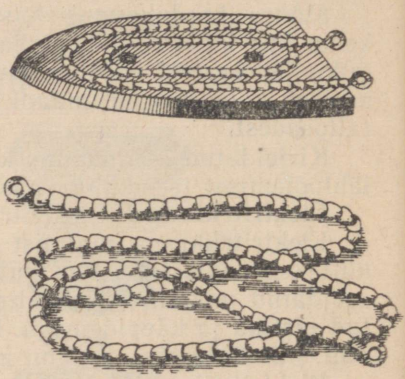
Kõigi ülalnimetatud elektrisoojendusriistade parandamisel tuleb arvestada alljärgnevaid nõuandeid.

1. Elektrisoojendusriistade lahtivõtmisel pidada meeles lahtimonteerimise järjekord, et hiljem kokkumonteerimisel mitte mõnda tööoperatsiooni vahele jätta.



Joon. 334. Elektritriikraua ehitus.

a — tald; *b* — mikaniidist isoleerplaat; *c* — küttekeha; *d* — mikaniidist isoleerplaat; *e* — malmist ballastplaat; *f* — pealiskate; *g* — käepide; *h* — triikraud kokkumonteerituna.



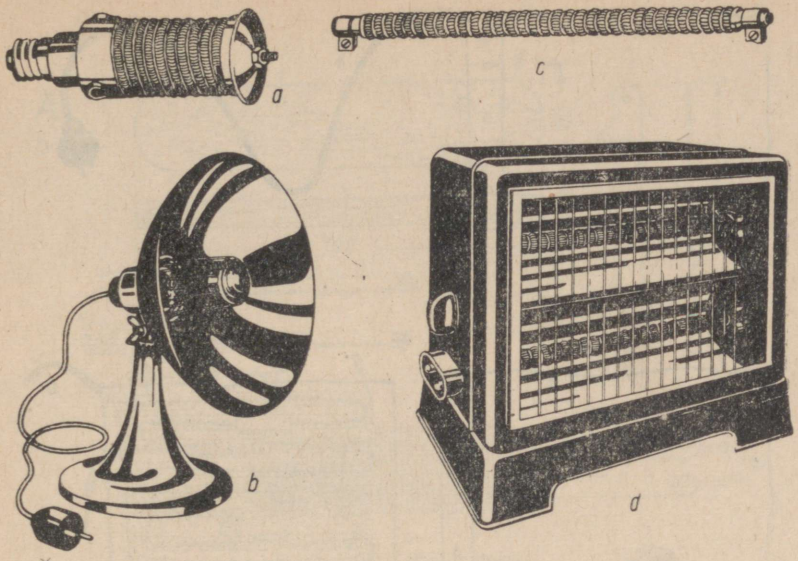
Joon. 335. Elektritriikraua küttekeha portselanisolaatoritega.

2. Lahtimonteerimisel asetada kõik eemaldatavad osad (kruvid, mutrid, plaadid jne.) korrapäraselt puhtale alusele, et vältida nende kaotsiminekut.

3. Enne riista kokkumonteerimist puhastada kõik osad.

4. Kokkumonteerimisel jälgida hoolikalt isolatsiooni korrasolekut.

5. Pärast kokkumonteerimist mitte lülitada riista vooluvõrku, vaid katsetada kontroll-lambiga, kas riista metallosad on küttesüsteemist isoleeritud. Selleks ühendatakse vooluallika üks poolus riistapistiku ühe haruga, teine poolus kontroll-lambi haruga. Kui kontroll-lambi teise haruga puudutatakse riista korpust, hakkab lamp rikke puhul põlema.



Joon. 336. Elektriahi.

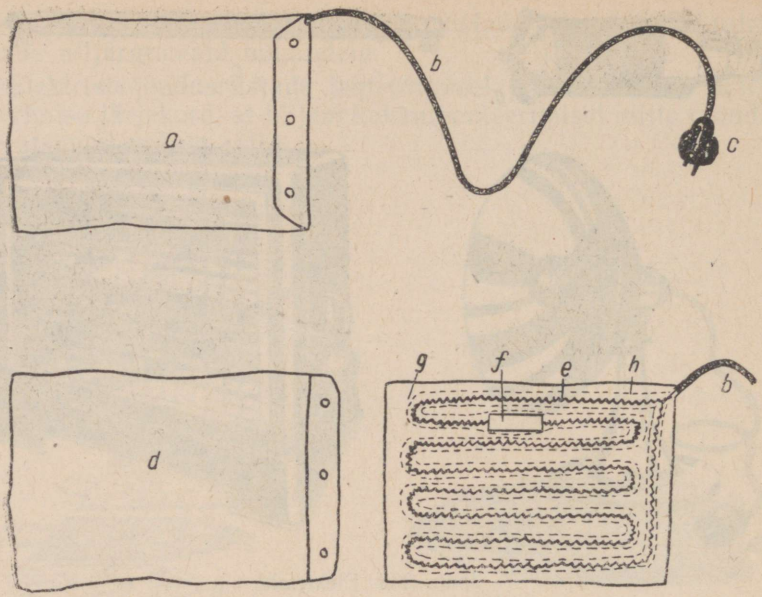
a — pirnikujuline küttekeha; *b* — õõnesreflektoriga kiirgusahi; *c* — vardakujuline küttekeha; *d* — küttekapike.

Elektri-soojenduspadi. Soojenduspadja peamiseks osaks on asbestnööri sisse mähitud kütteniit. Kütteniidiga asbestnöör on õmmeldud edasi-tagasi kulgeva ribana kahekordsesse riidesse, mis omakorda on paigutatud padjakotti.

Soojenduspadja katkenud kütteniiti võib jätkata kokkusõlmimise teel. Eelkõige tuleb leida katkestuskoht. Selleks varustatakse kontroll-lambi üks haru nõelaga. (Õpilaste tarbeks on sobiv valmistada taskulambi patarei väikepingel töötav kontroll-lamp.) Padjapistiku üks haru ühendatakse vooluvõrgu ühe poolusega (kui kasutatakse väikepingel töötavat lampi, siis taskulambi patareiga). Teine poolus ühendatakse kontroll-lambi nõelata haruga. Nüüd hakatakse kontroll-lambi nõela suruma läbi riide, püüdes tabada riides kulgevat kütteniiti. Mitmest kohast katsetades avastatakse lõpuks katkenud koht. Sellel kohal lõigatakse katteriidesse lõhe, paljastatakse asbestnöör ja leitakse kütteniidi katkenud otsad. Otsad sõlmitakse kokku ja lõhe õmmeldakse kinni.

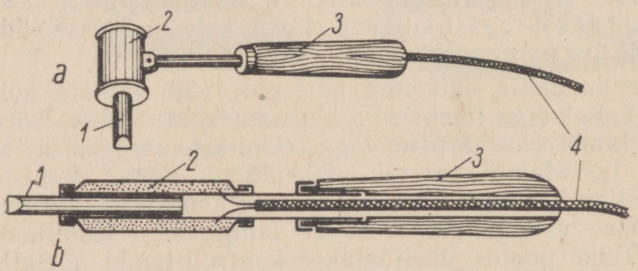
Soojenduspadja parandamisel ei tohi kruvida ega lahti võtta soojenduskotti asetatud automaatlülitit.

Elektrikolb (jootetõlvik). Elektri jootetõlviku kütteelement on valmistatud asbestnööri punutud kroomnikkeltraadist, mis on keerdudena paigutatud vasest varda ümber. Voolu sisselülimisel varras kuumeneb. Vaskvarda esimene ots on kujundatud tõlvikuteraks.



Joon. 337. Elektrisoojenduspadi.

a — padjakotti suletud soojenduskott; *b* — juhe; *c* — pistik; *d* — barhist sisekott; *e* — asbest- ja siidisolatsiooniga nikeliinkütteniit; *f* — termolüliti; *g* — kahekordne riie, mille vahele on õmmeldud kütteniit; *h* — õmblused.



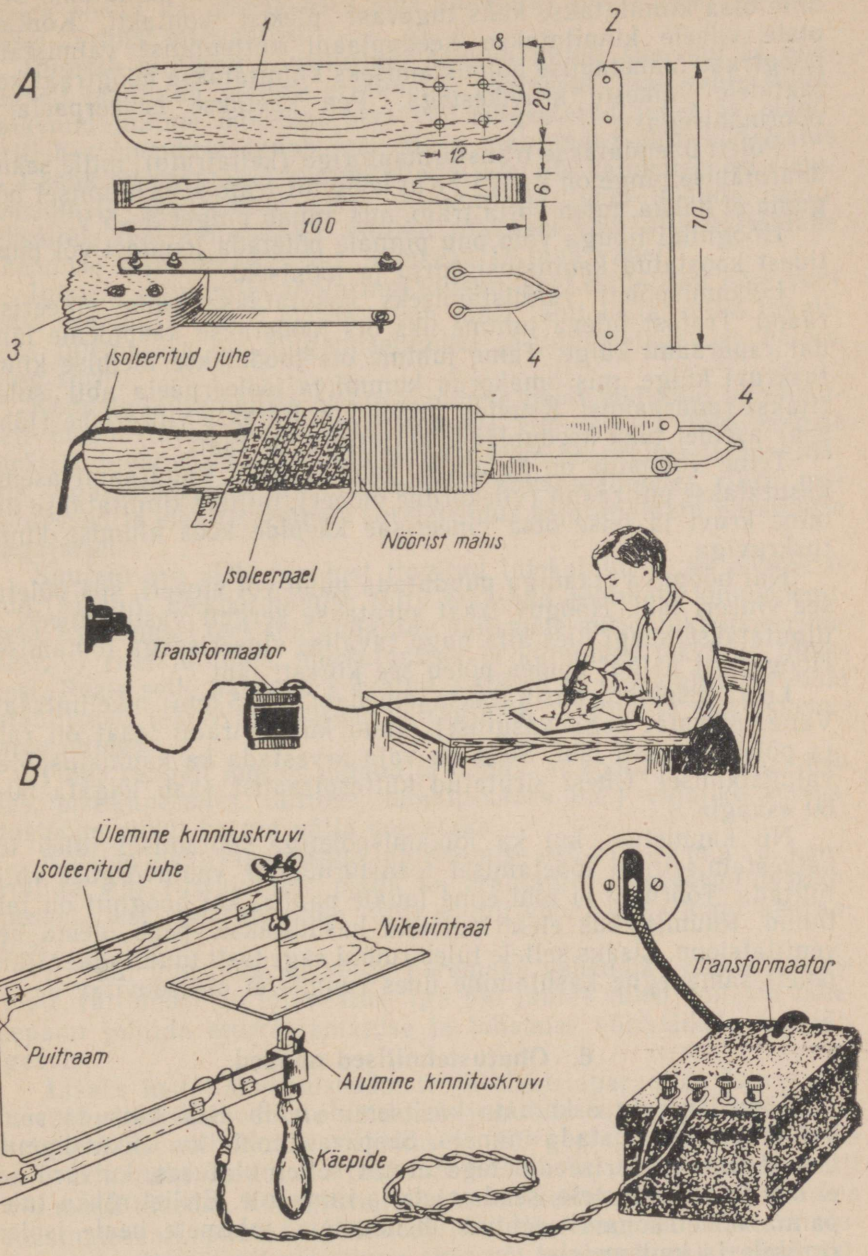
Joon. 338. Elektrikolb.

A — vasarakujuline; B — sirge. *1* — punasest vasest pea; *2* — kroomnikkeltraadist kütteniidi keerud asbest-isolatsioonis; *3* — puust käepide; *4* — juhe.

Katkenud kütteniidi parandamiseks tuleb küttekeha katteid kooshoidvad metallrõngad pealt ära võtta ja kate eemaldada. Katkenud koha otsad kas sõlmitakse või seotakse peenikese vasktraadiga kokku.

Jootekolvi küttekeha lahtivõtmine ja parandamine nõuab hoolikat tööd, mistõttu algajatel ei ole soovitav seda ette võtta.

Elektripõleti. Elektripõletid on kahesugused: a) kaunistuspõleti ja b) lõikamispõleti.



Joon. 339. Elektripõleti.

A — kaunistuspõleti. *1* — puust liistuke põleti peaks; *2* — plekist kontaktid; *3* — kontaktplekkide külgemonteerimine; *4* — hõõgtraat; *B* — lõikamispõleti.

Kaunistuspõleti peaks võetakse 10 cm pikkune puidutükk. Selle ühte otsa kinnitatakse kaks tugevast plekist kontakti. Kontakti otste vahele kinnitatakse keeduplaadi kütteniidist valmistatud hõõgtraat. Vahetamise hõlbustamiseks kinnitatakse hõõgtraat kontaktidele väikeste kruvikestega. Pea kaetakse isoleerpaela ja nöörmähisega.

Põleti ühendatakse transformaatoriga (kellatrafo), mille sekundaarmähise pinge on 2—3 V. Kui hõõgniit trafo sisselülimisel hõõguma ei hakka, tuleb võtta trafo, mis annab pinget 3—5 V.

Hõõgniidi tipuga võib puu pinnale põletada joontest või punktidest koostatud kaunistusi, kirju ja jooniseid.

Lõikamispõleti valmistamiseks kasutatakse vana vineerisae raami. Trafost tuleva juhtme üks ots joodetakse käepideme lähedal raudraami külge. Teine juhtme ots joodetakse ülemise kinnituskruvi külge, mis omakorda kummi ja isoleerpaela abil isoleeritakse raudraamist. Kruvide vahele kinnitatakse vineerisae (jõhvsae) asemel tükk keeduplaadi küttespiraali traati.

Teine võimalus on kujutatud joonisel 339. Raudraami asemel kasutatakse puitraami (viiekordne vineer), millele kinnitatakse ülemine kruvi ja teise otsa vineerisae käepide koos alumise kinnituskruviga.

Kui hõõguva traadiga puudutada puud või vineeri, siis põletab see vineeri läbi. Hõõguv traat surutakse kergelt vastu vineeri ja liigutatakse saagi üles-alla nagu tavalise vineerisaega töötamisel. Hõõgtraati paigal hoides põleb see kiiresti läbi.

Lõikamispõletis kasutatakse jämedamat (0,5 mm) nikeliintraati. Vana, pikemat aega kasutusel olnud küttespiraali traat on rabe ja põleb kergesti läbi. Seda on vaja arvestada ka kaunistuspõleti valmistamisel. Ühest sirutatud küttespiraalist saab lõigata 50—60 «saagi».

Nii kaunistus- kui ka lõikamispõletiga töötamisel tuleb töö katkestamisel või lõpetamisel transformaator vooluvõrgust välja lülitada. Tööriista ei tohi enne lauale panna, kui hõõgniit on jahtunud. Ruumis, kus elektripõleteid kasutatakse, peab olema hea ventilatsioon. Lisaks sellele tuleb ruumi sagedasti tuulutada. Mitme põleti samaaegne kasutamine ühes ruumis ei ole soovitav.

6. Ohutustehnilised nõuded.

Elektrienergia oskamatu käsitsemine võib esile kutsuda suuri kahjustusi ja ohustada inimelu. Seepärast tohib kvalifikatsioonita isik tegelda elektriseadmetega ainult selles ulatuses, kuivõrd see ei ole ohtlik hoonetele, seadmetele ja inimelule. Erilist rõhku tuleb panna nõuetekohaselt tehtud ühendustele, juhtmete heale isoleerimisele ja kaitsmetele.

Kuigi väikepingega (kuni 35 V) töötamine on ohutu, ei tohi unustada, et teatud tingimustes on esinenud surmajuhtumeid isegi 12 V pinge juures. Üldiselt peetakse lastele ohtlikuks pinget, mis

ületab 24 V, loomadele üle 40 V ja täiskasvanutele — üle 60 V. Seega nõuab ka igapäevases elus kasutatav madalpinge käsitsemisel äärmist ettevaatust.

Inimese lülitumine vooluringi toimub ainult siis, kui ta üheaegselt puudutab seadme erinimelisi pooluseid, liini kahte juhet, katkenud juhtme mõlemat otsa või pingestatud juhet ja maad. Eriti hea ühenduse annab vesi, märg maa, märg puit, metallalus jt. Ekslik on arvata, et kummitallaga jalatsite kandmisel on elektriseadmete käsitsemine ohutu. Kummitallas võib leiduda naelu. Üksainus läbi kalossitalla astutud rõhknael võib olla küllaldane ühenduse «sisseseadmiseks» inimkeha ja maa vahel.

Inimese lülitumisel vooluringi kutsub isegi suhteliselt nõrk vool esile krambi. Inimene ei saa enam juhet lahti lasta, mille tavaliseks tulemuseks on hingamiselundite ja südametegevuse häired ning surm.

Koduste elutarbeliste elektriseadmete poolt tekitatud kahjustused moodustavad statistiliste andmete kohaselt ca 15% kõigist elektrikahjustustest. Kahjustuste põhjuseks on peamiselt hoolimatus, vigastatud isolatsioon, vigastused kaitseseadmetes, rikkis pistikupesad ja elektriseadmete kereühendus asjatundmatu paranduse tagajärjel.

Suurem osa elektrivoolust tingitud tulekahjudest on põhjustatud: a) liini ülekoormamise tõttu tekkinud juhtmete kuumenemisest, b) kodusel teel «parandatud» kaitsmete mittefunktsioneerimisest, c) riistajuhtmete murrutamisel ja kulumisel tekkinud lühistest. Peale selle häirivad korratud pistikud ja riistajuhtmed voolu stabiilsust, tekitavad häireid ja raginaid raadio- ja televisiooniaparaatides.

Tuleb rangelt meeles pidada ja nõuda, et vooluliinis (ühendustes, pistikupesades, lülitites, lambipesades jne.) vajalike korrastustööde puhul korgid välja keerataks.

Kõikide elektriaparaatide lahtivõtmise eel t i n g i m a t a kontrollida, kas riistajuhtme pistik on eraldatud vooluvõrgu pistikupesast, sest aparaadi enda lüliti ei lüli voolu välja kogu aparaadist.

Ei tohi unustada, et kõige paremaks vahendiks elektrikahjustuste vältimisel on ettevaatus. Iga töö juures tuleb õpilaste tähelepanu juhtida ettevaatamatuse ja lohakuse võimalikele tagajärgedele.

Lisaks installatsiooniseadmete ja elektriaparaatide juures esinevate elektrikahjustuste vältimise juhistele tuleb õpilastele anda selgitusi ka välisliinide ohtlikkusest. Kõrgepingeliinide läheduses ei tohi näiteks lennutada tuulelohesid, seista vihma ajal liini all või masti lähedal. Kõrvalistel isikutel on keelatud astuda jõujaama masinatesaali, puutuda juhtmeid ja lülitusseadmeid, liikuda alajaama territooriumil või minna (kas või teisega koos) trafokioskitesse. Nööride ja traatide loopimine elektriliinidele, isolaatorite pildumine ja purustamine kividega võib esile kutsuda tulekahjusid ja õnnetusi inimeste ning loomadega.

IX. RAAMATUKÖITMINE.

1. Tööriistad ja materjalid.

Raamatuköitmise tähtsus. Raamatuköitmine on populaarne ja laialt levinud tööala, sest köitmiseks on vaja vähe tööriistu, seejuures odavaid. Köitmise levikut soodustab ka töö jõukohasus õpilastele (muidugi teatud lihtsamate köidete piirides). Lõpuks väärib mainimist õpilaste lugupidamine raamatuköitmise vastu. Poisid ei tüdine raamatuköitmisest kunagi ning neil on ikka tagavaraks vanu ning uusigi raamatuid, mida nad soovivad köita.

Eriliselt aga õigustab raamatuköitmist kooli tööalana selle pedagoogiline väärtus. Raamatuköitmine on täpne, puhas ja meeldiv töö, mis arendab õpilast. Köitmine kasvatab lugupidamist raamatu vastu, ning mõnigi isiklik raamatukogu on alguse saanud kooli raamatuköitmise tundidest.

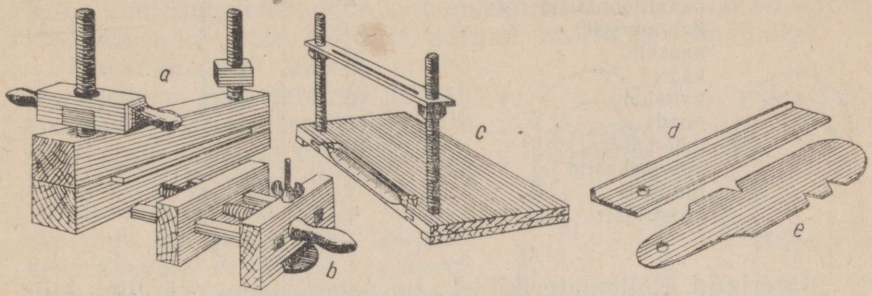
Õpilased on võimelised tegema ainult lihtsamaid köiteid. Ettevalmistava tööna sobib hästi vihikuõmblemine. Sellele järgneb kladeköide, millega köidetakse õhemaid raamatuid ja kaustikuid. Viimasena tuleb töösse kumerdatud seljaga köide pisut lihtsustatud kujul. Nende kõrval võiks soovijatega täiendava tööna teha ka pildialbumit, mis õpilasi väga huvitab.

Tööriistad ja nende käsitsemine. Raamatuköitmine võib toimuda kogu töörühmaga või ka ainult osaga sellest, olenevalt võimalustest. Lisaks papitöö riistadele vajavad õpilased raamatuköitmisel järgnevaid tööriistu.

Raamatupressid ei tarvitse olla väga suured, peavad aga olema küllalt tugevad, heast kasepuidust või mitmekordsest vineerist. Pressi juures kasutatavate laudade paksus on 20 mm ja neid võiks olla kolmes eri suuruses. Kõige suuremad on 340 mm pikad ja 240 mm laiad, neid vajatakse ajakirjade ja atlaste köitmisel. Selliseid võib 20 õpilase kohta olla ainult neli, üks paar piki- ja teine ristipuitu. Ristipuitu lauad asetatakse vahetult vastu pressi, sest nad ei paindu. Keskmised lauad on 280 mm pikad ja 200 mm laiad — suuremakaustaliste raamatute jaoks. Neid ei tarvitse olla üle kuue: neli piki- ja kaks ristipuitu. Suurem arv laudu on 250 mm pikad ja 170 mm laiad. Need sobivad igasuguste kooliraamatute

ja kladede köitmiseks. Neid võib olla pikipuitu 16 ja ristipuitu — 8. Viiest õpilasest koosneva rühma jaoks peab samuti olema igas suuruses laudu, kuid vähem.

Servahöövlid on kahesugused — peitlikujulise ja kettakujulise teraga. Õpilaste jaoks on sobivam kettakujulise teraga höövel, sest seda saab ühe teritamise järel kauem tarvitada. Samuti nõuab kettakujulise teraga höövel lõikamisel vähem oskust ning jõudu. Oskamatu käsitsemise juures rebib ning taob peitliteraga höövel kergesti ära raamatu nurgad. Ketasteral peab aga kindlasti olema korralik vasest või puust kaitse, et vältida käevigastusi.



Joon. 340. Raamatuköitmise tööriistu.

a — press; *b* — höövel; *c* — lõikamislaud; *d* — metalljoonlaud kaante lõikamiseks; *e* — nööriharutamisliist.

Õmblemisraamid ei tarvitse olla suured ega rasked. Aluslauad on tavaliselt männipuust (pikkus 600 mm, laius 240 mm ja paksus 200 mm). Aluslaua otste alla on asetatud liistud, et laud ei kumerduks. Kruvidel pikkusega 450 mm tarvitseb 25 mm läbimõõduga vint olla vaid ülemisel poolel. Aluslaua külge kinnitatakse nad vindiga, et raam oleks hõlpsasti lahtivõetav ja transporditav. Kruvid peavad olema heast kasepuidust, samuti ka ülemine liist. Viimase laius on 50 mm, paksus 10 mm ja lõhe laius 5 mm. Aluslaua esiserva külge käiva 30 mm laiuse liistu ja laua esiserva vahel on samuti 5 mm laiune lõhe. See liist kinnitub vasakust otsast pulkhingega ja paremast otsast väljatõmmatava pulgaga. Liistu esikant on 45°-se nurga all ära lõigatud, et võimaldada käele ning nõelale hõlpsamat juurdepääsu.

Vajutuskastid on vajalikud tööde paigutamiseks surve alla.

Raamatu köitmiseks sobivad harilikud metallvasarad. Vasar võib olla 250 kuni 300 grammi raske.

Nöörisälkude lõikamiseks sobib väike, kerge ning peente hammastega käsi- või orasaag, mille lõikevao laius on umbes 1,5 mm.

Terasjoonlaudadel on ühel serval umbes 3 mm paksune rant, mis mõõdab raamatukaante üleulatuvaid ääri. Joonlaua soovitavaks pikkuseks on 250 mm.

Nööriharutamisplekid on 1 mm paksusest terasplekist ning joonisel näidatud kujuga. Nende abil harutatakse ning pehmendatakse nööride otsi kaante külge kleepimiseks.

Tööriistad	Vajalik arv	
	20 õpilasele	5 õpilasele
raamatupressid	5	2
presslauad, 3 suurust	24	14
servahöövlid	3	1
õmblemisraamid	2	1
metallvasarad	3	1
saed	2	1
randiga terasjoonlauad	2	1
nööriharutamis-plekid	2	1
metalljoonlauad	10	2
kolmnurgad	10	2
naasklid	10	1
käärid	10	1
valtsluud	10	1
noad	10	1
mõõdud	10	1
vajutuskastid	3	1
liimipott	1	1
kliistripott	1	1

Materjalid. Köitematerjalideks on paber, papp, riie, liim, kliister, niit, nöör ja paelad.

Paber on köitmistöödes vajalik eeslehtede, kaanekatte ja selja kleepimiseks. Eeslehtede paberina võib kasutada kas harilikku kirjutuspaberit või mitmesugustes värvitoonides albumipaberit. Viimane paber on mõlemalt küljelt ühesugune. Ilusad ja head on spetsiaalsed eeslehe- ehk voodripaberid, mis ühelt küljelt on kaetud trükitud mustriga. Voodripaberid kleebitakse tärkliseliistriga.

Kaante kattepaberina kasutatakse marmorpaberit, šagräänpaberit ja lederiini. Marmorpaber on mitmevärviline, läikiva mustriga ning ei lase liimi läbi. Samade omadustega on ka nn. šagräänpaberi sordid. Kaanepaberi läike hoidmiseks kleebitakse need liimiga.

Raamatu selja ning harvem ka kaante katmiseks kasutatakse tihedamaid ja tumedamaid puuvillase riide sorte. Et muuta riie liimi mitte-läbilaskvaks, selleks krunditakse (võõbatakse) selja riie tärklisest või rukkipüülist valmistatud kliistriga. Kliisterdamisel riie pingutatakse, seejärel kuivatatakse. Õhemate raamatute ja kladede köitmiseks on otstarbekas kasutada kalinguri. Kalingur on õhuke kliisterdatud puuvillane riie, mida kinnitatakse liimiga.

Pappi kasutatakse kaante tegemiseks. Raamatukaante valmistamiseks valitakse harilikult pruun papp, mis on valgest tunduvalt sitkem ja vastupidavam. Pappi on mitmesuguses paksuses, mida märgitakse numbritega. Väiksem number tähistab paksemat ja suurem number õhemat pappi. Koolis sobivad köitmiseks numbrid 40-st kuni 100-ni. Papi paksus millimeetrites on 0,4—4.

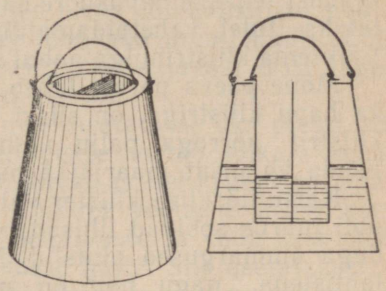
Papi pakkimisel rulli tuleb silmas pidada, et ühtepidi annab papp end kokku rullida paremini, ilma vigastamata. On parem, kui

papp ei jää rulli kauaks, sest kooldunud pappi on raskem käsitseda.

Õmblemisniidiks kasutatakse head linast niiti ühekordselt või harilikku rulliniiti kahekordselt. Raamatu seljanööride jaoks võetakse 2—3 mm jämedune kas ostetud või headest linadest omatehtud nöör. Klade köitmisel võib nööri asemel kasutada 10 mm laiust pesupaela.

Raamatuköitmisel läheb peaaegu võrdsel määral tarvis kliistrit ja sooja tisleriliimi. Seesmised paberid kleebitakse kliistriga, kattepaberid, mille läige kliistri mõjul kipub tuhmuma, liimiga. Kuna liimi sidumisvõime ja kuivamiskiirus on kliistri omast parem, kleebitakse ka papid, seljariie, nurgad, nöörid ja selg liimiga.

Ettevalmistusi tööks liimiga peab tegema juba eelmisel päeval. Ostetud liimitahvlikesed taotakse vasaraga väikesteks tükkideks. Tükikesed asetatakse liimipotti ja valatakse peale nii palju vett, et see liimi parajasti katab. Järgmiseks päevaks on kõvad klaasisarnased killud pehmeks ligunenud. Siis keedetakse liimi pliidil või priimusel. On liimitükid täiesti sulanud, võetakse liiminõu tulelt ja liim on tarvitamiseks valmis. Liigne keetmine vähendab liimi sidumisvõimet. Kui on vaja liimi vedelamaks teha, lisatakse keeva vett ja lastakse keedes liimiga seguneda.



Joon. 341. Kahe poolega liimipott.

Liimipoti peab tulele asetama veega täidetud nõus. Ümbritseva veeta keedes kõrbeb liim ja temasse tekivad söestunud kübemed. See teeb liimi tarvitamiskõlbmatuks.

Raamatuköitmiseks on vaja kahesugust liimi — paksemat ja vedelamat. Paksem liim on veniv, vedelam tilgub tilkadena. Esimest kasutatakse papi ja riide ühendamiseks, teist paberi ja kalinguri jaoks. Et mõlemad liimid oleksid korraga käepärast, peab liimipott olema kahe poolega.

Kliister valmistatakse harilikust rukkipüülist või pehmest nisupüülist. Rukkipüüli-kliistri kleepimisvõimet peetakse paremaks. Kuid ka nisupüüli-kliistril on küllaldane kleepimisvõime, peale selle on ta valgem.

Kliistri valmistamisel ühendatakse jahus olev tärklis keeva veega kliistriks, mida ei tohi enam keeta. Valmistada võib järgnevalt. Kliistripotti pannakse soovitav osa jahu. Jahule lisatakse parajalt juurde sooja vett, mis tärklisega kliistrit ei moodusta. Puust mõlakesega segades ning jahutükke purustades saadakse nõnda valge puder. Siis asetatakse kliistripott pliidile. Pudrule lisatakse vähehaaval juurde keeva vett ja segatakse hoolega, et tekkivaid kliistritükke katki hõõruda. Nõnda vett lisades ja klop-

pides ning segades saavutatakse kliistri soovitav paksus. Ühtlasi jälgitakse kliistri keemismomendi saabumist, mida näitavad esimesed pinnale tõusvad mullid. Mullide ilmudes eemaldatakse kliister pliidilt. Veel parema kliistri saab, kui jahu pannakse eelmisel päeval külma vette likku.

Eelkirjeldatud toimingu juures võivad juhtuda mõningad vead. Kui toorele pudrule kallatakse korraga peale palju keeva vett, siis ei saa rohkes vedelikus tekkivaid kliistritükke kuidagi katki hõõruda. Vett tuleb lisada vähehaaval. Tuleb ka jälgida, et kliister ei saaks liiga vedel. Pigem olgu ta paksem, sest vett võib juurde lisada ka hiljem.

Kliistrit võib valmistada ka teisel viisil. Külmast veest ja püülijahust tehakse hapukoore sarnane vedelavõitu kört. Seda kuumutatakse tulel, vahetpidamatult segades, kuni ta muutub kliistriks. Väiksema kliistrihulga puhul on selline valmistusviis kohasem.

Mõne päeva pärast läheb kliister hapuks. Kuigi kleepida võib ka hapu kliistriga, on siiski parem seda vältida. Ei maksa teha kliistrit korraga palju valmis. Tegemise juures võib kliistrile lisada ka pisut maarjajää pulbrit, mis hapuksminemist takistab.

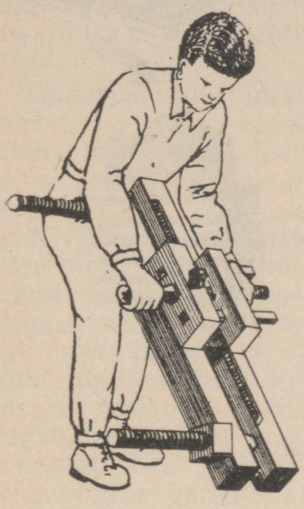
Kartulitärklise kliister valmistatakse samuti. Liimi- ja kliistripoti juurde sobivad lihtsad, rõnga kohalt umbes 1,5 cm läbimõõduga ümmargused pintslid. Neid ei saa kasutada pehmete ning lahtistena, nagu nad on müügil. Sellistena võtavad pintslid endasse liiga palju kliistrit ning nendega ei saa kleepainet õhukeselt ja ühetasaselt võida. Pintsel seotakse ja mähitakse, nagu see on näidatud käesoleva raamatu osas «Harjatöö». Liimipoti jaoks määratud pintslid peavad olema harjataoliselt jäigad. Selleks mähitakse nende harjased pikemalt nööriga kinni. Head on ka lapikpintslid.

2. Mitmesuguseid köitetöid.

Vihikuköide. Vihikuköiteks on sobiv valida kahe vihiku paksusega lihtsamast kirjutuspaberist üldvihik. Võetakse 8 poognat paberit ning volditakse need vihikuformaadiks kokku. Kaanteks sobib aktikaante kartong. Kaaned on otstarbekohane võtta kartongitahvlist nõnda, et nad vihikut kokku rullides painduksid, aga ei murduks. Kokkuvolditud paberipoognad asetatakse üksteise sisse ning siis kaante vahele.

Õmblemine toimub tugeva aktiniidiga. Esimene piste tehakse keskelt seest välja, kusjuures sisse jääb umbes 50 mm pikkune niidiots. Teine piste tehakse umbes 25 mm kaugusel otsast sissepoole ning kolmas umbes 25 mm kauguselt teisest otsast välja. Neljas piste tehakse endisest august keskelt sissepoole, aga niiviisi, et nõel tuleks teisele poole pikka seesmist niiti. Siis tõmmatakse niit pingule ja otsad sõlmitakse kalurisõlmega üle pika seesmise niidi kokku. Niidiotsad lõigatakse lõpuks umbes 5 mm pikkusteks.

Õmblemisele järgneb servade lõikamine, mis on ühtlasi heaks eelharjutuseks raamatuservade lõikamisele. Enne lõikamist tõmmatakse vihikukaantele vastavad pliiatsijooned: otsajooned täisnurkselt vihiku seljajoonega ja esiservajoon seljaga rööbiti. Igast servast võib maha lõigata umbes 5 mm. Lõikamiseks asetatakse vihik erilisele pikipuidust lauale, lõigatav äär piki laua serva. Vihiku ja laua vahele võib pista veel papiriba. See riba hoiab ära lauapoolse vihikukaane võimaliku rebenemise ja aluslaua rikkumise. Siis asetatakse vihik koos lauaga pressi vahele, lõigatav serv pressi küljes oleva lõikamisliistu poole ja lõigatav joon piki pressi külge. Lõikamiseks ei tarvitse pressi eriti tugevasti kinni keerata.



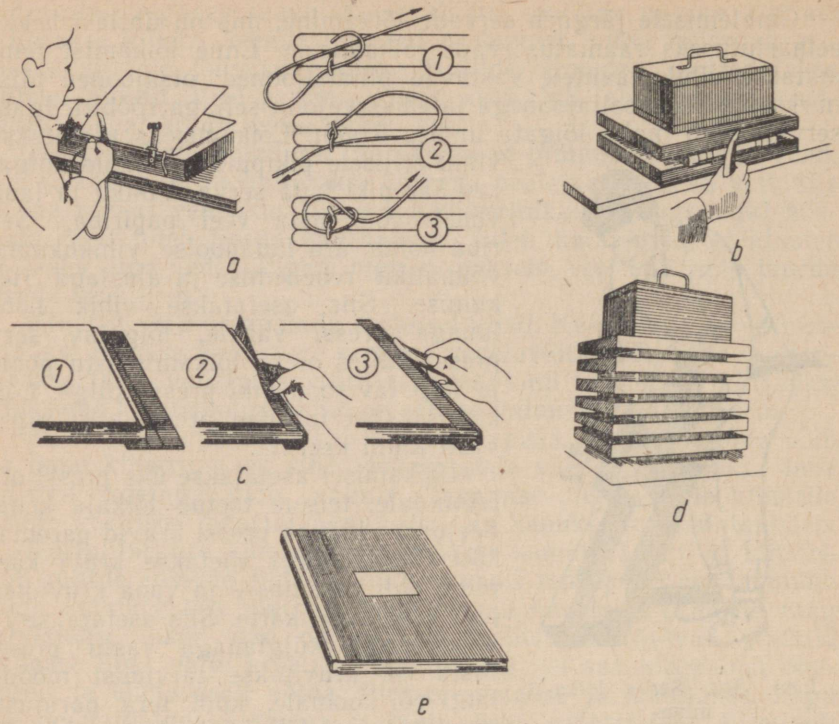
Joon. 342. Serva lõikamine.

Lõikamisel asetatakse üks pressi ots põrandale, teisele toetub lõikaja keha. Seejuures jäävad pressi kruvid paremat kätt. Servahöövel võetakse kruvi käepidet pidi paremasse ja vaba kruviotsa pidi vasakusse kätte. Siis asetatakse ta vasakpoolse külglauaga vastu pressi liistu ja kruvitakse tarvidust mööda lahti või koomale, kuni tera parajasti puudutab vihikut. Liigutades höövlit edasi-tagasi ning keerates vähehaaval kruvi, lõigatakse vihiku serv siledaks. Höövel peab olema terav. Teda peab hoidma kogu lõikamise aja tihedalt vastu pressiliistu. Kruvist võib tera peale keerata vähehaaval, et lõikamine toimuks üsna kergelt ning takistusteta.

Esimene äärelõikamine võib ebaõnnestuda. Siis tuleb serva lõikamist korrata. Lõikamise harjutamiseks võiksid õpilased kaasa võtta vana kalendri või muu vana köite, mille rikkumisest ei ole kahju.

Kui vihiku servad on siledad, kleebitakse vihiku kaanele valge silt. Selle pikkus võiks olla 80 mm ja laius 50 mm. Ta asetatakse kaane keskkohast pisut ülespoole.

Kladeköide. Pappkaantega klade ehk kaustik on koolitöös alati vajalik. Ta on nägus ega kortsu nagu pehmete kaantega vihik. Alguses võiks õpilastega teha kolmevihikulise klade, selline köide ei tule liiga paks, kuid võimaldab selgeks õppida kõik vajalikud töövõtted. Paberipoognad volditakse vihiku formaadiks kokku ja asetatakse neljakaupa üksteise vahele. Kahele niiviisi moodustatud vihikule kleebitakse külge eeslehed. Eeslehtedeks võib olla jooneta kirjutuspaber. Paberipoogen lõigatakse põiki voltimisjoont pooleks ja pooled murtakse vihikusuurusteks lehepaarideks. Siis laotatakse kleepimislauale mingi paber ja asetatakse sellele ees-



Joon. 343. Kladeköide.

a — õmblemine; *b* — selja liimimine; *c* — seljakalinguri liimimine; *d* — kladed vajutuskasti all; *e* — valmis klade.

lehed järgnevalt: üks paar voltimisjoonega aluspaberile, teine paar esimesele nõnda peale, et selle voltimisjoon oleks esimese omast umbes 6 mm kaugusel. Siis teise paari peale mingi sirge servaga paber nõnda, et sirge serv oleks teise paari voltimisjoonest 6 mm kaugusel. Seega on mõlema eeslehe-paari voltimisjoone äärest katmata 6 mm laiune riba. Nii on võimalik ühe võttega mõlemad eeslehe paarid 6 mm laiuselt kliistriga üle määrida. Sellistena kleebitakse eeslehed vihikuile külge, voltimisjooned vihikute seljajoontega ühetasa.

Asetanud kolm vihikut üksteise juurde, seljad ühetasa, pannakse nad kahe presslaua vahele, seljad laudade servadega kohakuti. Nüüd tõstetakse peale vajutuskast, et eeslehed korralikult külge kleepuksid. Vihikute laudade vahel olles tõmmatakse risti üle nende selja järgnevad jooned: esimesed jooned 20 mm kaugusele kummastki vihikupaki otsast, teised 30 mm võrra sissepoole ning kolmandad veel 15 mm võrra sissepoole viimati tõmmatud joontest. Siis lõigatakse õhukesest aga uuest ja tugevast valgest riidest kaks paela, 50 mm pikad ja 15 mm laiad, milledele õmmel-

dakse klade. Õmmeldakse tugeva aktiniidiga. Seejärel võetakse vihikud vajutuskasti alt välja. Keskmisele vihikule, millel eeslehti ei ole, lõigatakse otsmiste pliiatsimärkide kohale terava noaga väikesed sälgud. Siis võetakse ette lõikamislaud, otsaga enda poole. Sellele seatakse eeslehega vihik, eesleht vastu lauda. Laua otsa külge kinnitatakse rõhknaeltega mõlemad riidest paelad, kohtadele, kus vihiku seljal on pliiatsimärkide vahel 15 mm laiused vahemaad.

Õmblemist alustades avatakse laual olev eeslehega vihik keskkohast, asetatakse vasak käsi vihiku vahele ja hoitakse vihikut niiviisi laual paigal. Esimene piste tehakse otsmise, näiteks parempoolse pliiatsimärgi kohalt sisse, jättes välja umbes 50 mm pikkuse niidiotsa. Teine piste tuleb parempoolse paela serva kohalt seest välja. Kolmas piste läheb sama paela pahema serva kohalt sisse ning pael jääb niidi alla. Neljas ja viies piste tehakse niisamuti vasakpoolse paela kõrvalt. Kuues piste tuleb vasakpoolse otsmise märgi kohalt seest välja. Niit tõmmatakse pingule, paelad õigeks ja esimene vihik on õmmeldud. Teise, eesleheta vihiku õmblemine on lihtne. See avatakse samuti keskkohast ja hoitakse vasaku käega paigal. Esimene piste läheb vasakult poolt lõigatud sälgu kohalt sisse. Edasi järgnevad neli paelu ümberhaaravat pistet ja kuues tuleb parempoolsest sälgust välja. Siis pingutatakse parema käega niiti ja vasaku käe pöidlaküünega aidatakse seda teha vihiku vahelt. Silmad aga jälgivad, et vasema otsmise märgi juures teine vihik tõmbuks tihedalt esimese ligi. See tehtud, seotakse niit esialgu välja jäetud niidiotsaga kalurisõlme abil kokku, tõmmates seejuures ka parempoolsed vihikuotsad lähestikku. Seega on teinegi vihik õmmeldud. Kolmanda vihiku õmblemine on eelmisega sarnane. Erandi moodustab niidi lõppsõlm. See tehakse järgnevalt: nõel pistetakse vasema otsmise märgi kohal paremalt vasakule (esimese ja teise vihiku vahelt) neid ühendava niidi tagant läbi ja tõmmatakse niiti järele, kuni moodustub mõne cm pikkune aas. Sellest pistetakse nõel vasakult paremale läbi ja niiti alt üles tõmmates jookseb sõlm kokku. Samuti tehakse veel teinegi sõlm, ning vaba niidiots on kinnitatud seasõra-tüüpi sõlmega. Niidiotsad lõigatakse umbes 5 cm pikkuselt ära ning rõhknaelad võetakse lauast välja.

Järgnevalt kontrollitakse, kas paelte servadest ei ole hargnenud lahtisi lõngu, ja kõrvaldatakse need. Siis kärbitakse paelu nõnda, et nende otste pikkus ei ületaks 20 mm. Parajaks lõigatud paelte otsad kleebitakse esiteks ühelt poolt kliistriga eeslehe külge ja siis, paelu pingutades ning klade vihikuid korralikult koomale surudes, ka teiselt poolt. Sellisena asetatakse klade kahe presslaua vahele, selg 1 mm võrra laudade vahelt väljas. Et paelad ei kleepuks laudade külge, võib mõlemale poole vahele panna tüki paberit. Pärast seda võib kladele vajutuskasti peale tõsta. Klade selg määritakse kliistriga ja hõõrutakse siis seda valtsluu servaga, kuni selg muutub võrdlemisi tasaseks ning kliister tõm-

bub paberisse. Siis jääb klade kuivama, kuni immutatud selg on täiesti tahe.

Kui immutatud kladeselg on küllalt kuiv ja kõva, kleebitakse kladele külge kaaned. Selleks lõigatakse kaks tükki pruuni pappi, mis on ligikaudu klade suurused. Pikem serv lõigatakse noa ja joonlaua abil sirgeks. Siis tõmmatakse klade seljast 5 mm kaugusele mõlemale küljele pliiatsijooned, mis tähistavad kaante tagumiste servade asukohta. Klade eeslehe väliskülg määritakse hästi kliistriga ja siis asetatakse sellele pappkaas nõnda, et kaane sirgekslõigatud serv ühtib pliiatsijoonega. Kaas vajutatakse kätega tugevasti kladele, klade pööratakse ümber ja kleebitakse külge ka teine kaas. Siis asetatakse klade presslaudade vahele ja pannakse raske vajutuskasti alla või raamatupressi vahele kuivama.

Kaante järel kleebitakse kladele seljariie. Selleks sobib 3,5 mm laiune ja klade pikkune kalinguririba. Kalinguriribale tõmmatakse pliiatsiga kaks joont klade selja tähistamiseks. Siis määritakse kalingur liimiga ja asetatakse töölauale. Klade vajutatakse esmalt ühe küljega kalingurile, selg kladepoolse pliiatsijoonega tasa. Siis keeratakse sõrmede või valtsluu abil kalinguri vaba osa tihedalt ümber klade selja. Viimaks vajutatakse valtsluuga kalingur kaante tagaservas olevale 5 mm laiusele pinnale siledalt kinni, joonestades puhtalt välja kaante moodustatud astme. Seljariiet ei asetata kuivamiseks pressi alla, sest pressimine rikuks kalinguri mustri.

Pärast seljakalinguri kuivamist lõigatakse kladel tasaseks esiserv. Selleks tõmmatakse parajale kaugusele seljajoonega rööbiti joon, asetatakse klade selle järgi pressi ja lõigatakse serv varem selgitatud viisil. Esiserva lõikamisele järgneb ilupaberi kleepimine. Ilupaberid lõigatakse klade pikkused ja täpselt klade laiused, kusjuures nende pikemad servad peavad olema täiesti sirged. Kliistriga võitud ilupaberi seljapoolne serv asetatakse 10 mm kaugusele klade seljast, seega 5 mm kaugusele kaane tagaservast. Paber vajutatakse rätiga tihedalt kaanele. Siis pööratakse ümber kaane esiserva 1 cm laiune paberiäär. See kleepub puhtalt kaane valgele sisekülgele. Selle võib sinna rätiga vajutada, mitte hõõruda, sest kliistrist märg paber annab kaane valgele sisekülgele värvi. Võimaliku külgekleepumise vältimiseks asetatakse kuivamise ajaks kaante ja eeslehtede vahele valged kaitsepaberid. Ilupaberi pealekleepimise järel tuleb klade asetada enne paberite ja siis laudade vahele ning panna kuivamiseks vajutuskasti alla.

Kui ilupaberid on kuivanud, lõigatakse kladel otsmised servad tasaseks. Seejuures on soovitav klade nõnda pressi alla panna, et tema seljapoolne külg oleks lõikaja poole. Sellega saab vältida võimalikke seljariide vigastusi ning lahtirebimisi. Kladele kleebitakse peale valge silt.

Paksema klade köitmine ei erine palju kolmevihikulise klade köitmisest. Sälgud lõigatakse ka siis kõigile vahemistele vihiku-

tele. Õmblemisel tuleb lisaks vaid üks võte: kolmanda vihiku õmblemist lõpetades ei tehta sõlme, vaid tõmmatakse niit esimest ja teist vihikut ühendava niidi tagant läbi ning sellega kolmas vihik teistele ligi. Nõnda toimitakse ka edaspidi, kuni õmblemine lõpeb kirjeldatud seasõrg-sõlmega.

Esimese klade köitmine on soovitav teostada kõikide õpilastega üheaegselt, et vältida seletuste kordamist. Seejuures aitavad taibukamad õpilased õpetada neid, kes kipuvad maha jääma. Kuna selliselt töötades koguneb kladesid terve virn, on vajalik nende ühine pressi alla asetamine (iga klade jaoks pressi ei jätku!). Kui esilehed kleebitud, võib kladesid pressilaudadega vaheldumisi vajutuskasti alla asetada terve rida, samuti selja immutamisel kliistriga, kaante külgekleepimisel ja ilupaberi kuivamisel.

Raamatuköide. Köitma asudes on esimeseks toiminguks brošüüri või köidetud raamatu lahtivõtmine vihikutaolisteks trükipoognateks. Brošüüri kaaned tõmmatakse küljest ja lõiganud katki ühendavad niidid, rebitakse trükipoognad ettevaatlikult ükshaaval lahti. Trükipoognate vahet tähistab parema lehekülje allserval signatuur. Vahel trükitakse poogna teisele lehele samuti poogna järjekorranumber, kuid tärnikesega ja ilma pealkirjata. Lahtirebimise kohad on need, kus numbrid on pealkirjaga ja ilma tähekeseta.

Kui poognad on lahti rebitud, puhastatakse nende seljad ettevaatlikult liimist või dekstriinist. Kui kleepaine on liiga kõvasti paberi küljes kinni ja seda ei saa lehti vigastamata ära, võib brošüüri selga veega niisutada.

Sageli on raamat enne köitmist siit-sealt katkenud. Dekstriini ärarebimisel võib mõne trükipoogna väline lehepaar voltimisjoont mööda rebeneda ja lehed lähevad teineteise küljest lahti. Sellise paari ühendamiseks lõigatakse 10 mm laiune ja lehtede pikkune ning nendega võimalikult sarnasest paberist riba. Riba murtakse keskjoone tähistamiseks pikuti kokku. Siis määritakse riba seesmine külg kliistriga ja kleebitakse sellele, keskjoont arvestades, lahtirebenenud lehepaari ääred. Ühendatud lehepaar asetatakse poogna juurde oma kohale. On mõni lehepaar ainult pooleni lahti rebenenud, siis võib ühendav riba olla lühem. Kui mõni leht on üksik, siis määritakse ta siseäär umbes 5 mm laiuselt kliistriga ja kleebitakse leht naaberpoogna külge.

Mõni raamatu leht võib olla rebenenud. Kui rebimisjoon läbib mõlemal leheküljel teksti, siis peab parandama õhukese siidpaberi või pauspaberiga, millest tekst loetavalt läbi paistab. Ühendavad ribad kleebitakse mõlemale leheküljele.

Kui raamatu leht on rebenenud kohast, kus teksti ei ole, on parem nn. rebitav paik. Selline paik pannakse vaid lehe ühele poolele ja võimalikult sarnasest paberist. Rebenenud koht seatakse õigeks, servad kohakuti. Siis määritakse rebimisjoone ümbrus umbes 10 mm laiuselt kliistriga ja kleebitakse peale paik, mis igast küljest ulatub 1 cm võrra üle kleepuva ala. Kui paik on kui-

vanud, rebitakse lahtised servad ära, tõmmates neid paigatud koha suunas. Tekkinud karedad pinnad hõõrutakse valtsluuga tasaseks. Nõnda võib asendada ka rebenenud nurki ning servi.

Raamatu eeslehed võib teha tugevamast valgest paberist, kirjust voodri- või eeslehepaberist. Eesleheks määratud paberi laiuseks võetakse raamatu pikkus. Paberi pikkuseks on kahekordne raamatu laius pluss 4 cm või natuke enam. Eeslehepaber volditakse kokku järgnevalt: kõigepealt murtakse (kirju külg sissepoole) paber ühest otsast kahekorra — raamatu laiusest 5 mm võrra rohkem. Siis pööratakse ümber pealemurtud paberiserva, tema alt väljaulatuv umbes 35 mm laiune äär. Lõpuks murtakse tekkinud kolmekordne paberiäär 5 mm laiuselt kahekorra.

Eeslehe juurde kuuluvad ka riideribad, mis ühendavad raamatu tugevamini kaantega. Selleks sobib valge kalingurriie, millest lõigatakse kaks köidetava raamatu pikkust ja 20 mm laiust riba. Siis võetakse volditud eesleht uuesti lahti ja kleebitakse riideriba kliistriga eeslehe kolmekordse serva vahemise paberi ärapööratud ääre külge. Kui eesleht uuesti kokku volditakse, jääb riideriba paberi 30 mm laiuse ääre alla. Niiviisi kokku pandud eeslehed asetatakse raamatu esimese ja viimase poogna juurde, 5 mm laiune pööratud äär ümber nende poognate selja. Trükipoognate selgadesse lõigatakse saega sälgud nööride ja niidi jaoks. Esimesele ja viimasele poognale ning eeslehtedele sälke ei lõigata. Kõik seesmised poognad pannakse pakki ning lüüakse paki ülemine ots ja selg vastu lauda tasaseks. Siis asetatakse poognad presslaudade vahele, seljad umbes 3 mm väljas, ja pannakse koos laudadega pressi vahele. Raamat õmmeldakse kahele või kolmele nöörile. Kui kasutatakse kahte nööri, siis peab poognate selgadesse lõikama neli sälku. Sälgud kulgevad risti üle poognatepaki selja ning saetakse umbes 1,5 mm sügavused. Otsmised sälgud asetsevad 20 mm kaugusel raamatu otstest. 30-millimeetrise vahemaaga järgnevad neile seesmised sälgud, millesse peituvad nöörid.

Raamat õmmeldakse laugele linasele nöörile. Võetakse kaks paraja pikkusega nööritükki, mis ulatuvad õmblemisraami alusLauast ülemise liistuni; juurde tuleb arvestada sidumisvaru. Nööride otsa seotakse puupulgakesed ja kinnitatakse nendega nöörid raamile. Tõstes ülemist liistu mutrite keeramise teel ülespoole, tõmmatakse nöörid pingule. Ühtlasi seatakse nööride vahe poognatesse lõigatud sälkude järgi parajaks.

Õmblemist alustades tehakse eeslehtedega poognate selgadele pliiatsimärgid vastavalt seesmistesse poognatesse tehtud sälkudele. Kui raamat on paksem ning trükipoognaid palju, peab võtma peenema niidi, et see raamatu selga liiga laiaks ei paisutaks. Kui raamat on õhem ning trükipoognaid vähe, võetakse jämedam niit. See paisutab raamatu selga, annab kumeruse ja esiserva nõgususe.

Raamatu õmblemine on analoogiline klade õmblemisega. Et nööride pikkusest jätkub mitmele raamatule, võib sisemisele raama-

tule peale õmmelda veel teisigi raamatuid. Tingimuseks on ainult, et raamatud oleksid enam-vähem ühesuguse kaustaga ja et nööride jaoks määratud sälgud oleksid lõigatud ühtemoodi. Eriti hea on õmblemisraami juures töötada kahekesi, kui üks õpilane istub ühel ja teine teisel pool raami, pistes nõela kumbki omalt poolt. Raamatud õmmeldud, tõmmatakse nad üksteisest eemale ja lõigatakse nöörid katki nii, et igale raamatule jäävad kahele poole umbes 25 mm pikkused nööriotsad. Neist nööriotstest kinni hoides surutakse trükipoognad korralikult lähestikku. Siis asetatakse nööriotsad järgemööda harutamispleki sälku ja harutatakse valtsluu servaga plekile edasi-tagasi hõõrudes linadeks. Sellistena kleebitakse nööriotsad lehvikukujuliselt eeslehtedele kinni. Nüüd avatakse raamat esimese ja teise poogna vahe kohalt ja kleebitakse teise poogna külge kitsas eeslehe äär. Niisamuti talitatakse ka tagumise eeslehe äärega. Siis määritakse raamatu selg liimiga, nii et liim täidab trükipoognate vahelised vaokesed ning ühendab poognad. Kontrollinud, kas raamatu selg asetseb täisnurga all tema külgedega, pannakse raamat kuivama.

Kui liim on kuivanud ning raamatu selg kõva, lõigatakse esiserv siledaks. Seda tehakse joone järgi, mis on raamatu seljaga täpselt rööbiti. Esiserv lõigatud, niisutatakse selga katvat liimiveega, kuni ta muutub painduvaks. Siis asetatakse raamat küliti lauale, esiservaga enda poole, ja kopsitakse vasaraga piki selja- ja külgpinna vahelist joont. Esiteks ühelt ja siis ka teiselt poolt. Sellest tagumisest kumerdub raamatu selg ja muutub nõgusaks esiserv. Kui seljaliim on trükipoognad korralikult ühendanud, saab nõgu sile, kui aga poognad on üksteise küljest lahti, jääb nõgu astmeline. Väikese arvu trükipoognate ja vähese õmblemisniidi korral tuleb nõgu lame, paksema raamatu puhul aga sügavam.

Järgnevalt lõigatakse tasaseks raamatu otsmised servad. Nende lõikamiseks peab märkjooned tõmbama nurklaua järgi, sest raamatu serva juures paistab väiksemgi eksimus silma. Raamat tuleb lõikamiseks pressi panna õigesti: esiserva nõgu ja selg korrapäraselt, teist otsa lõigates ka esimene lõigatud ots täisnurkselt ja tasaselt. Otste lõikamiseks on soovitav raamat nõnda pressi asetada, et raamatu selg oleks lõikaja poole. Kuna raamat õmblusniidi tõttu on seljast pisut paksem, võib otsi lõigates talle kõrvale asetada paksenemiskohani ulatuvad papitükid. Nõnda hoitakse ära selja liigne kokkupressimine.

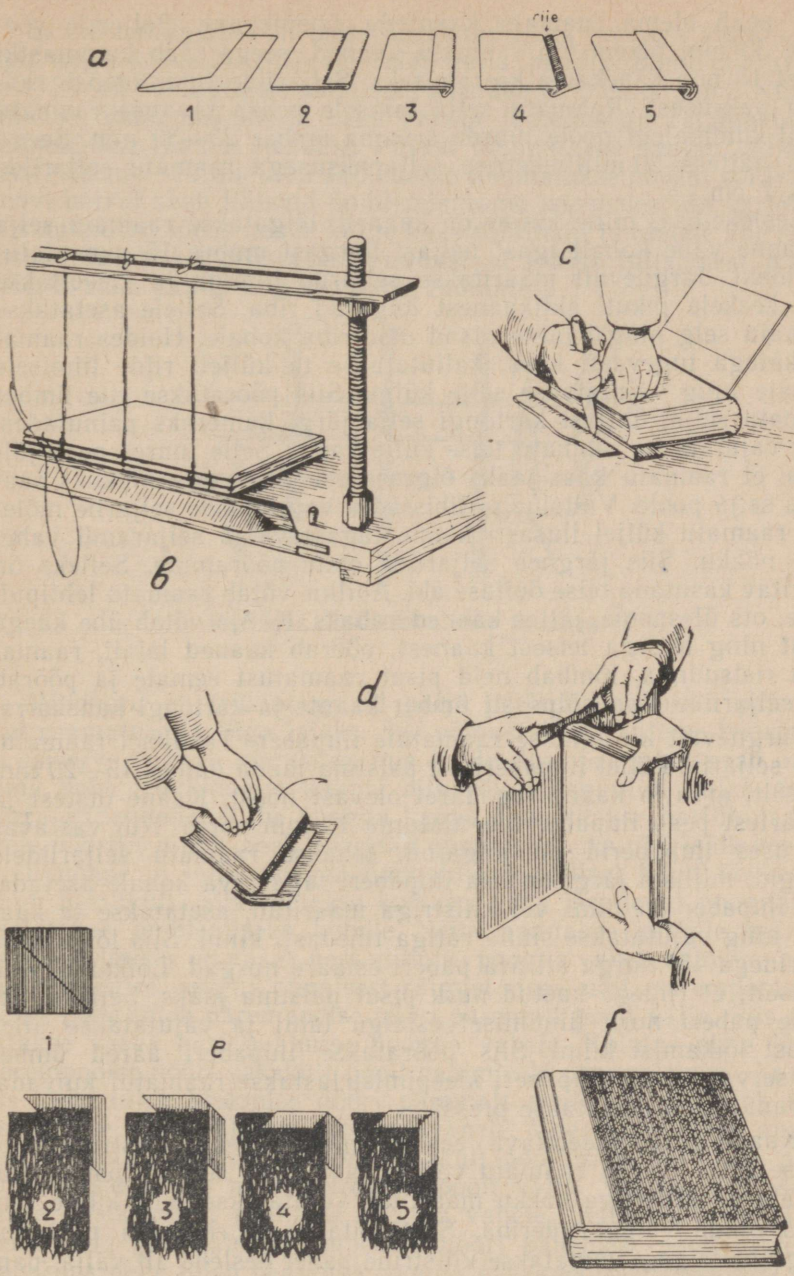
Kui ääred on lõigatud, seatakse raamat kahe ühesuuruse pressilaua vahele nii, et raamatu seljaosa jääb laudade vahelt välja umbes 2 mm võrra, arvates külg- ja seljapinna vahejoonest. Raamatu otste pinnad peavad olema tasased ning täisnurksed külgpindadega. Siis asetatakse raamat koos laudadega pressi vahele ja press keeratakse kõvasti kinni. Raamatu selga vasaraga tagasihoidlikult kopsides antakse raamatu otsavaatele kuju, nagu teda näitab joonis 344. Raamatu liimine selg määritakse kliistriga ja hõõrutakse vasarapinniga. Hõõrudes vallandub suur osa liimi

raamatu seljalt ning seguneb kliistriga. See kõrvaldatakse pühkides. Liim on kuivanult rabe ja sellega kõvendatud raamatuselg murdub, kliister aga imbub koos liimiga seljasse, tehes selle kõvaks ja ühtlasi painduvaks. Kliistriga määrimist ja hõõrumist korratakse. Siis pühitakse ülearune kliister ära ja tõmmatakse valtsluu otsaga välja ka mõlemalt poolt pressilaua ääre ja raamatuselja äärerandi vahelt. See tehtud, kleebitakse kliistriga raamatuseljale paber, näit. tükk ajalehte, mis igalt poolt ulatub tublisti üle kaetava pinna. Siis kastetakse sõrmed kliistrisse ja hõõrutakse paber raamatu selja külge, immutades ta ühtlasi kliistriga läbi. Pärast seda jääb raamat pressi, kuni ta on täiesti kuiv. Edasi saab töötada selle raamatu juures alles järgneval õppetunnil.

Selja määrimisel kliistriga ja vasarapinniga hõõrumisel võib kliistriseks saada ka raamatu ots. Õpilasi peab hoiatama, et nad kliistrit määriksid ja hõõruksid raamatu otsale lähenedes kindlasti keskkoha poolt otsa poole. Siis hüppab vasarapinn otsa ületades raamatust eemale ega puuduta puhast raamatuserva.

Kaanteks lõigatakse kaks tükki pruuni pappi, mis on 15—20 mm pikemad ja umbes 10 mm laiemad raamatu külgpinnast. Papi paksus valitakse raamatu suuruse järgi. Papitükil peab üks serv olema täiesti sirge. Kaas kleebitakse raamatu välise 30 mm laiuse eeslehe osa külge. Selleks asetatakse selle osa ja raamatu vahele raamatust suurem paber, näit. tükk ajalehte, ja määritakse 30 mm laiune eeslehe osa kliistriga. Ajaleht kõrvaldatud, asendatakse see kuiva paberiga ja kleebitakse papp nõnda külge, et selle sirge serv oleks raamatu selja randist umbes 3 mm eemal. Kui kaaned on paksemast papist, peab kaugus olema suurem. On mõlemad kaaned küljes, lastakse neil pressi vahel või vajutuskasti all kuivada. Siis lõigatakse randiga terasjoonlaua abil ühtlaseks kaante servad. Selleks asetatakse joonlaud raamatu ja kaane vahele, nii et rant oleks pööratud raamatu poole ning toetuks vastu raamatu serva. Vajutades vasaku käega raamatule, lõigatakse papp piki joonlaua serva läbi. Lõigatud servade teravad kandid silutakse valtsluuga üle.

Nurgad ja seljariie pannakse kalingurist, mattlinasest või kliistriga immutatud riidest. Kõigepealt kleebitakse külge nurgad, sest hiljem võidakse rikkuda värskelt kleebitud raamatuselga. Nurgad lõigatakse täisnurkse kolmnurga kujulised. Nende saamiseks on lihtne diagonaalselt poolitada kaks ruutu, mille külje pikkus on 50 mm. Saadud kolmnurk määritakse liimiga ja kleebitakse kaanenurgale nii, et selle täisnurka moodustavad ääred on 10 mm võrra üle kaane. Siis lõigatakse riidest ära täisnurk 45°-se viltujoonega kahe kaanepapi paksuse kauguselt nurgast. Siis keeratakse ümber kaane otsa pool olev riideäär, vajutatakse kokku papi nurga juurde tekkiv sopikene ning selle järel pööratakse ümber kaane külje pool olev riideäär. Kui nurgad on küljes, lõigatakse kartongist raamatu selja laiune riba (mõõdetud ümber kumeruse).



Joon. 344. Raamatu köitmine.

a — eeslehe voltimine, *b* — õmblemine, *c* — kaaneäärte lõikamine, *d* — seljariide liimimine, *e* — kaanenurga liimimine, *f* — valmisköide.

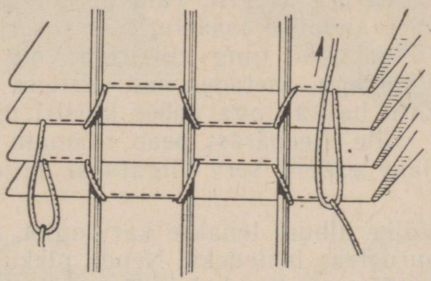
Riba peab olema raamatu kaantega ühepikkune. Seljariie võetakse 30 mm pikem kui raamatu kaaned, seega jääb kummastki otsast 15 mm kahekorra keeramiseks. Seljariide laius oleneb raamatu paksusest. Raamatu selja laiusele peaks tavalise raamatu puhul kummalegi poole juurde arvama umbes 25—30 mm. Seega oleks näiteks 20-millimeetrise seljapaksusega raamatu seljariide laius 7 cm.

Eeslehe-osa, mille küljes on kaaned, lõigatakse raamatu selja ja kaane vahe kohalt igast neljast nurgast umbes 15 mm ulatuses lõhki. Järgnevalt määritakse seljariie liimiga ja kleebitakse talle keskele pikuti aktikaanest lõigatud riba. Sellele asetatakse raamatu selg ning kaante otsad otse riba kohale. Hoides raamatut kätega tugevasti koos, kallutatakse ta küljeli riide liimisele pinnale ning vajutatakse selle külge. Siis pööratakse riie ümber raamatu selja, ühtlasi kartongi selja järgi kumeraks painutades, ning vajutatakse raamatu teise külje vastu. Selle juures peab jälgima, et raamatu kaas jääks õigesse asendisse ega nihkuks raamatu selja poole. Valtsluuga libistades vajutatakse seljariie mõlemal raamatu küljel ilusasti kaane tagaserva ja seljarandi vahelisse nõkku. Siis järgneb seljariide otste pööramine. Selleks on soovitav kasutada teise õpilase abi. Abiline võtab raamatu lehtipidi kätte, ots ülespoole, jättes kaaned vabaks. Köitja võtab ühe käega ühest ning teisega teisest kaanest, pöörab kaaned laiali, raamatuga ristsuunda, tõmbab neid pisut raamatust eemale ja pöörab siis seljariide otsa hõlpsasti ümber kaante ja kartongi kahekorra.

Järgnevalt kleebitakse raamatule ilupaber. Tavalisel raamatul võib seljariie küljel ilupaberi alt paistma jääda umbes 15—20 mm laiuselt, arvates kaane tagaäärel olevast nõost. Kaane otstest ja esiäärtest peab ilupaber üle ulatuma 10 mm võrra. Kui vastavas suuruses ilupaberid on lõigatud, tehakse raamatu seljariidele märgid, milliste järgi on hea ilupaberi tagaserva kohale asetada. Kui ilupaber on liimi või kliistriga määritud, asetatakse ta kaanele ning vajutatakse sinna rätiga tihedasti kinni. Siis lõigatakse kääridega 45° nurga all ära paberi esiääre nurgad. Lõikama peab selliselt, et riidega kaetud nurk pisut paistma jääks. Selleks jäetakse paberi nurk liimimisel esialgu lahti ja vajutatakse alles pärast lõikamist kinni. Siis pööratakse ilupaberi ääred ümber papiserva. Pärast ilupaberi kleepimist lastakse raamatul kuivada, kuivanult aga asetatakse pressi.

Kaane külge kleebitava eeslehe määrimiseks kliistriga pannakse selle lehe ja raamatu vahele raamatust suurem paber. Kui eesleht on kliistriga kokku määritud, vajutatakse selle külge seni vaba olnud valge riideriba. Siis võitakse ka riideriba pealmine külg kliistriga, tõmmatakse kliistrine paber eeslehe alt välja, pannakse selle asemele puhas paber ja vajutatakse raamatu kaas eeslehele peale. Raamatu teisel poolel toimitakse samuti. Raamat asetatakse presslaudade vahele ja nendega pressi või raske vajutuskasti alla.

Esimest raamatut on otstarbekohane köita korraga kogu klassiga nagu kladetki. Siis aga võib tulla puudus õmblemisraamidest. Sageli kasutatakse võtet, mis asendab õmblemisraami. Nimelt lüüakse õmblemislauasse kaks paraja jämedusega raudnaela ja õmmeldakse raamat nendele. Pärast tõmmatakse naelad välja ja nende asemele niitide alla sälkudesse tõmmatakse nöörid või linad. Soovi korral saab lihtsaid õmblemisraame konstrueerida ka lõikamislaudadest, lüües nende külge kaks rõhtliistu ja otstele ühe rõhtliistu. Muudest tööriistadest puudust ei tohiks tulla, sest pressi näiteks saab panna korraga palju raamatuid.



Joon. 345. Õmblemine kahe poognaga.

Mõnikord on trükipoognaid palju ja õmblemisniididid paisutavad raamatuselja liiga laiaks. See põhjustab selja liigse kumeruse ja esiserva sügava nõgususe, mis ei ole ilus. Sel juhul peab õmblema kahe trükipoogna kaupa, mis võimaldab niidi hulka poole võrra vähendada. Kahe poogna kaupa õmmeldakse harilikult kolmele nöörile, niisiis peab poognail olema veel üks nöörisälk keskel.

Esimene ja teine poogen õmmeldakse sellisel juhul ühekaupa nagu harilikult. Siis võetakse korraga kaks järgnevat poognat ja asetatakse õmblemiseks kohale. Neile pannakse keskele märgid vahele. Alguses on vasak käsi alumise poogna vahel. Esimene piste läheb alumise poogna otsmisest sälgust sisse, näit. parempoolsest. Teine piste tuleb parempoolse nööri paremalt poolt välja. Siis asetatakse vasak käsi pealmise poogna vahele. Kolmas piste läheb parempoolse nööri vasakult poolt pealmisele poognale sisse ja neljas piste tuleb keskmise nööri paremalt poolt välja. Vasak käsi asetatakse uuesti alumise poogna vahele. Viies piste läheb alumisele poognale keskmise nööri vasakult poolt sisse ja kuues piste tuleb vasakpoolse nööri paremalt poolt välja. Vasak käsi asetatakse teistkordselt pealmise poogna vahele. Seitsmes piste läheb pealmisele poognale pahempoolse nööri pahemalt poolt sisse ja kaheksas piste tuleb pealmise poogna vasakpoolsest otsmisest sälgust välja. Poognad pingutatakse teistele ligi, niit tõmmatakse vasakpoolse sälgu kohal juba õmmeldud poognaid ühendava niidi tagant läbi. Viimased kaks poognat tuleb õmmelda jälle ühekaupa, et nad tugevamini liituksid.

Selline kahe poogna kaupa õmblemine on kogenematule tülikas ja aegaviitev. Vilunud töötaja võidab aga selle meetodiga tunduvalt aega. Seepärast õmblevad raamatuköitjad ikka niiviisi.

Raamatuselja otstele võib kliistriga immutamist lõpetades kleepida nn. kaptaalpaela, mis tunduvalt tõstab raamatu nägusust. Pael lõigatakse pikuti lõhki. Siis võetakse ühest poolest sobivas pikkuses tükid ja kleebitakse nad liimiga paela kirju serva ulatuses raamatu otspinnale. Paela marlisarnase serva katab paber, mis kleebitakse immutatud seljale.

Raamatukaane kitsa eeslehe-osa külgekleepimisel ei määri kutselised töölised kliistriga paberit, vaid pappi, ja pisut kitsamalt kui eeslehe-osa. See annab ajasäästu, sest siis ei ole vaja vahele asetada kaitsvaid pabereid ning kliistriga võib määrida mitme raamatu kaaned korraga, asetades nad üksteise peale. Kliistriga määritud papi tõttu hakkab aga paber kliistri niiskusest venima ja võib tekitada volte. Seepärast peab raamatu tugevasti pressi asetama. Lahti jääv esilehe serv lõigatakse hiljem noa ja joonlaua abil ära.

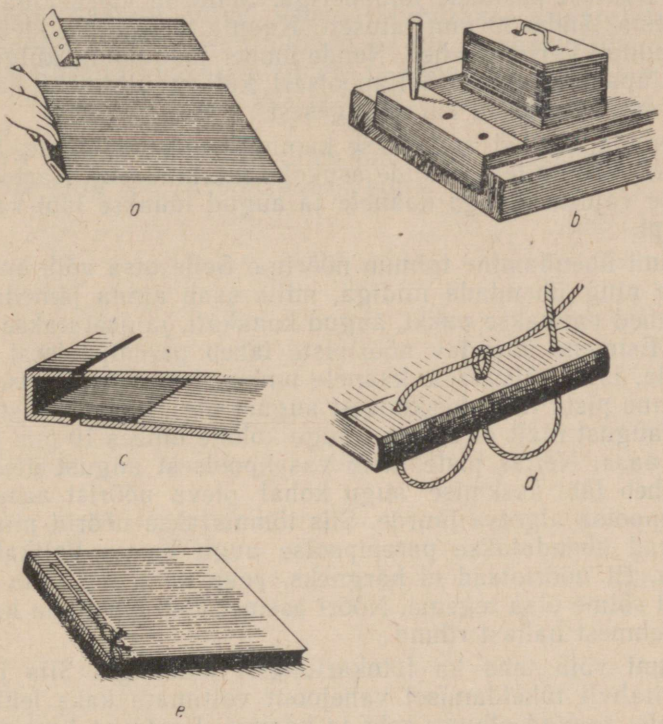
Pildialbum. Väike album tehakse kartongist. See murtakse ja lõigatakse ühesuurusteks lehtedeks. Nende pikkus olgu ligikaudu 250 mm ja laius 175 mm. Saadud kartongilehed pannakse pakki ning lüüakse paki servad vastu laudu tasaseks. Parem on käsitseda karedat kartongi, mis ei libise paigalt ära. Pakk asetatakse siis pressi vahele ja lõigatakse tal kõik ääred servahöövliga siledaks. Maha ei tarvitse lõigata palju, ainult paar mm igast äärest.

Edasi on tarvis iga kartongilehe seljapoolne ots voltida 15 mm laiuselt kahekorra. Nõnda paisutatakse albumi selg paksemaks, et hiljem piltidel oleks albumis ruumi. Voltimise hõlbustamiseks tehakse šabloon. Selleks võetakse 30 mm laiune pruuni papi tükk, mille pikkuseks on kartongilehe laius. Sellele papitükile lõigatakse keskele pikuti murdmist võimaldav lõikejoon ja volditakse ta 15 mm laiusteks poolteks. Kartongilehe äär pistetakse šablooni vahele, see pigistatakse kokku ja siis volditakse lehe äär laual kahekorra. Voltida võib ka kaks lehte korraga. Volditud ääred kleebitakse liimiga lehe külge. Kaks lehte jäävad kaante katmiseks seestpoolt. Nende ääri ei voldita.

Lehtede kahekordsetesse äärtesse lüüakse õõnsa augutorniga kolm auku nööri jaoks. Esimesed augud lüüakse šablooni ühesse poolesse. Teist poolt pidi kinnitatakse šabloon rõhknaeltega lõikamislaua otsa külge, nii et aukudega poole alla korraga mahuks kolm kahekordset kartongiäärt. Aukude löömine toimub läbi šablooni aukude, nagu näitab joonis.

Albumi kaaned võib teha pruunist papist. Kaaned ulatuvad 5 mm võrra üle albumi äärte. Kui lehtede laius on 170 mm, siis lõigatakse kaanteks määratud papid 180 mm laiad. Pikkuseks võib esialgu olla 220 mm. Peale kahe kaane lõigatakse üks papitükk, 180 mm pikk ja 15 mm lai, selja jaoks, ja kaks papitükki, 180 mm pikad ja 16 mm laiad, kaante liikuvaiks tagaäärteks. Otstarbeko-

hane on kaaned kõhe nende väikeste tükkide võrra pikemad teha ja siis otsast maha lõigata. Sel juhul võrdub nende pikkus täpselt kaante laiusega. Kolm väikest papitükki ühendatakse vihiku-kaane-kartongiga liigestega pinnaks, ja see omakorda kaantega, nagu näitab joonis 346. Pappide vahele jääb seejuures iga liigese kohal 4 mm vahemaad.



Joon. 346. Pildialbum.

a — lehtede voltimine; *b* — aukude lõõmine auguraua ja šablooni abil; *c* — kaante taguse moodustamine; *d* — albumi ühendamine; *e* — valmis-album.

Nõnda ühendatud kaasi kokku pannes jääb kartongiga kaetud selg väljapoole, viimati kleebitud kartongiribad jäävad aga sissepoole. Järgnevalt kleebitakse kaantele seljariie. Selleks lõigatakse piki kangast 200 mm pikkune ja 85 mm laiune kalinguritükk. Kaaned asetatakse laiali lauale, kartongiserv ülespoole. Siis määritakse kalingur liimiga ja kleebitakse seljale, kusjuures külgevajutamist alustatakse keskelt. Jõudes sellega 4 mm laiuste nõgudeni, surutakse kalingur enne valtsluuga nendesse nõgudesse ja siis vajutatakse külge ääred. Keeranud kaantel sisekülje üles, pööratakse ümber ääre kalinguri 10 mm laiused otsad. Siseküljele kleebitakse teine kalingur, mis on lehtede laiuse pikkune ja laius

85 mm. Selle kinnivajutamist on sobiv alustada ühest küljest, siis suruda kalingur keskel olevaisse 44 mm laiustesse nõgudesse ja lõpetada teise küljega.

Ühendatud kaante vahele asetatakse albumi lehed. Albumi lehtede esiservast 5 mm kaugemal lõigatakse parajaks kaante pikkus. Soovi korral kleebitakse kaantele ka kalingurist nurgad nagu raamatule. Kaaned kaetakse ilupaberiga. Seljariie võiks albumi küljel paistma jääda 30 mm laiuselt. Kaante siseküljele kleebitakse selleks hoitud kartongilehed. Nende ümber jääb kolme külge 5 mm laiune ilupaberist rant. Seljapoolsest küljest ulatuvad kartongilehed 5 mm kauguseni kaane liigesest.

Valminud kaaned asetatakse kummuli lõikamislauale, kaanele pannakse kartongileht aukude asukoha märkimiseks. Kartong kinnitatakse vajutuskastiga kaanele ja augud lüüakse läbi kalinguri ning papi.

Albumi ühendamine toimub nööriga. Selle otsa võib enne peenendada ning ühendada niidiga, mille saab ajada jäneda nõela taha. Lehed pannakse pakki, augud kohakuti, ja asetatakse kaante vahele. Esimene ühendav nööripiste läheb parempoolsest august ülalt alla, jättes ülemisele kaanele umbes 100 mm pikkuse nööriotsa. Teine piste tuleb keskmisest august üles. Kolmas piste läheb samast august ülalt alla, jättes augu kohale umbes 10 mm pikkuse nöörist aasa. Neljas piste tuleb vasakpoolsest august üles. Viies piste läheb läbi keskmise augu kohal oleva nöörist aasa, viies nööri lõppotsa algotsa juurde. Siis tõmmatakse nöörid pingule ja nööriotsad ühendatakse parempoolse augu juures liblikakujulise sõlmega. Et nööriotsad ei hargneks, peab neid mähkima siidniidiga või sõlme otsa tegema. Nööri asemel võib kasutada ka 5 mm laiust pehmest nahast rihma.

Albumi võib teha ka fotokartongist kaantega. Siis jäetakse kartongitahvli tükeldamisel vahejoont voltimata kaks lehte otsakuti. Neist saavad albumi selg ja kaaned. Vastavat kartongitükki kokku voltida ei ole raske. Et kaaned oleksid nööri kohalt vastupidavad, kleebitakse siseküljele mõlemasse 16 mm laiusesse vahesse teine kiht kartongi. Kui soovitakse, et kaante ääred ulatuksid rohkem üle lehtede servade, peab lehed lõikama väiksemaks. Kõik muu toimub juba eespool kirjeldatud viisil.

Raamatute parandamine. Sageli tuleb kooli või isikliku raamatukogu raamatuid korrastada ja parandada. Tavalisemateks töödeks selles osas on rebenenud ja väljalangenud lehtede kinnitamine, kaanenurkade ja seljariide uuendamine, kaante katmine uue kattepaberiga jne.

Rebenenud lehe parandamist käsitleti juba varem.

Pehmeks muutunud kaanenurki saab tugevdada, kui papikihtide vahele määrida liimi ning nurk üle tõmmata uue riidega.

Murdunud kaanenurga äär lõigatakse 10—15 mm laiuseks lamedaks faasiks, millele liimitakse peale samasuguse faasiga varus-

tatud papitükk. Kuivamise järel tasandatakse jätkukoht kaanega ühepaksuseks ja lõigatakse ääred parajaks.

Purunenud seljariide uuendamisel toimitakse nagu uue raamatu köitmiselgi. Nurkade ja seljariide uuendamise puhul tuleb kaaned katta seest ja väljast uue kattepaberiga.

Kaante köitest eraldumise puhul vabastatakse raamatu esimene ja viimane poogen. Need õmmeldakse uuesti koos eellehtede ja riideribaga raamatu külge. Raamat liimitakse seejärel harilikus korras kaante vahele. Võib toimida ka nii, et raamat õmmeldakse läbi raamatuselja õhukesele riidele ja riide abil liimitakse raamat uuesti kaante vahele. Kaas kaetakse sel puhul seestpoolt uue kattepaberiga.

Täiesti lagunenud köited tuleb lahti võtta, lehed puhastada ja parandada ning siis raamat uuesti köita tavalises korras.

X. MUUD TÖÖLIIGID.

1. Punumistööd.

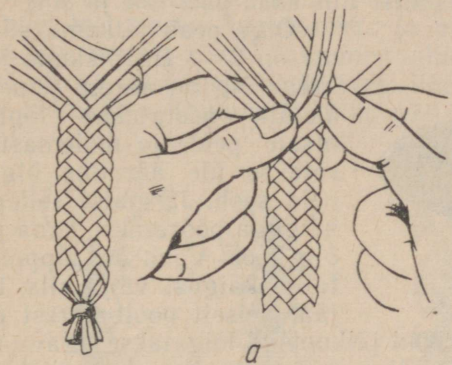
Punumistöid tehakse mitmesugusest materjalist: laastudest, niinest, õlgedest, kõrkjatest, peergudest, juurtest ja vitstest. Vastavalt materjalile ja töötamisviisile võib kasutada neid nii kooli nooremas kui ka vanemas astmes. Punumistöö osa kooli käsitöös oleneb kohapealsetest oludest, sest materjali kättesaadavus ja valmisesemete tarvidus peaksid määrama punumistöö ulatuse ja iseloomu. Näiteks esemete valmistamine peergudest ei ole mõeldav igas vabariigi osas ja õlgkübarate punumine oleks rakendatav ainult maal. Ühte liiki punumistöid peaks iga õpilane siiski tundma.

Ülearune on nõuda ja tehniliselt võimatu korraldada, et iga õpilane teeks tegelikult läbi punumisvõtted ühe ning sama materjaliga hulga esemete juures. Piisaks, kui ühed õpilased valivad ühe töö, teised mõne muu. Kui klassis leidub õpilasi, kes oskavad hästi teha kartulikorvi, siis võiks neil lasta punuda mõni ümmargune või ovaalne randistatud äärega korv, et algajad, kes punuvad kartulikorvi, näeksid seda. Nii on võimalik vitstest punumise võtteid õpilastele tutvustada mitmekesisemal kujul. Sama põhimõtte järgi võib õpetada ka teisi punumisalasid.

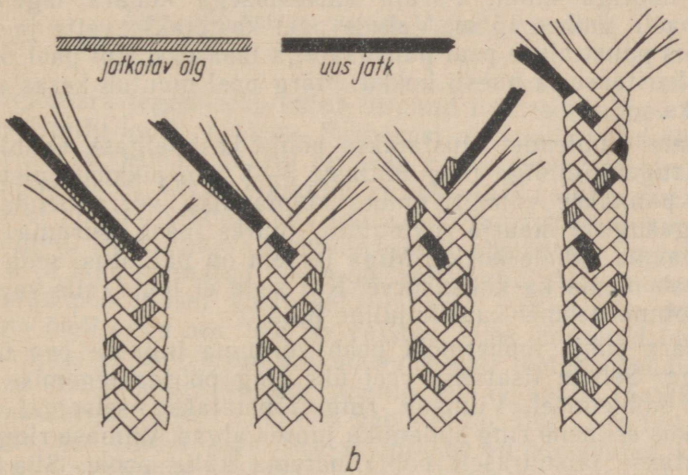
Punumistööd on kooli tööõpetuses väärtuse poolest teisejärgulise tähtsusega, sest siin kasutatakse peamiselt kätteõpitud mehhaanilisi töövõtteid. Kui koolil on olemas nõuetekohane puidutööklass, siis moodustavad punumistööd vaid väikese osa kooli tööõpetuse kavast. Väikese tööriistade hulga juures on aga punumistööde osatähtsus esmajärguline. Mitmekesiselt koostatud töökava võib pakkuda sellises olukorras töötavale õpilasele küllalt töö- ja loomisrõõmu.

Punumine õlgedest. Õlgkübar. Palava ilmaga kannab meelsasti õlgkübarat igaüks, kes töötab niidul või põllul. Õlgkübara jaoks hangitakse õled täiskasvanud rukkist. Kübara pael punutakse õlgede sõlmedevahelistest jätkudest. Sobivamaks jätkuks on ülalt teine. Õlgi lõigatakse noaga. Ühtlasi eemaldatakse kõrrejätku alumist osa ümbritsev torujas leht. Valitud jätkud peavad

olema enam-vähem ühtlase jämedusega. Kõrrejätkusid kulub kübara jaoks umbes niisugune kogus, mida saab kahe peoga ümbert hoida.



a



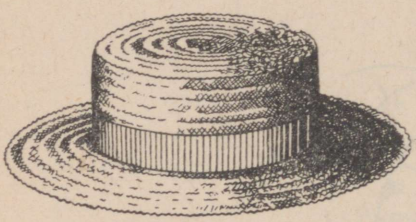
b

Joon. 347. Õlgpaela punumine.
a — punumine; *b* — õle jätkamine.

Paela punumist alustades kastetakse osa õlgi korraks vette ning lastakse vesi nende õõntesse. Leotada ei ole tarvis, sest õled pehmenevad kiiresti. Siis võetakse seitse õlge ning seotakse nad kaheksandaga otsast kokku. Kimbul pööratakse lahtised kõrreotsad ülespidi ja võetakse kätte pealtpoolt sidumiskohta. Hoidjateks on pöidlad ning esimesed ja keskmised sõrmed. Nendega laotatakse õlekimp lehvikukujuliselt punuja ette ning jaotatakse kaheks: ühele poole neli õlge 45°-se nurga all ülespoole ja teisele poole kolm õlge.

Kui paremal pool on neli õlge, algab punumine sealt. Punumise käiku näitab joonis.

Samapoolsed õled peavad olema alati ligistikku ja eripoolsete õlgede vahel ligikaudu täisnurk. Siis saab pael tihe ja sile.



Joon. 348. Õlgkübar.

Õlge peab jätkama siis, kui ots on 2—3 cm pikkune ja jätkatav õlg on äärest teine. Uus õlejätk asetatakse lõppevale otsale peale ja mõlemast keeratakse üle äärmine õlg, mis neid seob. Järgmise sellepoolse käiguga pööratakse vana ja uus õlg koos. Vana õle lõppots jäetakse käigust välja siis, kui ta jääb teiselt poolt äärest pööratava õle ette. Paelale tekkivad jätkuotsad lõigatakse terava noaga ära. See paela külg jääb hiljem kübara pahemaks küljeks ning õmmeldakse sissepoole.

Paela kasvades keritakse see piklikuks nukuks, mis seotakse keskelt nööriga kinni. Paraja äärelaiusega kübara tegemiseks kulub paela umbes 15 m. Valmis pael kastetakse vette ja klopitakse siis puust aluse peal puuvasaraga tasaseks. Kui pael on kuivanud, keritakse ta uuesti kokku. Märg pael muutub keras seistes kollaseks.

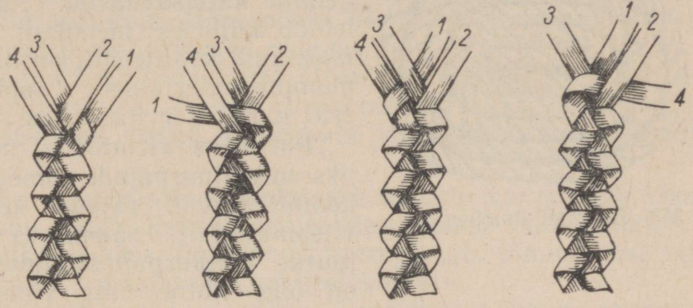
Kübara õmblemist alustatakse põhja keskpaigast. Õmblemine toimub tugeva niidiga ning ühtlaste 3—5 mm pikkuste pistetega. Paelad pannakse vaheliti umbes kolmandiku võrra nende laiusest. Igasuguse kaarja painutuse juures peab suruma paela õmmeldavale kohale kokku. Mida järsem on painutus, seda tugevam peab olema ka kokkusurve. Kui seda ei tehta, siis saadakse tasase pinna asemel kausikujuline pind.

Kübara põhja ümbermõõt peab võrduma inimese pea ümbermõõduga. Sellele lisatakse veel üks ring pöörde tegemise jaoks rummu õmblemisel. Viimane ring lõpetatakse selsamal põhja küljel, kus esimene ring südamiku juures algas. Viimase ringi pael painutatakse täisnurkselt põhja parema külje poole. Siis algab rummu õmblemine. Esimese ringi juures võib paela tarviduse korral nõrgalt venitada, et pööre omandaks täpselt täisnurkse suuna. Hiljem ei ole seda enam vaja, pigemini peab paela pisut kokku suruma. Kübara rumm tehakse umbes 10 cm kõrgune. Lisaks õmmeldakse üks ring paela pöörde tegemiseks ääre õmblemisele siirdumisel. Ring lõpetatakse selsamal küljel, kus lõppes põhja viimane ring.

Pöörde tegemiseks määratud pael painutatakse täisnurkselt väljapoole ning ääre õmblemine võib alata. Esimese ääreringi puhul peab paela üsna tugevasti kokku suruma, et äär omandaks õige suuna. Ääre õmblemine lõpetatakse selsamal küljel, kus rummugi õmblemine. Paela lõppots juhitakse vähehaaval eelmise pae-

laringi alla ja õmmeldakse sinna kinni. Kübarale pannakse ümber rummu paraja laiusega must pael nagu kaabudel. Sisse õmmeldakse võimaluse korral nahkrihm.

Mõnikord soovitakse kübara serva kantida sakilise paelaga. See pael teeb serva tugevamaks ja nägusamaks. Sakiline pael punutakse neljast õlest. Punumist alustades lüüakse õled lahku 60°-se nurga all kahele poole üles: ühele poole üks õlg ja teisele poole kolm õlge. Punumise käiku näitab joonis 349.



Joon. 349. Sakilise äärega õlgpaela punumine.

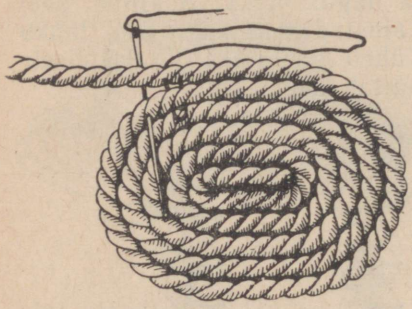
Õlgkübara tegemiseks kulub vilunud inimesel umbes 12 tundi, õpilasel mitu korda rohkem. Seepärast on koolis võimalik õpilastele vaid väiksemal määral õpetada paela punumist ning kübara kokkuõmblemist. On ka võimalik, et üks kübar valmib aasta jooksul õpilastel kollektiivtööna, kus igaüks on kordamööda pununud ja õmmelnud. Päris kübarategemine toimub aga suvel. Paela punudes olgu õled ikka suunatud ülespoole, mitte alla. Alla suunatud õled puutuvad pööramisel vastu keha ja selle vältimiseks peab käed hoidma õieli enda ees. See on väsitav. Üles suunatud õlgedel on vaba ruumi ja käsivarred võivad puhkavalt toetuda kehale. Õletagavara on punudes vasaku kaenla all ja sealt võetakse neid parema käega. Järjest valmivat paela ei tarvitse väga tihti nukuks koguda, see viidab aega. See mähitakse endale ümber keha, üle vasaku õla. Õmblemisel harutatakse korraga lahti mitu meetrit paela ja mähitakse see kirjeldatud viisil endale ümber.

Jalamatt. Jalapühkimise matt on kergesti valmistatav tarvilik ese. Selle tegemiseks vajatakse pikki sirgeid õlgi. Väga hea jalamati võib teha ka kõrkjatest. Selleks kitkutakse õitsema hakanud kõrkjad üles ja lastakse nad varjulises kohas kuivada.

Punumist alates kastetakse õled või kõrkjad vette ja lastakse seejärel pisut taheneda. Mati jaoks punutakse jäme, 1,5 cm läbimõõduga lihtne kahekeermeline nöör. Punumine sarnaneb tavalise linadest nööri punumisega. Sellist nööri kulub paraja suurusega mati jaoks umbes 10 m.

Nöör õmmeldakse matiks kokku linase sidumisnööriga, mille

läbimõõt on umbes 1,5 mm. Õmblemiseks kasutatakse jämedat kotinõela. Pisted tehakse läbi kahe nööri võimalikult nii, et õmblemisnöör peituks nöörivahelistesse pragudesse ega kuluks jalgade pühkimisel.



Joon. 350. Jalamati õmblemine.

Punumine vitstest. Vitsatööde materjaliks on kuuse- või männijuured ja pajuvitsad. Eelistada tuleb viimaseid, sest need on kergemini kättesaadavad. Pajuvitsu leidub külluses metsikult kasvamas, kuid kvaliteedilt on nad tihti punumismaterjaliks sobimatud, eriti toorelt tarvitamiseks.

Parimaks vitsatööde materjaliks on kultuurpajude võrsed. Maakoolid võivad rajada korraliku vitsamaterjali saamiseks kooli juurde kultuurpaju-istandusi. See on õige lihtne ning vähe hoolt nõudev. Kasvukohana eelistab paju savikasliivast, niiskevõitu maad; teda võib kasvatada aiaäärseis niiskemates kohtades. Paju paljundatakse pistikute abil. Need lõigatakse varakevadel enne mahla liikumist. Pistikud võetakse ühe aasta vanustest siledaist vigastamata võrseist 250—300 mm pikkuste kepikestena, mille tüveots lõigatakse teravaks. Pärast pistikute lõikamist järgneb kohe nende istutamine umbes 350 mm sügavuselt läbikaevatud maasse. Istutatakse ridadesse, jättes pistikute vaheks 200 mm ning ridade kauguseks ükstéisest kuni 500 mm, et võimaldada paremat harimist. Istutamisel kasutatakse istutamispulka, et vältida koore kärisemist. Ka pistikute lõikamisel tuleb hoiduda koore vigastamisest. Sobivaks lõikamisvahendiks on aiakäärid. Pistikul jäetakse mullast välja 3—4 kasvupunga.

Pajuliike on palju, kuid vitsamaterjaliks saab kasutada kõige paremini vits- ehk korvpaju (*Salix viminalis*). Vitspaju võrsed on rohekashallid. Vitsad on tal saledad ja vintsked, sobivad hästi lõhestamiseks. Vesi- ehk loogapaju (*S. triandra*) kasvab jõe- ja ojakallastel, selle vitsad on pisut lühemad. Halapaju (*S. acutifolia*) võrsete koor on punakas ja kaetud sinaka kirmega. Et viimase võrsed on peened ja vintsked, sobivad nad punumismaterjaliks ka lõhestamata kujul.

Esimesel suvel annab iga pistik 2—4 lüheldast kasvu. Parim saak saadakse 3.—8. kasvuaastal. Seejärel hakkab vitsasaak kahanema ning lõpeb umbes 15 aasta pärast.

Vitsu lõigatakse igal aastal. Kui soovitakse, et istandus annaks rohkesti saaki, siis lõigatakse kasvud ajavahemikul, mil taime mahlad ei liigu — hilissügisest varakevadeni. Sel ajal on vitsad kõige vintskemad ja neid on hea kasutada koorimata kujul.

Soovitakse aga vitsu kauemaks ajaks tagavaraks hoida ja tar-

vitada kooritud materjalina, siis lõigatakse võrsed kevadel koore pakatamisel. Kooritud vitsad sorditakse jämeduse ja pikkuse järgi ning hoitakse kuivas ja varjulises kohas. Päikese käes vitsad pruunistuvad, vihma käes aga muutuvad halliks. Talvel lõigatud vitsu saab koorest vabastada kas keetmise või kunstliku mahla liikumise tekitamise teel. Keetmisel keeratakse vitsad kimpudeks kokku ja keedetakse kuni koor lahti tuleb. Selliselt kooritud vitsad on helekollase värvusega. Mahla kunstlik liikumine tekitatakse sel teel, et hoitakse võrseid soojas ruumis tüvepidi kuni 10 cm ulatuses vees. Mõne päeva pärast läheb koor lahti ning vitsad jäävad peale koorimist valgeks.

Kooritud ning kuivatatud vitsad muudetakse tarvitamiskõlblikeks leotamise teel. Toored vitsad on hapramad kui kuivatatud ja hiljem leotatud vitsad. Koorimata vitsu tarvitatakse ainult toorelt.

Vitste koorimiseks kasutatakse lõhega varustatud koorimislauda või -pulka. Esimene neist kinnitatakse millegi külge, kuna teine hoitakse käes. Pakatanud koorega vits tõmmatakse latv ees läbi lõhe ja vabastatakse sel teel koorest.

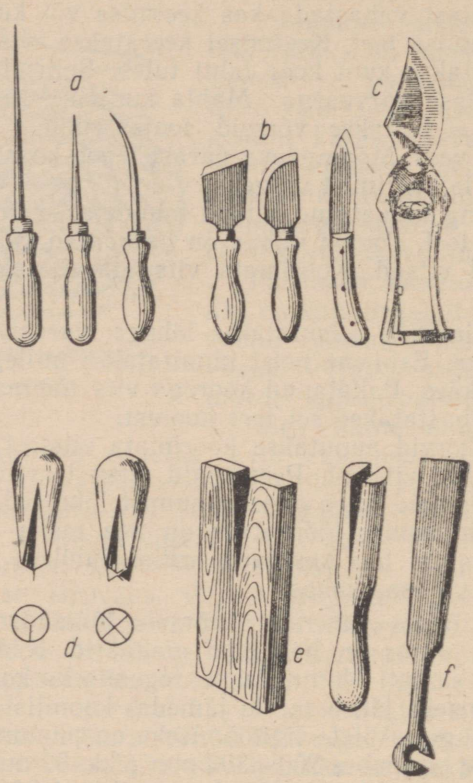
Lihtsamad korvid punutakse koorimata vitstest, paremad aga valgetest kooritud vitstest. Peenemaid vitsu tarvitatakse ümmargustena, jämedamaid tuleb enne punumist lõhestada.

Vitsatöö tähtsamaks tööriistaks on hea tasku- või pussnuga. Erilõigete jaoks on hea kasutada erilisi lühikesi nuge, millega saab töötada ka kitsas kohas.

Väga praktiliseks vahendiks võrsete lõikamise, tükeldamise, kärpimise jne. juures on harilikud aiakäärid. Kääridega on töö kiire ja kerge, samuti ohutu. Augu tegemiseks korvi koesse või vitsa painutamiseks läheb tarvis jämedat koonilist ora. Ora peab olema kaunis tugev. Vitste ligilöömiseks on punumisel vaja kloppimisrauda. See on umbes 250—300 mm pikk, 30 mm lai ja 10 mm paks. Raua servad on kumerad, ots on viilitud käepideme kujuliseks ja varustatud haagiga, mille abil saab keppe koolutada või kõverusi õigeks painutada. Peale eelnimetatute on tarvis veel vitste lõhestamiseks lõhestajat, mida iga õpilane võib valmistada sireli-, jalaka- või õunapuust ehk ka metallist, luust ning kunstsarvest. Vitsa võib lõhestada kaheks, kolmeks või neljaks. Lõhestaja valmistamiseks võetakse umbes 8 mm pikkune ümmargune kõvast puidust pulk, mille üks ots viilitakse või lõigatakse vitsa kahekslõhestamiseks kiilukujuliseks. Kolmekslõhestamiseks tehakse kolm pikkamisi võrdselt kalduminevat sälku, neljakslõhestamiseks aga neli sälku. Lõhestaja ots omandab seega kolmeharulise või risti kuju. Lõhestaja teine ots tehakse poolkerakujuliseks.

Enne lõhestamist leotatakse vitsad pehmeks. Olenevalt vitsa jämedusest ja vee soojusest võtab see aega pool kuni kaks tundi. Vitsa peenike latv kõrvaldatakse ja ots lõhestatakse noa abil kaheks, kolmeks või neljaks. Seejärel lükatakse vits lõhestaja abil

lõhki, kusjuures lõhestajat tuleb suunata võimalikult piki vitsa. Lõhestatud vitstel on kolmnurkne ristlõik ja seetõttu nad punumiseks ei sobi. Punumiskõlvuline materjal saadakse lõhestatud vitsu hööveldades.



Joon. 351. Vitsatööriistu.

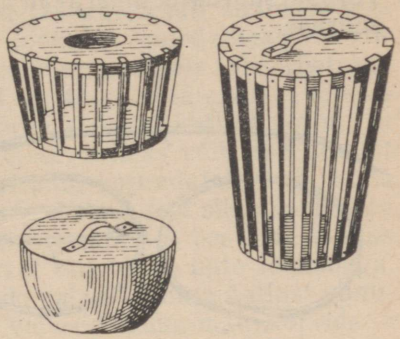
a — naasklid ja orad; *b* — noad; *c* — vitsakäärid; *d* — vitsalõhestajad; *e* — vitsakoorijad; *f* — kloppimisraud.

On mitmesuguseid vitsahöövleid. Praktilise vitsahöövli võib valmistada ise. Selleks võetakse puitklots (kask) mõõtmetega 260 × × 100 × 80 mm, mille ühte otsa tehakse sisselõige 100 × 90 × × 10 mm. Lõiketera alt kaetakse klots raudplaadiga. Siis võetakse samast puidust klots mõõtmetega 100 × 90 × 60 mm, mis asetatakse põhjaga eelmise klotsi sisselõikesse. Sellesse klotsi on puuritud horisontaalselt auk lõiketera varre jaoks ning vertikaalne piklik auk klotsi tõste- ja kinnituskruvi jaoks. Väike klots kinnitatakse ühest otsast hingega suure külge.

Lõiketera on teritatud ühelt poolt. Teine ots on varustatud kandilise varrega, mis lõpeb kruviga. Tera pikkus on 100 mm, laius

40 mm, vars klotsist läbiulatuv. Tera tõstmiseks on olemas leht- või spiraalvedru, mis asetseb ümber kinnituskruvi. Soovitud paksuse saamiseks tõmmatakse vits vähemalt kaks korda tera alt läbi, latv ees. Seejuures surutakse ta põidlaga tugevasti vastu alusklotsi, vastasel korral tõuseb vits üles ja tera lõikab ta läbi. Vitsahöövli korraliku töötamise tagab lõiketera rööpseis alusklotsiga ja korralik teritusviis. Kirjeldatud viisil vitsu hööveldades saadakse küll õhukesed vitsad, kuid laiuselt on nad veel erinevad: tüvedest laiemad, latvadest kitsamad. Sellest hoolimata võib neist punuda üsna nägusaid töid.

Vitste leotamiseks kasutatakse tünni, kuid pikemate vitste mahutamiseks see ei kõlba. Sobivam vahend on laudadest või plekist tehtud küna, mille pikkus on 2000 mm, laius 300 mm ja sügavus 250 mm.



Joon. 352. Korvivormid.

Üldiselt on koolis mõeldav lihtsate korvide punumine, kuid taibukamate õpilastega võib läbi võtta ka mõned raskemad tööd. Kuna kooliõpilane on igasuguste vitsatööde jaoks ikkagi algaja, siis tuleb korvile sobiva kuju andmiseks kasutada mudeleid või vorme. Vormide abil saavutatakse juba esimeste töödega üsna häid tagajärgi. Nende valmistamine on lihtne ja õpetaja poolt jagatud näpunäidete kohaselt võivad õpilased neid ise valmistada.

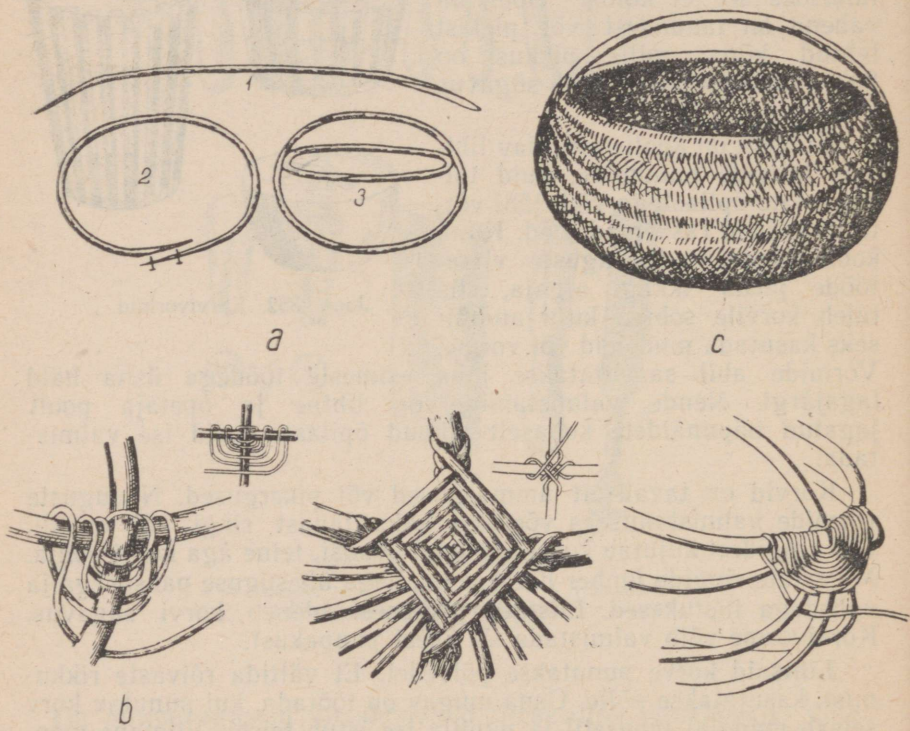
Korvid on tavaliselt ümmargused või pikergused. Niisuguste vormide valmistamiseks võetakse kaks lauast ringi või ovaali. Üks ringidest kujutab korvi pealmist avaust, teine aga korvi põhja. Mõlemate ringide ümber lüüakse naeltega ühesuguse paksusega ja vahedega liistukesed. Liistude pikkusest oleneb korvi sügavus. Korvivorme võib valmistada ka ühest puupakust.

Lihtsaid korve punutakse põlvedel. Et vältida rõivaste rikkumist, kasutatakse põlle. Üsna mugav on töötada, kui punutav korv seisab madalal taburetil ja punuja ise istub teisel. Viimane moodus sobib eriti hästi ümmarguste korvide punumiseks. Et korv maha ei kukuks ja punumisel ringi ei pöörleks, selleks torgatakse läbi korvi põhja pingi sisse ora.

Kartulikorv valmistatakse koorimata vitstest või juurtest. Et materjali pole tarvis ette valmistada, siis edeneb niisuguse korvi punumine üsna ruttu.

Töö alustamiseks on esmalt vaja korvivõrusid. Selleks võetakse kaks siledat kadaka-, sarapuu-, paju- või kuuseoksakeppi, mille läbimõõt on 15—20 mm. Nendest keppidest painutatakse kaks

võru. Enne võrude kokkukeeramist lõigatakse kepi mõlemad otsad vastaskülgedest umbes 150 mm ulatuses õhemaks ja koolutatakse järk-järgult käte või põlvede vastu, et proovida keppide ühtlast painduvust. Kui kepp sel viisil on muudetud elastseks, keeratakse ta võruks, nii et kepi tüveots kataks ladvaotsa väljastpoolt. Võru seotakse esialgu jätku kohalt nööriga kinni, hiljem lüüakse jätk läbi kahe naelaga või kinnitatakse peenikese traadiga. Üks võrudest olgu nii palju väiksem, et ta mahuks teise võru sisse. Kui soovitakse saada veidi pikergust korvi, siis koolutatakse võrud ovaalsemaks, kusjuures jätkukoht jäetakse võru lamedamasse külge. Võrude suurused määravad ühtlasi kindlaks ka korvi ligikaudse suuruse.



Joon. 353. Kartulikorvi valmistamine.
a — võrud; *b* — punumise alustamine; *c* — valmis kartulikorv.

Kui võrud on valmis, järgneb nende kokkupanek. Väiksem võru asetatakse suurema võru sisse risti ning puutekohtadest lüüakse naelad läbi. Siis algab punumine. Selleks valitakse ühtlane pikk vits. Punumist alustatakse võrude puutekohtadest vitsa ladvaga. Kummassegi ristumiskohta punutakse esialgu üks vits. Seejärel katkestatakse punumine ja alustatakse lookade panemist. Looka-

deks valitakse 4 paju-, kuuse- või kadakakepikest, mille pikkus oleks vähemalt pool võrust ja jämedus natuke suurem punumisvitstest. Kepikesed koolutatakse elastseks ja tüveotsad lõigatakse seestpoolt pikkamisi teravaks. Terav ots torgatakse punutise alguspõimingusse, kuna looga pikkuse mõõtmise järel ka teine ots samasuguselt teritatakse ja teise põimingusse torgatakse. Nõnda asetatakse kohale kõik neli looka. Lookade pikkusi võrreldakse ja mõõdetakse võrude poolkaarte pikkuste järgi, kusjuures looga pikkus võiks olla võrust natuke suurem, kuna sellega saab korvile anda sobiva üldkuju. Kui kõik neli looka on kohal, järgneb punumine, mida alustatakse vitsa ladvaga. Punumist jätkatakse korvi mõlemast otsast, kuni lookade vahed jäävad küllalt suureks. Seejuures painutatakse vajaduse korral lookasid lamedamaks või kumeramaks ja surutakse punumisel üksteisest eemale. Siis võetakse jälle kepikesi ja tehakse uued loogad, asetades neid endiste vahele, pidades silmas lookade pikkuste mõõtmisel korvi ühtlast vormi. Et loogad jääksid püsima õigesse asendisse, selleks võib nad keskelt nööriga üksteise külge siduda. Korvi põhi kujundatakse nii, et ta jääks põhjavõruga tasaseks (või ka nõgusaks), sest siis seisab korv hästi paigal. Punumist mõlemast otsast jätkates peetakse silmas lookade vahet, et neid tarviduse korral täiendada uute lookadega. Suured, samuti ka liiga kitsad lookade vahed ei anna ühtlast punutist, seepärast tuleb pidada parajaid vahesid. Suuremate korvide ja jämedama materjali puhul võivad lookade vahed punumiskohas olla 50—60 mm, väiksematel korvidel 30—40 mm. Ühtlase punumispinna saavutamiseks tarvitatakse enam-vähem ühesuguse jämedusega vitsu, kusjuures peenike ladvaots lõigatakse ära. Punumist alates pistetakse vitsa ots looga kõrvale punumissilma, vitsa tüvi jäetakse lõpetamisel korvi siseküljele.

Et punumisel on vitsamaterjal toores ja tõmbub hiljem kuivades kokku, tuleb hoolitseda selle eest, et vitsad tihedalt kokku surutaks. Muidu kuivab korv hõredaks ja inetuks. Punumist toimetagu nii, et parema käega pistetakse vits läbi lookade, vasaku käega surutakse seda järjest lookade vahelt sõrmedega ligi. Vitste ligisurumiseks võib aeg-ajalt kasutada ka ligilöömislauda.

Raskemaks tööks osutub korvipunumise lõpetamine, mis toimub korvi põhja all. Selleks kasutatakse head vintsket vitsa, mida õmblemise moodi lookade vahelt läbi pistetakse. Lõpuks kärbitakse lühikse noaga korvi seest väljaulatuvad otsad ning korv ongi valmis.

Joonisel on kujutatud veel teistsugune kartulikorvi punumise alustamine. Selle puhul punutakse võrude ühenduskohtadesse lõhestatud vitsad nn. korvisilmad. Nõnda alustades saab kummalegi poole kohe paigale asetada neli looka. Edasine töö toimub sarnaselt eespoolkirjeldatuga.

Lihtsaid kartulikorvist väiksemaid marjakorve võib valmistada samuti nagu kartulikorve. Marjakorvi materjal peaks olema kooritud, peenike ja elastne. Hästi sobib kasutada lõhestamata ja lõhes-

tatud pajuvitsu ning juuri. Kui seda materjali on õpilastel või koolil olemas, siis võib sellise korvikesega alustadagi vitsatööd.

Turukorvi valmistamine võib koolis kõne alla tulla vahest siis, kui puuduvad võimalused muude tööalade ulatuslikumaks käsitlemiseks. Turukorvi tegemiseks võetakse kooritud materjal. Keskmise suurusega turukorvi jaoks kulub 11 umbes 8 mm jämedust keppi, neist neli 300 mm ja seitse 200 mm pikad. Edasi läheb vaja veel kaks painduvat 10 mm jämedust ja 850 mm pikkust keppi, umbes 180 peenikest 600 mm pikkust lõhestamata vitsa ja mõned pikad lõhestatud vitsad.

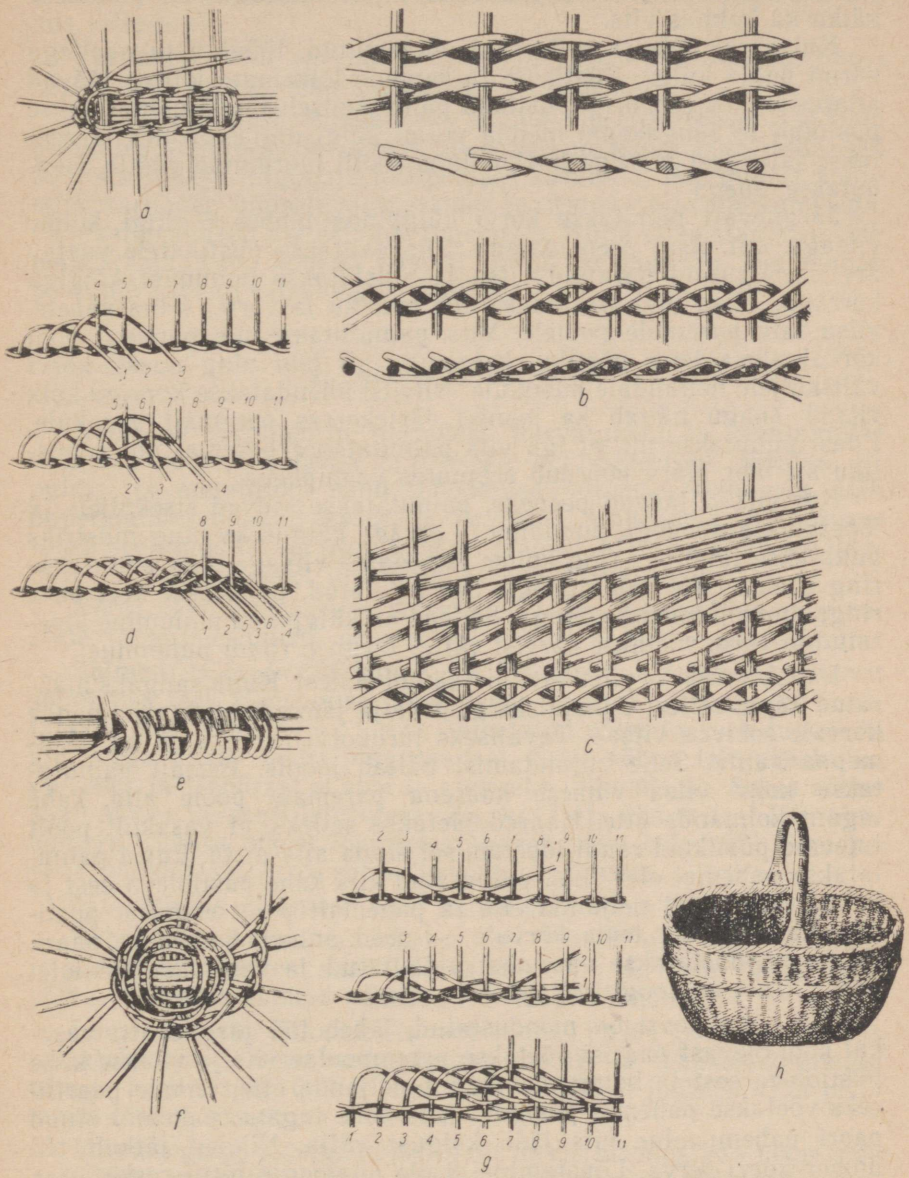
Tööd alustatakse ovaalse põhja tegemisega. Neli pikemat keppi lõigatakse pisut lapikuks, seitsme lühema keskosa lõhestatakse ja pikemad kepid torgatakse läbi lõhede. Lühemad harvendatakse pikemate suhtes parajate vahemaadega, nagu näitab joonis. Nii saadakse põhja sõrestik.

Põhja punumine toimub nn. kahe vitsaga punumistehnikas ja seda alustatakse joonisel 354 kujutatud viisil. Iga punutise ring haarab nöörina endasse põhja sõrestikukepid. Punutav koht on punujast eemale pööratud ja põhi pöördub töötamisel pikkamisi vastupäeva. Vitsa lõppedes jätkatakse see uuega, asetades uue vitsa lõppeva tüve alla või ladva ladva alla. Peale paari ringi punumist painutatakse otsmised kepiotsad kiirtena laiali ja jätkatakse punumist iga kepivahe kaudu. Tarbe korral pannakse nurkadele lisakepikesi juurde nagu kartulikorvile looki. Edasi punudes surutakse hoolega punutist kokku.

Paraja turukorvi põhi võib olla umbes 270 mm pikk ja 170 mm lai. Kui on olemas sobiv vorm, siis lõpetatakse põhja punumine umbes 10 mm võrra enne vormi põhja mõõtmete saavutamist. Viimased vitsad võivad lõppeda ladvaga, mis hargnemise vältimiseks tõmmatakse eelmise punutisringi vahele. Siis lõigatakse põhja serva juurest kääridega ära ülejäänud kepiotsad ja tasasest põhjast väljapaistvad otsad.

Järgmisena pannakse külge püstikud, mis otstarbelt vastavad kartulikorvi lookadele. Selleks valitakse pisut jämedamad ühepikkused vitsad, millel otsad teritatakse ühelt küljelt lõigates. Iga äralõigatud kepiotsa kõrvale torgatakse üks või kaks sellist vitsa, olenevalt sellest, kuidas saadakse neile parajad ühtlased vahed. Seejuures peavad püstikute teritatud otste lõikamata küljed olema kõik põhja välisküljel. Põhja keskpaika risti läbistava kepi otste kõrvale pistetakse püstikute asemel 850 mm pikkused kepid, mille otsad on enne ühest küljest pikalt teritatud ning pehmeks leotatud või keedetud.

Edasi punutakse kolme jämedama vitsaga üks ring, mis katab äralõigatud põhjakeppide otsad ja on põhjale randiks. Kolme vitsaga punutis sarnaneb kolmekeermelise nööriga, mis haarab endasse püstikute tüved. Ringi alustamist ja punumist näitab joonis. Ühe vitsa tüvi asetatakse püstiku alla ja vits painutatakse üle kahe püstiku kolmanda alla. Teise vitsa tüvi asetatakse esimese



Joon. 354. Turukorvi valmistamine.

a — põhja punumine; *b* — kahe ja kolme vitsaga punumine; *c* — punumine ühekordsete kaldvitstega; *d* — «kolmepaarirandi» punumine; *e* — sanga punumine; *f* — ümmarguse korvi põhja punumine; *g* — lameda randi punumine; *h* — turukorv.

vitsa tüvest paremal pool oleva püstiku alla ja vits painutatakse samuti üle kahe püstiku kolmanda alla. Analoogiliselt pannakse käiku ka kolmas vits.

Kui korvi põhi ja selle rant on punutud, lüüakse ta naeltega vormi põhja külge. Püstikute ja keppide lõikamata küljed jäävad allapoole, siis ei murdu püstikud painutamisel. Edasi painutatakse püstikud ja sangakepid mööda vormi külgi ühtlaselt üles ja seotakse latvadest nööriga kokku. Juhuslikult murdunud püstik asendatakse uuega.

Järgnevalt punutakse korvi külgpinda umbes 6 ringi kolme vitsaga, ent pisut peenematega. Siis valitakse püstikutele vastav arv ühesuguseid parajaid vitsu ja alustatakse punumist kõigiga korraga. Vitsa tüvi asetatakse ühe püstiku ja vormi seina vahele, vitsa latv paremale poolele. Vits painutatakse üle paremal pool kõrval oleva teise püstiku, kolmanda alt läbi ning uuesti korvi välisküljele neljandale püstikule. Niiviisi ühendatakse korviga kõik vitsad (nagu näitab ka joonis) järjekorras paremalt vasakule. Edasi punutakse nii, et iga vits painutatakse paremal oleva püstiku alt läbi. Korv pöördub seejuures vastupäeva.

Kui vitsad jäävad peeneks, painutatakse ladvad siseküljele ja lõpetatakse nendega punumine. Latvade katmiseks ning mustriks punutakse jälle üks ring kolme jämedama vitsaga. Siis punutakse ring ühekordsete kaldvitstega. See lõpetatud, punutakse veel paar ringi kolme peenema vitsaga. Sellega on külgpinna punumine lõpetatud ja vorm võetakse korvist välja. Järgneb randi punumine.

Rant punutakse püstikute ülejäänud otstest. Kuna sangaks määratud kepid sellest punumiskäigust välja jäävad, pistetakse nende kõrvale sobivad vitsad. Tavaliseks turukorvi randiks on nn. «kolmepaarirant». Selle kujundamist näitab joonis. Esmalt painutatakse kolm vitsa väikese kaarena paremale poole alla, kahe tagant kolmanda ette. Kaared jäetakse selleks, et vasakult poolt tulevaid püstikuid randi lõpetamisel sinna alla pista. Edasi painutatakse pahemal olev juba painutatud vits kahe püstioleva eest ja kolmanda tagant neljanda ette ja pahemalt poolt esimene püstiolev kahe tagant tema kõrvale — need annavad esimese paari. Edasi moodustatakse vasemast painutatud ja vasemast püstiolevast vitsast analoogiliselt teine ja siis ka kolmas paar.

Kui kolm paari on moodustatud, läheb töö järgnevalt: vasakul pool olevast paarist võetakse parempoolne vits ja viiakse kahe püstioleva eest ja kolmanda tagant neljanda ette, temale paariliseks võetakse pahemal püstiolev vits kahe tagant; pahemal olnud paari pahempoolne vits jääb käigust välja. Niiviisi jätkub töö ümber korvi serva. Lõpetamine ei ole analoogia tõttu raske.

Korvi sanga tegemiseks lõigatakse sangakeppide ülemised otsad seesmiselt küljelt pikkamisi lapikult teravaks. Siis painutatakse kepp looka ja torgatakse ots läbi randi võimalikult sügavale vastasküljel oleva kepi kõrvale punutisse. Nõnda moodustatakse kahest kepist koosnev sang. See kaetakse tavaliselt lõhesta-

tud vitstest mähisega. Nägususe mõttes on keppide moodustatud pealisvaos veel kolmas vits. Mähis kulgeb mõned korrad selle alt, siis jälle pealt.

Turukorve võib värvida peitsiga ja pärast üle lakkida. Soovi korral võib korvile teha kaunistusi emailvärviga.

Töid peergudest. Punumiseks sobivaid peerge toodetakse vaid üksikutes kohtades. Seepärast tuleb peerud koolil muretseda, kui neid soovitakse tingimata tööõpetuses kasutada. Peergudest punumine sarnaneb üldiselt algklassides teostatava laastupunumisega, vahe on peamiselt materjalide tugevuses. Kuna vitsaistanduse võib endale rajada iga kool ja vitstest korvid on nägusad, siis suudab peerutöö vaevalt vitsatööga võistelda.

2. Nööri- ja võrgutöö.

Nööri- ja võrgutöö on tööoskuse, kasvatusliku ja loomingulise väärtuse poolest vähema tähtsusega kui peamised tööalad — puidu- ja metallitöö. Kuid tööõpetuse mitmekesistamiseks võib õppetundides edukalt kasutada ka nööri. Vahendeid ja tööriistu läheb seejuures tarvis üsna vähesel määral. Materjale, alates linadest kuni valmisnööri ja niidini, leidub küllaldaselt.

Nööri käsitsemisoskuse aluseks on sõlmede sidumise omandamine ja mitmesuguste nöörist või niidist esemete valmistamine.

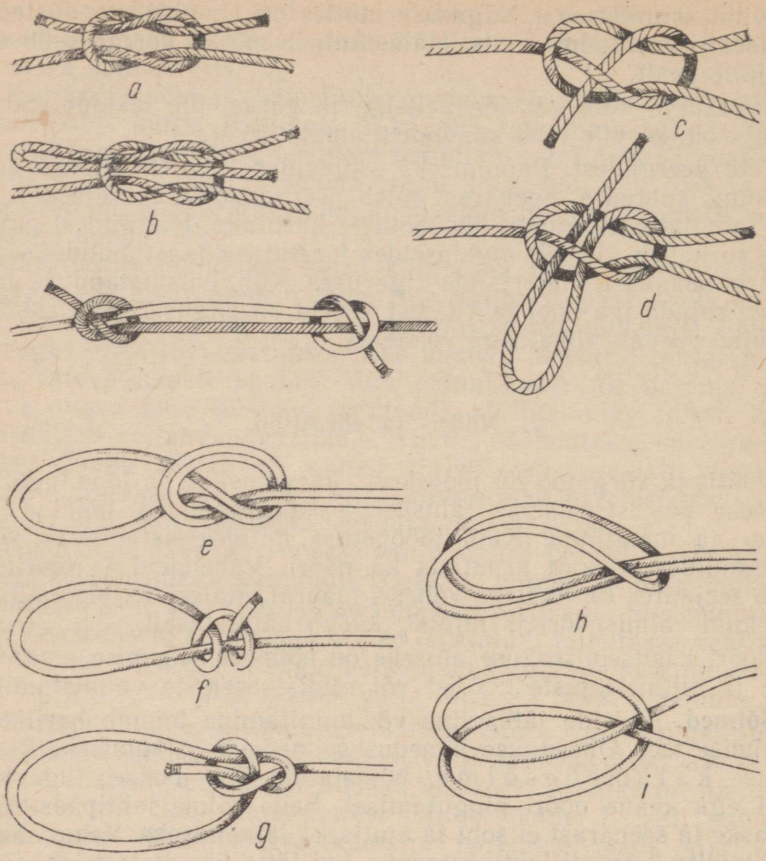
Sõlmed. Nööride jätkamine või kinnitamine toimub harilikult sõlmimise teel. Ühesuguse jämedusega nööride jätkamiseks kasutatakse k a l a m e h e s õ l m e. Nimetatud sõlm jookseb tugevasti kinni ega avane nööri pingutamisel. Selle sõlme lahtipäästmine on raske ja seepärast ei sobi ta ajutiseks jätkamiseks. Sama sõlme saab muuta kergesti lahtivõetavaks, kui jätta üks otstest läbi tõmbamata. Sellest otsast tõmmates avaneb sõlm hõlpsasti. Niisugusena nimetatakse seda sõlme jooksvaks sõlmeks.

Jätkamiseks ja ümber aasa sidumiseks sobib jätkusõlm.

Sõlme valmistamiseks tehakse aas, millest otsa läbi-, ümbert- ja vaheltpistmise teel saadakse valmis sõlm. Et sõlm oleks lahtivõetav, selleks jäetakse viimane ots läbi tõmbamata.

Libedate otste jätkamiseks sobib nn. j õ h v i s õ l m. Selleks asetatakse kaks otsa vastassuunas rööbiti ja tehakse kummagi otsaga harilik sõlm ümber teise nööri. Seejärel jookseb sõlm pikemaist otstest tõmmates tugevasti kokku.

Mitmesuguste sidumiste puhul on tarvis moodustada nööri otsa aas. Neid on mitut liiki. 1. Nööri ots pannakse kahekorra, seotakse saadud kahekordse nööriga sõlm. Sõlmest väljaulatuv rõngas on püsiva suurusega aas. 2. Kui tahetakse saada kinnilibisevat ehk l i u g l e v a t a a s a, siis moodustatakse nööri lühema otsaga seasõrg ümber teise haru. Pikemast otsast tõmmates libiseb aas kinni. 3. Kui soovitakse saada aasa, mis ei libise kinni ja



Joon. 355. Sõlmed.

a — kalamehesõlm; *b* — jooksev kalamehesõlm; *c* — jätkusõlm; *d* — jooksev jätkusõlm; *e* — aas; *f* — liuglev aas; *g* — surnud aas; *h* — silmus; *i* — seasõrg.

mida saaks siduda ümber eseme, siis seda tehakse järgmiselt. Aasa ümber eseme asetades heidetakse aasa pikema haruga veel väike aas, nagu näitab joonis. Siis pistetakse lühem haru pealt läbi väikese aasa, viiakse üle pika haru ja võetakse tagasi läbi väikese aasa. Nõnda oleks surnud aas valmis.

Esemete ümber ja kimpude kokkusidumiseks tarvitatakse üldtuntud silmust ja seasõrga.

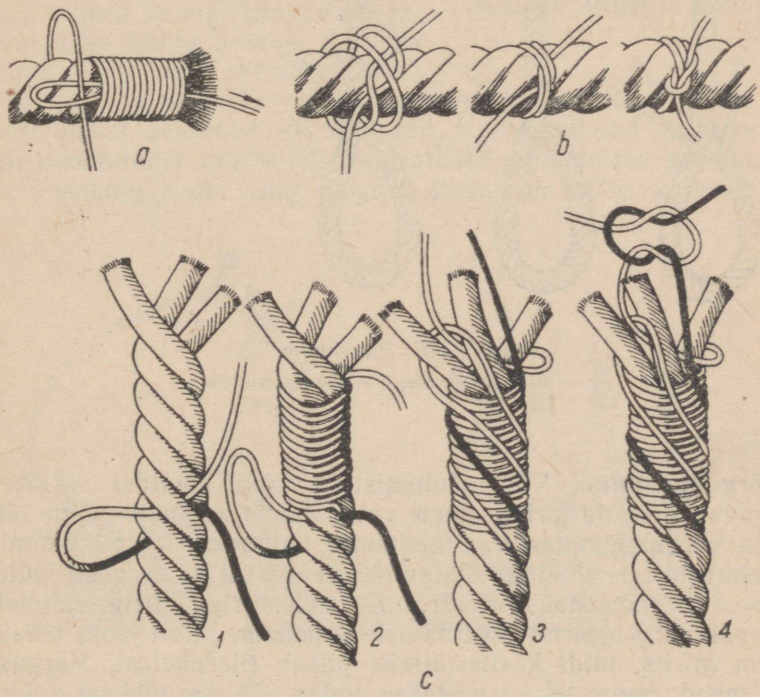
Nööri otsa kinnitamine. Igasuguse nööri ots hargneb sidumatult. Selle vältimiseks mässitakse ümber nööri otsa peenike nöör või lõng. Mässimise viise on mitu, kuid on tähtis, et mähis peab kindlalt ümber otsa püsima.

Üks mässimise viise on käsitletud harjatöös pesunuustiku juures, kus lõpetamisel ots tõmmatakse aasaga mässitud nööri alla.

Teine mähis on kergesti tehtav, kuid vähema vastupidavusega ja sobib paremini peenemate nööride sidumiseks (joon. 356).

Kolmas viis on raskem, kuid kindlalt püsiv ja sobib eriti jämedate nööride sidumiseks. Esmalt aetakse niidist aas läbi nööri keermete vahelt. Seejärel mässitakse pikem ots nööri poolt otsa poole. Mässimis-otsa lahti jättes tuuakse aas ja teine mässimisnööri ots ringiviimise teel seotava nööri otsa juurde. Aas asetatakse seotava nööri ühe keerme ümber. Esimest sidumisnööri otsa aasast läbi võttes pingutatakse nööri mõlemast otsast ja tehakse seotava nööri harude vahele kalamehesõlm.

Plessimine. Olulise tähtsusega on nööride jätkamine ilma sõlmedeta, mis takistaksid nööri libisemist. Seda tehakse plessimise teel. Plessimiseks on tarvis koonusekujulist pulka (malspiik). Vastavalt nööri jämedusele harutatakse nööri keermed lahti 5—20 cm ulatuses. Olgu nöör kolme- või neljakeermeline, töö on ikka analoogiline. Kõige pealt lükatakse lahtiharutatud keermed vaheliti kokku. Et nöörid oma asetusest välja ei libiseks, seotakse ühe nööri keere lisapaelaga teise ümber kinni. Siis kaalutakse nööri vastaspoolelt üks keermeist üles ja selle alt pistetakse üks lahtine keere risti läbi. Samuti võetakse 2., 3. ja 4. lahtine keere ja piste-

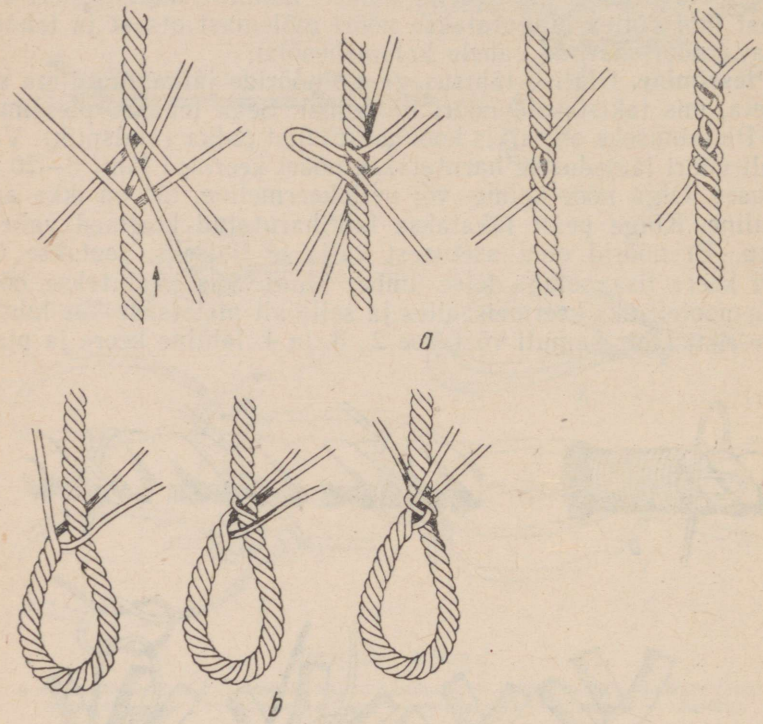


Joon. 356. Nööri otsa kinnitamine.

a — otsa kinnitamine kinnitusnööri allatõmbamisega; *b* — sõlmimisega; *c* — jämeda kõie otsa kinnitamine.

takse vastas olevate keermete alt läbi, kuni otsad lõpevad. Kinniseotud paela vabastades tehakse teisel pool samuti. Et plessimise lõpetus ei kujuneks järsuks, võib otsi harutamise teel peenemaks muuta.

Nööri otsa on mõnikord tarvis teha nägusamat liikumatut aasa, näiteks ohjadele rõngaga ühendamisel. Seda saab samuti teha plessides.

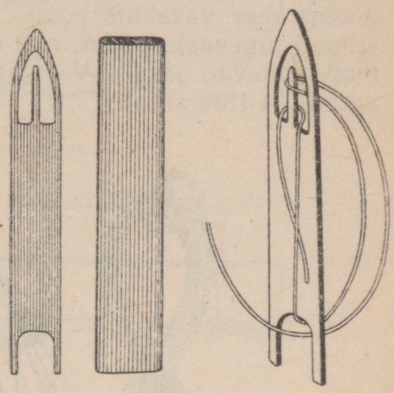


Joon. 357. Plessimine.
a — jätku plessimine; *b* — aasa plessimine.

Võrgukudumine. Võrgukudumistöid võib koolides kasutada mänguvahendite ja tarbeesemete valmistamiseks, kuid eriline tähtsus on võrgukudumisel rannaäärsetes kohtades. Võrgukudumine on mehhaaniliste võtetega tehtav töö, seepärast ka kergesti õpitav. Olulisemaks tööriistaks on võrgunõel ehk piirits. Piirits valmistatakse puidust, vineerist või traadist. Jämedama nööri jaoks tehakse suurem piirits, niidi käsitsemiseks piisab fileenõelast. Võrgusilmade moodustamiseks kasutatakse umbes 250 mm pikkust puidust või vineerist lauakest. Lauakese laius peab vastama võrgusilma suurusele.

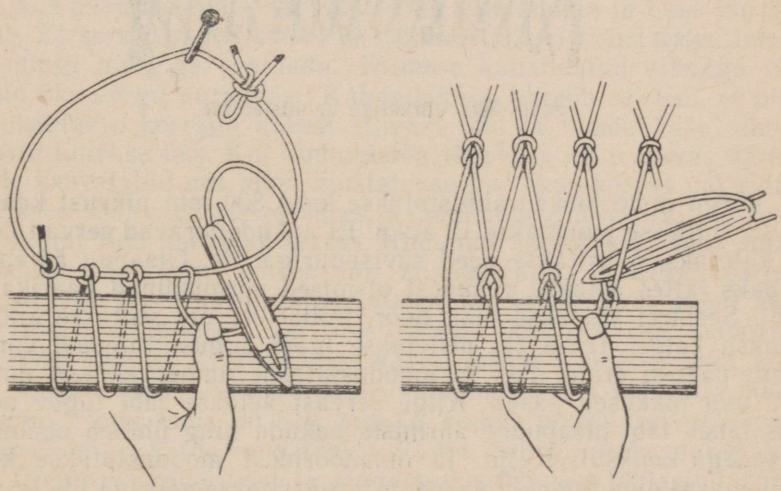
Võrgukudumist on soovitav alustada jämedamast nöörist valmistatava võrguga, sest suuremate silmadega võrgu kudumine on kergem ja sõlmede moodustamise õppimine ülevaatlikum. Võrgutöös esineb kalamehesõlme ja jätkusõlme tüüp. Kalamehesõlme tarvitamine sobib kaldruudulisele võrgule, jätkusõlm rohkem ristruudulise võrgu valmistamiseks.

Võrgukudumist võiks alustada võrkkiige valmistamisega. Võrkkiik kootakse kaldruuduliselt. Heaks tööks on ka ühiselt kootav ristruuduline võrkpallivõrk. Kui nimetatud esemeid kollektiivtöödena pole võimalik teha, siis võivad õpilased kudumistehnika õppimiseks valmistada lauatennise võrgu, võrkkiige mudeli jm.



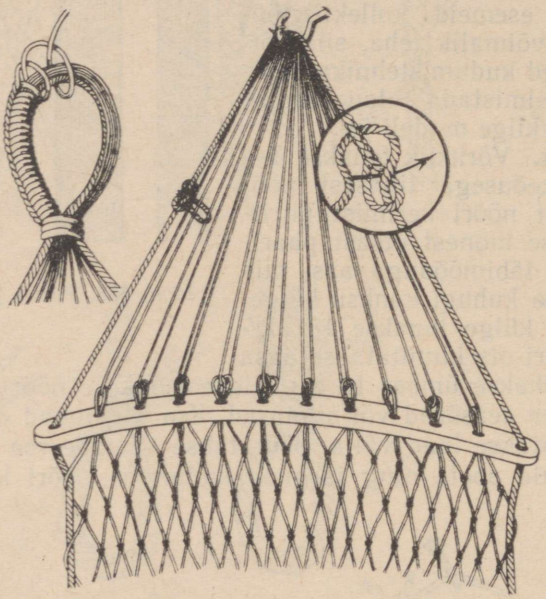
Joon. 358. Piirits ja silmalauake.

Võrkkiik. Võrkkiik tehakse 3—5 mm jämedusega linasest nöörist. Pärast nööri kerimist piiritsale tehakse mõnest otsast paarikümne cm läbimõõduga aas, mis kinnitatakse kuhugi konksu külge. Selle aasa külge luuakse 18 algsilma. Nööri ots kinnitatakse aasa külge ja tehakse ümber 10 cm laiuse lauakese nööri heites aasanööri ümber seasõrad või silmused. Kui algsilmad on moodustatud, tõmmatakse laud välja, pööratakse silmade rea parempoolne äär vasakule poole ning järgneb kudumine nööri katkestamata.



Joon. 359. Kaldruudulise võrgu kudumine.

Nöör heidetakse eest taha ümber lauakese, pistetakse eest taha läbi aasa ning suunatakse vasakule, võetakse siis vasakult paremale üle mõlema aasanööri ja pistetakse tagant ette läbi aasa ning ümber aasa parempoolse nööri. Võrgusilm tehakse seega kahe pistega. Pahema käe pöial hoiab nende vahel nööri tagasi libisemast. Nii jätkub töö terve silmaderea valmimiseni. Järgmise rea alustamiseks tõmmatakse jälle laud välja ja pööratakse rea parempoolne serv vasakule poole. Iga rea valmissaamisel tõmmatakse silmad tugevasti kokku, sest esialgu on nöör paindumatu ning silmad annavad järele. Võrkkiige pikkuse saamiseks tuleb kududa umbes 24 rida silmi.

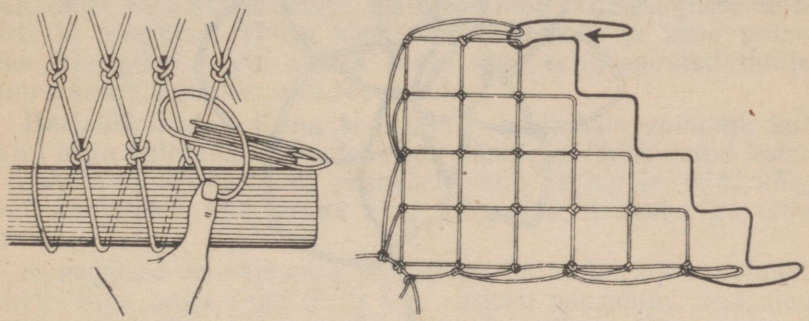


Joon. 360. Võrkkiige valmistamine.

Võrgu otste jaoks valmistatakse kaks 800 mm pikkust kaarjat puud, millesse puuritakse 12 auku. Et aukude teravad servad nööri ei kulutaks, puuritakse need süvispuuriga üle. Otsapuu ääreauke vabaks jättes aetakse aukudest otsmised võrgusilmad paarikaupa läbi. Seejärel võetakse pikk nöör, mille üks ots seotakse kuhugi konksu külge. Teine ots pistetakse igast august tulevast võrgusilma-paarist eraldi läbi ja moodustatakse ümber konksu umbes 500 mm pikkused aasad. Kiige servast aetakse läbi tugev nöör, mis läheb läbi otsapuude äärmiste aukude ning ühineb otsanööri aasadega konksul. Külje- ja otsanööridest moodustatakse kiige mõlemasse otsa tugevad aasad, mis mässitakse nööriga üle ja millega saab kiike üles riputada. Et kiige küljenööride pikkus oleks

reguleeritav, selleks plessitakse võrgu ühte otsa mõlemale küljenöörile sidumiseks aasad, nagu näha joonisel 360.

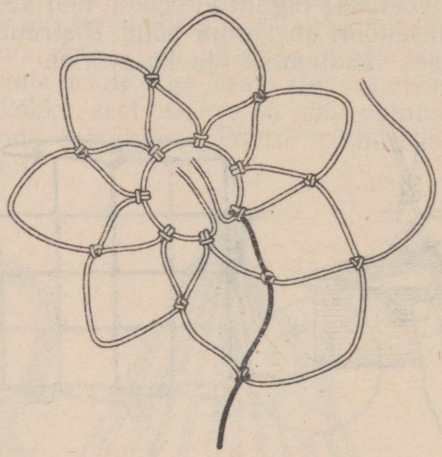
Võrkpallivõrk. Ristruudulise võrgu silmade ning sõlmede moodustamist kujutab joonis 361. Nöör suunatakse eest tahapoole ümber lauakese, võetakse tagant ettepoole läbi aasa ja heidetakse ümber mõlema aasanööri ühekordne sõlm. Ristruuduliselt kootakse võrkpalli-, tennise-, lauatennise- ja kalavõrku.



Joon. 361. Ristruudulise võrgu kudumine.

Pallimänguvõrgud on ristküliku-kujulised. Tööd alustatakse võrgu nurgast. Esialgu luuakse ainult kaks silma. Lauda välja võttes ja tööd ümber pöörates kootakse teine rida, kusjuures juurde luuakse veel üks silm viimasesse aasa. Edasi töötades luuakse iga rea lõppedes üks silm juurde, nii et iga reaga laieneb võrk ühe silma võrra. Kui võrgu laius arvatakse käes olevat, muutub töö käik. Siis hakatakse ühest servast silmi kahandama ja teise juurde looma. Et servi kahandamisel ja loomisel ära ei vahetataks, tuleb nad mingi märgiga eraldada. Esimese kahandatud silmaga on loodud üks võrgu nurkadest. Kahandamine toimub sel teel, et piirits pistetakse korraga kahest silmast läbi ja nende kahe silma asemele luuakse üks. Kui kudumisrea lõppedes on teatavas ääres juurde kasvatatud uus silm, alustatakse harilikus korras uut rida. Lõpetades seda rida teises ääres, kahandatakse üks silm ja alustatakse uut rida harilikus korras. Kudumist jätkatakse, kuni juurdeloodud silmadega võrgu äär annab välja soovitava võrgu pikkuse. Töö lõpetamisel kahandatakse iga kudumisrea lõpul üks silm, s. o. vastupidiselt töö alustamisele, kus iga rea lõppedes loodi silm juurde. Alustusnurga vastasnurgas seotakse kaks viimast silma kokku. Võrkpallivõrgu silmalaua laius võib olla 80—100 mm, võrgu laius on 910 mm ja pikkus pingutatult 975 cm. Võrgu ülemisse äärde õmmeldakse 50 mm laiune kahekordne riideriba. Ülemisest riideribast ja alumistest silmadest läbiaetud nööride abil tõmmatakse võrk mänguväljakule üles.

Võrkkott. Kaldruuduliselt on võimalik mõlemaid eelkirjeldatud sõlmi kasutades kududa võrkkotte (näiteks koroonalaua jaoks, sibulavõrguks, korvpallikorviks, heinamärsiks jne.). Võrkkotti kootakse ümberringi. Tööd alustatakse nagu võrkkiigegi juures sil-



Joon. 362. Võrkkoti kudumine.

made loomisega, ent seejuures jäetakse kudumisnööri alustusots kaunis pikalt vabaks. On tarvilik arv silmi loodud, sõlmitakse nööri alustusots piiritsa juurest tuleva nööriga. Tööd jätkatakse ringi kududes, kusjuures iga ringi järel seotakse nöörid uuesti. Koti põhja moodustamiseks kroogitakse alustussilmad nööriga kokku. Kotisuu kokkutõmbamiseks kasutatakse samuti vastavat nööri.

3. Harjatöö.

Harjatööst koolis. Tööõpetuse mitmekesistamiseks saab tagajärjekalt rakendada ka harjatööd. See pakub õpilastele jõu- ja huvikohast tegevust ning väärib seepärast tähelepanu teiste töövaldkondade kõrval.

Harjatöö, nagu seda kooli ulatuses saab teostada ja soovitavaks pidada, on piiratud teatava šabloonilisusega. Harja valmistamine tugineb, nagu võrgu- või mõni teine punumistöögi, mehhaanilistele töövõtetele, mis korduvad kõikide harjade juures. Kuid harjatöö on huvi ja vaheldust pakkuv, eriti seks puhuks, kui vastava klassi või riistade puudumine takistab tööõpetuse edukat läbiviimist.

Harjatööks on vaja vähe tööriistu. Samuti on kergesti kättesaadavad sellised materjalid, nagu jõhv ja vanad harjapuud, mis muidu asjatult hävitatakse. Vanast materjalist uue loomist tuleks

siin eriti rõhutada, sest see õpetab õpilastele kokkuhoidu. Maaoludes võiks näiteks piimatööstuste vanu harjapuid koolis otstarbekalt ära kasutada.

Hari on puhastamis- ja pesemisvahend. Kodudes kasutatakse tavaliselt põranda-, riide- ja saapaharju, põrandate ja esemete pesemiseks aga kaltse, mille väärtus puhastamisvahendina on küsitav ning hügieeniliselt sobimatu. Harju saab eriti otstarbekalt kasutada pudelite, vaaside, piimanõude, sakiliste ja reljeefornamentidega varustatud nõude, toalillede ning mitmesuguste muude esemete pesemisel. Harju kasutatakse ka käte ja keha pesemiseks. Harjatöid kavva võttes saaks kool eeltähendatud mõtteid tänuväärselt tegelikku ellu rakendada.

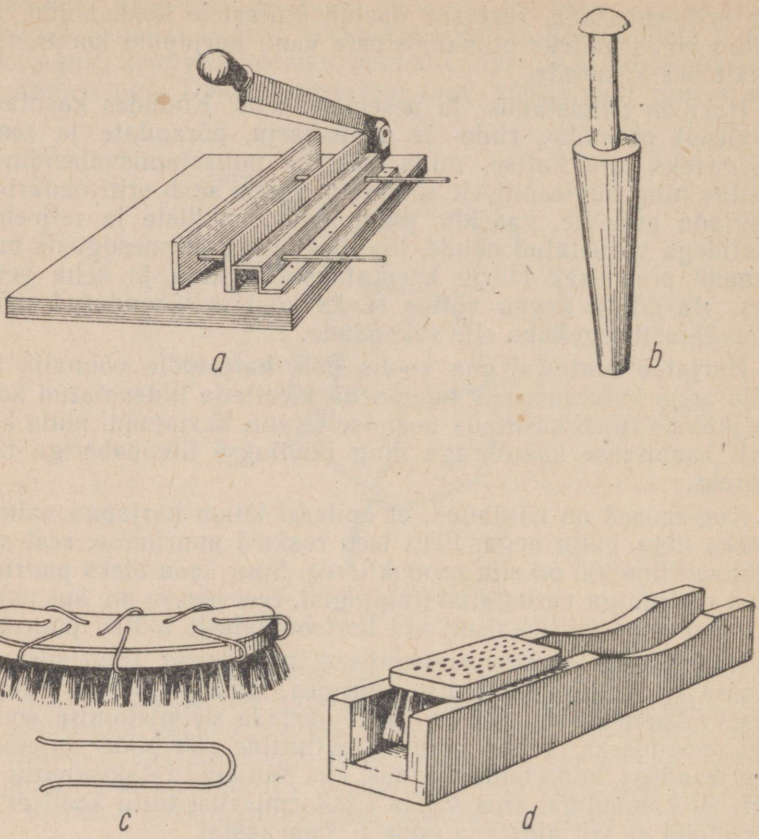
Harjatöö ulatus. Kuna koolis pole harjatööle võimalik kuigi palju aega kulutada, siis tuleb seda käsitleda lihtsustatud korras. Harjatööks tuleb kasutada peamiselt vanu harjapuid, mida kõigepealt kaabitakse kaapteraga ning lihvitakse liivapaberiga täiesti puhtaks.

Kogemused on näidanud, et õpilasel kulub harjapuu valmistamiseks liiga palju aega. Eriti teeb raskusi puurimine, sest ainult mehhaaniline töö on siin produktiivne. Suur kasu oleks puurimisel heast padruniga varustatud treipingist, veel parem on, kui tööklassis on olemas vertikaalselt või horisontaalselt töötav puurmasin.

Harjapuurid on koonusekujulised lusikpuurid. Puurimist alustatakse keskmisest reast otse puurides, kuna järgmised read lastakse rohkem kaldu. Koolis tuleb harjade valmistamise soovitavaks mooduseks pidada ainult jõhvituttide ehk piide sissetõmbamist traadiga, kuna teine moodus, kus piid kinnitatakse puitu sulapigi või kampoliga, oma tülika käsitsemisviisi tõttu kooli ei sobi. Harjatööd ei või alustada enne 5. õppeaastat.

Vajalikke tööriistu. Harjatöö jaoks on vaja pikemateralisi kääre, naasklit, haamrit, lõiketange, puurivänta ja abivahendeid, mis tuleb õpetajal enesel konstrueerida või tellida meistrilt. Tähtsama vahendina oleks tarvis kääre harja tasandamiseks. Kui koolis on olemas papilõikamise käärid, siis lahendab lihtne lisaseadis ka harjalõikamise probleemi. Eelmainitud tööriista puudumisel tuleks õpetajal projekteerida vastav vahend ja lasta see meistril valmistada. Kirjelduse põhjal teeb selle ka kohalik sepp, mehhaanikust rääkimata, sest aparaadil on palju sarnasust fotoasjanduses kasutatava äärelõikajaga, mille juurde on konstrueeritud reguleeritav joonlaud. Kuna tööklassi on vaja ka papi- ja paberilõikamise kääre, siis tuleks need lasta valmistada mõlema tööala jaoks.

Harja tasasekslõikamiseks kasutatakse mõnikord höövlirauda või laiemat rauda. Raud kinnitatakse püstiasendis kruustangide või höövelpingi vahele. Soovitud harjapiide pikkuse saamiseks asetatakse vastava laiusega joonlaud piide kõrvale ja puithaamri löökidega lüüakse piid ühepikkuseks. Niisugust tasandamise viisi



Joon. 363. Harjatööriistad.

a — harjakäärid; *b* — traadipulk; *c* — vineerimisklambrid; *d* — vineerimisrenn.

tuleb pidada hädavahendiks, kuna see on primitiivne ning töö täpsus ei ole kindlustatud.

Lisavahendina on tarvis veel traadipulka, mille õpilased saavad valmistada klassis või kodus vastavalt õpetaja poolt esitatud mudelile või kirjeldusele. Hea pulk saadakse treimise teel, kuid õpilased võivad selle teha ka noaga. Selleks võetakse 250 mm pikkune ja 30 mm jämedune pulk ning voolitakse see joonisel 363 kujutatud pulgaks.

Enne harjatööle asumist keritakse pulgale mitme harja jagu traati. Traadi ots kinnitatakse enne kerimist pulga külge, et vältida traadi ringilibisemist pulgal.

Harjatöö juures on tarvis veel vineerimis-abinõusid. Harja vineerimiseks sobib joonisel kujutatud U-kujuline renn. See tehakse kolmest 25 mm paksusest lauast. Kui hari asetada piidega renni,

siis jäävad harjapuu servad renni servadele toetuma. Tasase seljaga harjale surutakse surukruvide ja sileda lisalauakese abil ühe- või kolmekordne vineer peale. Vineer olgu harjapuust esialgu suurem, hiljem silutakse servad puu järgi. Nõgusaseljaline hari vineeritakse samuti, kuid vineer surutakse painduva kolmekordse vineeritükiga ligi. Harjaselja vineerimiseks tarvitatakse veel lihtsaid traadist valmistatud klambreid. Selleks võetakse umbes 120 mm pikad ja 3—4 mm jämedad terastraadi tükid ja murtakse hargikujuliselt kahekorra, kusjuures hargi laius oleks pisut kitsam harjapuu paksusest. Harjapuu ühes vineeriga pigistatakse klambriga kinni. Ühele harjale kulub kuni 10 klambrit. Klambritest muljutud harjapiid sirguvad hiljem endisesse asendisse.

Materjalid. Materjalid harjade valmistamiseks saadakse enamasti kolhoosilt. Osa materjale ostetakse.

Enne jõhvi ja harjase rakendamist tehakse ettevalmistavaid töid. Jõhv ja harjas tuleb korrastada ja pesta sooja veega. Harjaseid võib isegi keeta. Seejärel mähitakse jõhvi- ja harjasekimbud tihedalt nööriga ja asetatakse kuuma ahju kuivama. Peale kuivamist ropsitakse materjal lisanditest puhtaks.

Kui harjaseid soovitakse kasutada pintsli valmistamiseks, peavad neil olema tüved ühel ning ladvad teisel pool. Selleks lüüakse harjasekimbu ots vastu lauda. Tasasekslöödud kimbu otsast ulatuvad painduvad ladvad kaugemale kui tüved ja neid saab latvupidi välja tõmmata ning ümber pöörata. Muidugi peab harjasekimp sel puhul olema lähe ja kammitud.

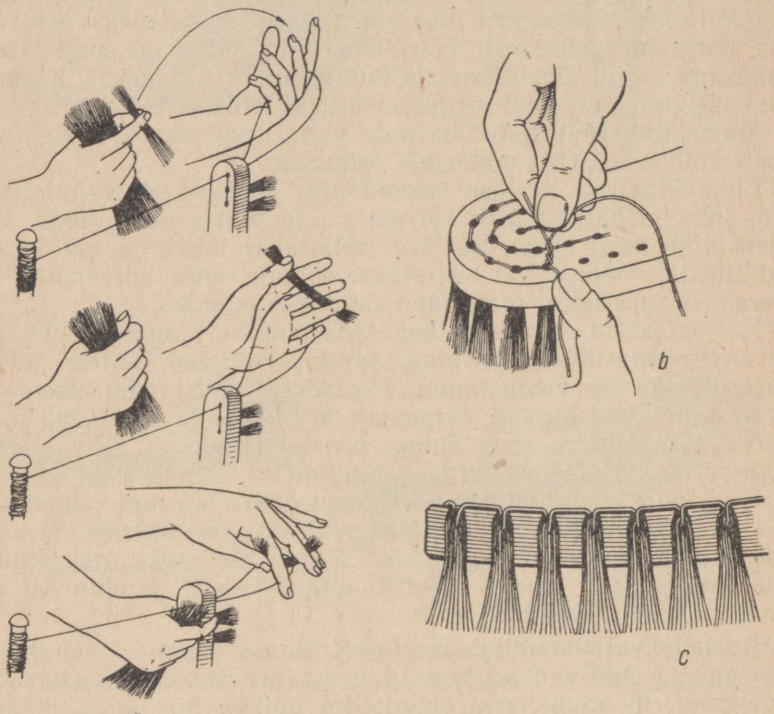
Harjapiide sissetõmbamiseks kasutatakse 0,5 mm jämedusega vask- või põletatud raudtraati. Vasktraati tarvitatakse pesuharjade juures, mis saavad märjaks. Kuiva töö jaoks määratud ja vineeritud harjad tehakse raudtraadiga. Traadi puudumisel võib kasutada ka tugevakiulist niiti.

Harjade valmistamine. Harjatöö juurde asumisel esitab õpetaja mõned juhtivad küsimused harja praktilisest tähtsusest ja demonstreerib näidisharju, selgitades ühtlasi iga harja otstarvet ning üldist ehitusviisi. Sellega äratatakse harjatöö vastu huvi. Enne kui õpilasi pühendada otsesesse harjatöösse, valmistatakse üks hari demonstratsiooniks kollektiivselt, näidates seejuures kõiki vajalikke töövõtteid. Hiljem tekiks õpilastel hulk küsimusi, nende lahendamine nõuaks aega ja segaks töö käiku. Aeg, mis kulutatakse esimesele harjale, on kasulik, sest kõikide harjade valmistamine on analoogiline esimesele. Õpilased töötavad hiljem juba enam-vähem iseseisvalt, kuna õpetaja saab samal ajal rohkem aega kulutada mõne teise tööala läbivõtmiseks teiste õpilastega.

Tuleb märkida, et häid töötulemusi saavutatakse harjatöös osavate mehhaaniliste töövõtete abil. Seepärast tuleb esimese harja valmistamisel läbi teha ja kätte õpetada kindlad töövõtted. Materjal olgu omal kohal, harja asetus kindlalt käes, traat õiges asendis, igal sõrmel oma ülesanne.

Demonstratsiooni esimese harja valmistamiseks tuleks õpeta-

jal teostada jõhvist pesuharjaga, kuna see on hästi painduv ega lähe kergesti sassi. Alguses lõigatakse harjamaterjal lõikamiskääride vahel umbes 80 mm pikkuseks. Siis võetakse harjapuu ja selgitatakse õpilastele üldine töökäik. Samuti räägib õpetaja traadi käsitsemisest, juhtides tähelepanu traadi katkemise ohule, mis tekib siis, kui viimasele lastakse keerd sisse minna. Seda nähtust tuleb positiivses mõttes kasutada ainult traadi tahtlikuks kat-



Joon. 364. Harja valmistamise võtteid.

a — piide sissetõmbamine; *b* — traadi jätkamine; *c* — sissetõmmatud piide asetus harjapuus.

kestamiseks, kuna harjatöö juures pole vaja ei tange ega kääre.

Esimeseks nõudeks on, et sissetõmmatavat materjali ei pandaks töötamisel lauale, kus ta kergesti segamini lükatakse, vaid hoitaks paraja hulgana parema käe kolme viimase sõrme vahel. Alguses tundub, nagu takistaks see töötamist, kuid varsti muutub olukord väga koduseks. Ka materjali raiskamine on niiviisi välditud.

Seejärel leitakse keskmisest reast kolmas auk, millesse tõmmatakse esimene tutt ehk pii. Selleks murtakse traat kahekorra ning saadakse aas, mis lükatakse läbi puu. Traadi lahtist otsa hoi-

takse pöidlaga puu seljal kinni. Pii pistetakse läbi traataasa, murtakse keskelt kahekorra ja harjapuud traadipulgast eemale tõmmates venitatakse aas koomale ning pii puusse. Traadi lahtine ots keeratakse kohe teise traadiga mõned keerud kokku ja asutakse pii sissetõmbamisele. Teisest piist peale alustatakse tööd juba süstemaatiliselt kindlate võtete varal: 1) traat murtakse umbes 200 mm kaugusel harjast parema käe pöidla küüne ümber järsku kahekorra ja saadud aas lükatakse läbi harjapuu; 2) saadud aas võetakse vasaku käega lahti ja läbi aasa pistetakse vasaku käe kolm viimast sõrme, nii et traadipoolilt tulev aasaharu jääks keskmise sõrme poole; hari lastakse seejärel vabalt rippu; 3) mõlema käe pöialde ja esimeste sõrmedega võetakse paremast käest paraja jämedusega harjasekimp, mis asetatakse üht otsa pidi vasaku käe pöidla ja esimese sõrme vahele ning teist otsa pidi sama käe keskmise ja kolmanda sõrme vahele; 4) parema käega võetakse rippuv harjapuu, vasak käsi nihutab traadi pii keskkohta ja murrab pii pihku kahekorra; 5) harjapuud parema käega pii poole lükates tõmmatakse poolilt tulev traat pingule ja piid vasaku käega tagant surudes tõmmatakse see tihedalt harjapuusse. Siinjuures tähelepanu! Pii peab auku minema alati nii, et ta vetruvuse surve oleks suunatud piki harjapuud. Kui piide surve on suunatud risti harjapuud, võivad nad puu lõhestada.

Järgneb kontroll: kas pii «istub» vajalikul sügavusel ja kas traat harja seljal on ligi tõmbunud. Hiljem võivad need vead rikkuda harja põhjalikult. Tuleb hoiduda peenikestest piidest, sest siis saab hari hõre, kulub ja laguneb varsti. Piid tuleb sisse tõmmata ainult kahekorra murtult. Traati ei ole vaja käega tõmmata. Pii sissetõmbamist võib takistada tema jämedus või traadi keerduminek augus. Viimane põhjustab traadi katkemise. Traadi katkemisele tuleb õpilaste töö juures üldse tõsist tähelepanu juhtida.

Katkenud traat tuleb jätkata. Selleks võetakse traadipulgalt tulev ots ja asetatakse vasaku käe pöidla alla harjapuule katkiläinud traadi kõrvale. Seejärel võetakse parema käega mõlemad traadid ja keeratakse nöörina 10 mm ulatuses kokku. Nüüd tõmmatakse järgmine pii sisse ja lahtised traadiotsad murtakse harja seljal keerutades ära. Juhul kui ots katkeb harja sisse, tuleb üks pii välja tõmmata ja alles siis traat jätkata.

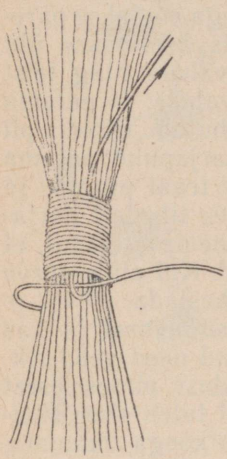
Tööd saadab korduv seletamine koos küsimustega õpilastele. Kui iga võtte kohta esitatakse küsimusi ja kontrollitakse õpilaste tähelepanu, tekib varsti arusaamine piide sissetõmbamise viisist ja järjekorrast.

Harja tasasekslõikamine toimub piiridade kaupa. Kui keskmine rida on valminud kuni eelviimase auguni, võetakse traadipulk august välja ja pannakse vasaku kaenla alla. Lõikamisaparaadi joonlaud seatakse soovitud kaugusesse. Harjapuu asetatakse vasaku käega joonlaua taha, nii et piid ulatuvad üle joonlaua risti lõiketera alla. Seejärel lüüakse raiumislöökidega hari tasaseks. Kuna piidel on kalduvus tera eest taganeda, siis vahetatakse

harja otsad ja korratakse tasasekslöömist. Piide sissetõmbamist jätkatakse vastupäeva, sest siis ei varja sissetõmmatud piid auke ega sega vasaku käe tegevust.

Viimase pii sissetõmbamise järel katkestatakse traat ja ots kinnitatakse mõne korra alt läbipistmisega naabertraadi külge. Seejärel kopsitakse metallvasara kergete löökidega traadid harja seljale ligi. Kopsimisel tuleb olla ettevaatlik, kuna tugevad löögid võivad harjapuu lõhestada.

Kui klassis tehakse korraga mitmesuguseid harju, siis on lõikamisriista joonlaua seadmine täpselt endisesse asendisse kruvimise teel raske ja tülikas. Kruvimise asemel on parem asetada joonlaua ja lõiketera vahele vastava paksusega puidust või vineerist klotsikesi. Need klotsikesed on vahetatavad harja piide pikkusele vastavalt.

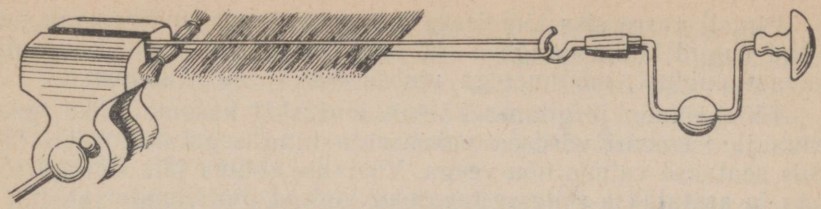


Joon. 365. Pesunuustiku valmistamine.

Pesunuustik. Pesunuustikut kasutatakse padade ja teiste keedunõude küürimiseks. Pesunuustiku valmistamiseks võetakse jõhvi ja seotakse paremat liiki nööriga kimpu. Piisab 30—40 mm läbimõõduga kimbust; kimbukese pikkus on 120 mm. Sidumine toimub järgmiselt. Nööri otsas moodustatakse aas, mis asetatakse kimbukese peale materjaliga rööbiti. Siis mässitakse nöör tihedalt ümber kimbu, nii et aasa keskosa jääb nööri alla. Kui mässimine lõpetatakse, pistetakse nööri lõppots läbi aasa ja tõmmatakse lahtise haru kaudu mähise alla.

Seejärel lõigatakse nööriotsad tasaseks, kärbitakse jõhvide otsad ning nuustik ongi valmis.

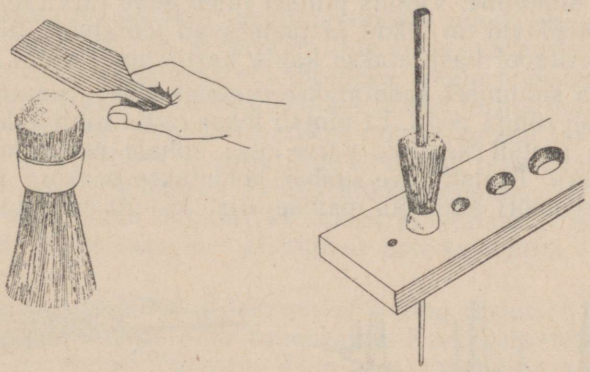
Lambihari. Lambiharjaga sarnanevad ka pudeliharjad ja mõned teised, mida kasutatakse silindrikujuliste nõude puhastamiseks. Neid valmistatakse harjamaterjali traadi vahele keerutades. Selle töö juures on vajalikuks tööriistaks puurivänt, kusjuures puuri asemele paigutatakse jäme raudkonks. Lambiharja valmistamiseks võetakse umbes 600—800 mm pikkune ja 2,5—3,0 mm jämedune pehme tsingitud raudtraat. Traat õgvendatakse ja murtakse kahekorra. Lahtised otsad pigistatakse kruustangide vahele, nii et traat jääb horisontaalsesse asendisse ja mõlemad harud hoiduvad hästi ligistikku. Lambiharja valmistamiseks vajalik jõhv võetakse algpikkusega 60—80 mm ja asetatakse ühtlaselt jaotatuna traadi harude vahele umbes traadi keskpaika. Kaasõpilase abil hoitakse jõhv traadi vahel. Järgneb keerutamine. Puurivänt seotakse peadpidi vöörihma külge, et traati kogu keha abil tugevamini pingutada. Puurivända konks pannakse läbi traadi aasa ja keerutatakse tugeva pingutamisega, kuni traadi keerud on muutunud tihedaks.



Joon. 366. Lambi- või pudeliharja valmistamine.

Seejärel võetakse hari kruustangide vahelt lahti ja lõigatakse traadi otsad tasaseks. Järgneb jõhvi tasasekskärpimine.

Pudeliharja valmistamisel kasutatakse pehmet tsingitud traati. Pudelihari erineb lambiharjast ainult otsa tehtava kimbukese poolest. Kimbukese materjal võetakse muust materjalist veidi pikem ja seotakse kahest kohast kinni. Seotud kimbuke asetatakse keskkohaga kruustangidest 1 cm kaugusele traatide vahele. Muu töö on analoogiline lambiharja valmistamisega. Pärast keerutamist lõigatakse traadi otsad tasaseks, nii et üks keerd jääks kimbukese ette. Kimbuke murtakse harja otsa poole kahekorra ja seotakse peenikese vasktraadiga kokku. Samuti võib teha harju vaaside, puhkpillide, koorelahutajate jms. puhastamiseks.



Joon. 367. Pintsli valmistamine.

Pintsli valmistamine. Kõige lihtsam on pintsli valmistamine rõngasse. Rõngas lõigatakse metalltorust. Rõnga üks äär on veidi sissepoole pressitud. See on mõeldud harjastepoolseks ääreks, kuna ta surub harjaseid koomale ega lase neid välja kukkuda. Pintsel tehakse jõhvist või harjasest. Viimane sobib paremateks pintsliteks. Pintsli materjal klopitakse rõngasse labidaga, mis tehakse raskest tamme- või saarepuidust (üldpikkus 25 cm, laius 10 cm).

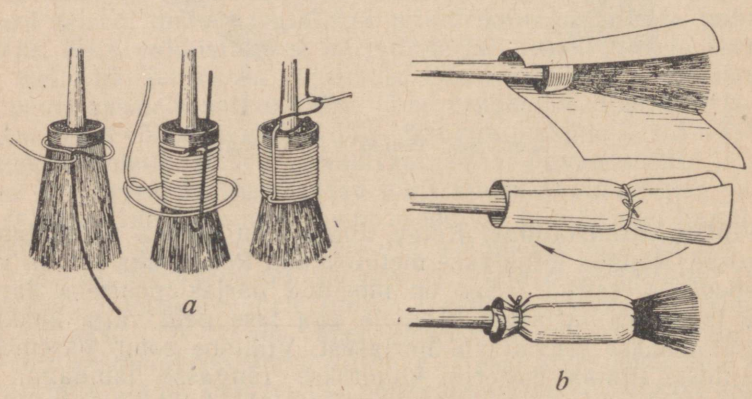
Pintsli varre sisselöömiseks on tarvis lauda, millesse on puuritud augud läbimõõduga 5—20 mm või isegi rohkem. Laud olgu kõvast puidust, mõõtmetega umbes 500 × 150 × 25 mm.

Töö käik on järgmine. Võetakse värsket kasepuutuhka, peent liiva ja tsementi võrdses vahekorras ning segatakse hästi läbi. Siis seatakse valmis nõu veega. Võetakse sobiva jämedusega rõngas ja asetatakse sellesse tasasekskloplitud pintslimaterjali nii, et see täidaks $^3/_4$ rõngast. Harjaste tüved asetatakse pintsli varre poole. Materjal hoitakse vasakus käes varrepoolse otsaga väljapoole ja kastetakse vette. Märg ots pistetakse valmistatud segusse. Järgneb materjali kloppimine rõngasse. Kuna segu on pintsli tüve jämedaks paisutanud, siis ei lähe see kergesti. Kloppimist alustatakse ringi servi mööda, kujutades pintsli tüve poolkeraks. Aegajalt lüüakse järele ka pintsli keskkohta. Kloppimine lõpetatakse, kui harjaste otsad on rõnga äärega tasa.

Pintsli vars on koonusekujuline ja moodustab rõnga jämedusest veerandi. Pintsli pea keskkohta tehakse oraga auk, millesse eestpoolt pistetakse seebiga libedaks tehtud varre terav ots. Pintsel asetatakse paraja jämedusega auku ja lüüakse metallvasaraga sisse. Kui vars jääb kinni, asetatakse pintsel järjest suuremasse aukudesse. Sõrmega jõhve laiali surudes jätkatakse löömist, kuni varre ots on rõnga alumise servaga tasa. Jõhve tasandatakse põletamise või lõikamise teel.

Pintsli sidumine. Valmis pintsel tuleb enne tarvitamist siduda, sest pintsli jõhvid on pikad ja takistavad töötamist. Sidumisviise on palju. Allpool käsitletakse kahte harilikumat võtet.

Nööriga sidumisel kasutatakse tugevat nööri. Sidumist alustatakse pintsli rõnga poolt. Et pintsli jõhve mitte liialt kokku suruda, asetatakse pintsli keskele, varre otsa kohale mähkimise ulatuse pikkune kork. Pintsli tüve ümber heidetakse seasõrg ja jäetakse mähkimisel nööri algusots mähise alla. 15—20 cm pikkuselt jääb



Joon. 368. Pintsli sidumine *a* — nööriga; *b* — riidega.

ots mähise alt välja. Mähkimist lõpetades tehakse aas, millest lõppots ise läbi pistetakse. Järgneb pingutamine. Pingutamise järel jäägu aas diametraalsesse seisu allamässitud nööri esimese otsaga. Nüüd viiakse nööri mõlemad otsad alt üle mähise ja rõnga pintsli varre juurde ning seotakse sinna kinni. Sel teel sidumine ei lase nööri alla vajuda.

Riidega sidumisel võetakse tükk riiet, mida saab ümber pintsli keerata 2—3 ringi. Esimene sidumine toimub pintsli keskelt korgi kohalt. Nöör katkestatakse ja riie keeratakse alt üles. Kahekordne riie seotakse ülalt ümber pintslivarre.

4. Töid kunstsarvest ja plastmassist.

Kunstsarv. Kunstsarvetöö on koolis vähem tuntud tööala. Kunstsarvetöö arendab silmamõõtu ning vormi- ja puhtusetunnet, ta on meeldivaks vaheldusvõimaluseks teiste tööalade hulgas. Seni on kunstsarve tööd takistavaks asjaoluks kunstsarve defitsiitsus.

Kunstsarv on üks piimasaadusi. Teda valmistatakse kaseiinist. Kaseiin puhastatakse lisanditest ja kuivatatakse. Siis jahvatatakse ta jahuks, mis värvide ja keemiliste ainete lisamisega muudetakse sitkeks massiks. Mass peenestatakse ribadeks või paelteks ja need segatakse soovitud värvide kombinatsioonis uuesti massiks. Seejärel pressitakse ühe- või mitmevärviline mass suure rõhu all plaatideks, keppideks, kangideks või torudeks. Peale pressimist asetatakse kaseiin kalgastumiseks pikemaks ajaks formaliinilahusesse. Lõpuks kuivatatakse ning kasutatakse mitmesuguste tarbeesemete tootmiseks. Tööõpetuses on praktiline kasutada tehaste jääkmaterjali, milleks mõne tehasega tuleks kokku leppida. Kirjeldatud kunstsarve asendavad edukalt ka teised plastmassid. Enne tuleb katseliselt kindlaks teha, kas plastmass pole tuleohtlik (näit. tselluloid).

Tööriistu ja abinõusid. Käsitsusviisilt ning raskuselt on kunstsarvetöö puidu- ja metallitöö vahepealne. Kunstsarvetöö jaoks on vaja puidu- ja metallitööriistu. Kinnitamisvahendina kasutatakse höövelpinki, kruustange või surukruve. Sirgjoone saagimiseks saab rakendada raua- või peenehambulist raamsaagi. Kõverjoone saagimiseks võib kasutada vineersaagi või peenehambulist kitsast raamsaagi. Esemeile viimistletud vormi andmiseks ja silumiseks tarvitatakse mitmesuguseid rauа- ja puiduviile. Puurimiseks võib kasutada spiraalpuure. Esemete lõplikuks viimistlemiseks on tarvis mitmesuguse jämedusega liiva- või klaaspaberit. Lõpplihvimiseks kasutatakse pimsskivipulbrit. Läike saavutamiseks tuleb tarvitada kriidipulbrit või poleerimispastat. Väiksemate esemete valmistamisel võib kasutada ka metalli puhastamiseks määratud pastat.

Töötamisviise. Lihtsamad kunstsarvest valmistatavad esemed tehakse alguses õpetaja poolt näidatud võtete varal ilma sellekohaste jooniste ja töökirjeldusteta. Sellised tööd võiksid olla lihtne käsitööpulk või sulepea. Suuremate tööde või kombineeritud tööde jaoks on vajalik teha tööjoonis. Enne tööle asumist joonis kontrollitakse ja parandatakse.

Paberinoa ja järjehoidja juures on õpilasel võimalus vabalt vormi anda näiteks sümmeetriatelje põhimõttel. Vaba visandiga joonistatakse paberinoa siluettkuju paberile, murtakse paber sümmeetriatelje kohalt kahekorra ja lõigatakse kääridega piirjoont mööda välja. Niiviisi saadakse sümmeetriline paberinuga. Saadud šablooni järgi joonistatakse kunstsarvele vastava eseme kontuurjooned või kleebitakse paberist šabloon. Õnnestunud vormi puhul võib šabloone säilitada pappi lõigatuna, et vajaduse korral neid kasutada. Liiga keerulistest vormidest, mille väljatöötamine osutub raskeks, tuleb hoiduda.

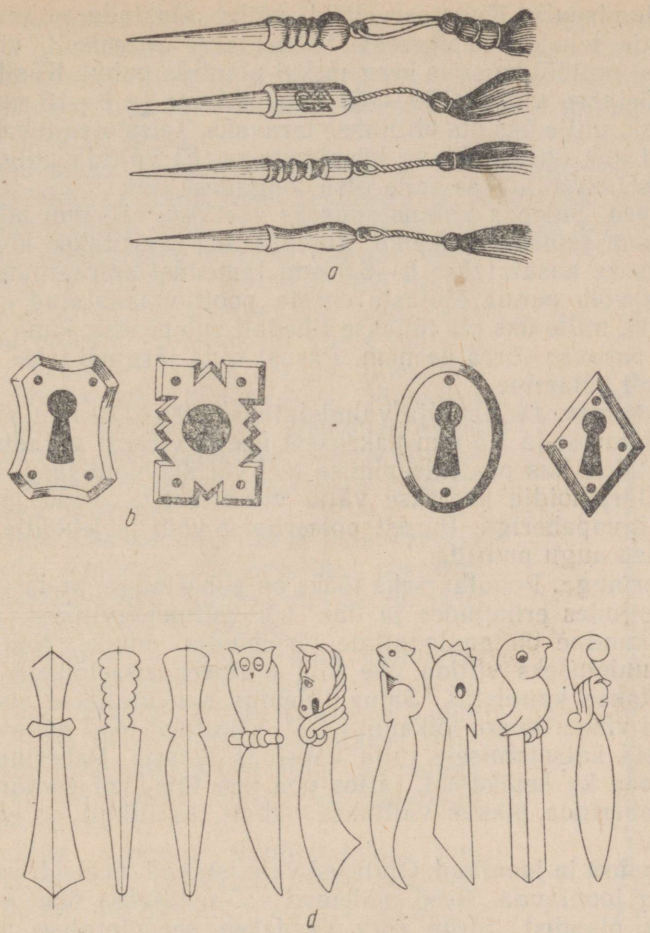
Lihtsamate esemete valmistamise käik on järgmine: 1) väljasaagimine, nii et märkjoon jääks puutumata; 2) viiliga täpse kuju andmine; 3) soovitud paksuse, sisselõigete, kaldservade ja muude üksikasjade väljatöötamine lapiku, poolümara või ümmarguse viili või kaaptera abil; 4) lihvimine jämedama liiva- või klaaspaberiga, kuni viili jäljed on kadunud; 5) lihvimine peenikese või hästi kulunud liivapaberiga ning pimsskivipulbriga; 6) läike andmine. Kõiki loetletud töövõtteid saab teha höövelpingi juures või koguni käe vahel. Õhukesi plaate saab hästi töödelda saeterituslõksu vahel.

Viilimis- ja lihvimistöid hõlbustavad mõningad mehhaaniliselt töötama pandud abinõud, nagu käi, treipingil pöörlev liivapaberi-, smirgel- või viltseibid, kuid nendega töötamisel oldagu ettevaatlik, sest hõõrdumisel läheb kunstsarv tuliseks ja talle võib tekkida põletuslaike. Käia tarvitatakse märjalt. Viltseibi saab kasutada poleerimiseks. Töötamisel määritakse pastat seibile ja ese nühitakse sellega läikima.

Ühendused. Kombineeritud töödes tuleb kunstsarvest tükke liita liimimise või kruviga ühendamise teel. Liimina on hästi kasutatav nn. agoliim. Spetsiaalne kunstsarveliim valmistatakse kaseiinipulbrist ja 90%-lisest äädikhappest, millest segatakse paksuvõitu mass. Ühendamiseks võetud kunstsarveplaatide pinnad karestatakse ja määritakse liimiga kokku. Siis surutakse nad tasapinnaliste laudade ja surukruvide vahele kuivama kuni 24 tunniks.

Kunstsarve ühendamiseks kruvidega puuritakse kruvi vindiosast pisut peenemad augud, kuhu kruvid sisse keeratakse. See töötamisviis nõuab täpsust ja tähelepanelikkust. Mõnel juhul puuritakse pisut jämedam auk, mis puupunniga tihedalt täidetakse. Alles siis keeratakse tarvilik kruvi puuga täidetud avausse. Paljud ühendamisviisid on kooliõpilastele rasked. Seepärast tuleb liiga keerukatest töödest hoiduda.

Kunstsarve saab ühendada ka puiduga. Selleks karestatakse mõlemad pinnad. Liimimiseks kasutatakse harilikku tisleriliimi,



Joon. 369. Kunstsarvest esemeid.
a — pilutamispulgad; *b* — lukusildid; *d* — paberinoad.

millele lisatakse juurde pisut kriiti. Mõlemad pooled surutakse tugevasti kokku ja lastakse ööpäev kuivada.

Kunstsarv on tundlik õhumuudatustele ja kipub suurte plaatidena kaarduma. Kaardumise vältimiseks kinnitatakse suurte kunstsarvest plaatide alumisele küljele kruvidega metallplaat.

Painutamine. Keetmisel muutub kunstsarv painduvaks, seetõttu on võimalik valmistada ka koolutatud asju. Enne keetmist töödeldakse vastav ese lõplikult välja. Siis keedetakse eset, kuni see on muutunud painduvaks. Keetmise järel antakse esemele kiiresti soovitav kuju käe või šablooni abil. Painutamisele järgneb kohe jahutamine külmas vees.

Pilutamispulk. Kunstsarvetööd võiks alustada pilutamispulgaga, mis tehakse kepikesest. Töödeldakse peamiselt viili abil, seepärast on töötamisviis kergem kui plaatide puhul. Käsitööpulga jaoks võetakse umbes 120—150 mm pikkune ja 8—10 mm jämedune tükk, mille üks ots viilitakse teravaks. Teise otsa tehakse läbipuuritud auk ühes ilustava käepidemega. Et vältida pulga mahaveeremist, kinnitatakse selle otsa lõngadest tutt.

Sulepea. Sulepea valmistamiseks võetakse 180 mm pikkune ja 10—12 mm jämedune kepike. Sulepea auk puuritakse kõigepealt. Puurimiseks kasutatakse 6—6,5 mm jämedust spiraalpuuri. Sulehoidjaks võib panna õpilaste eneste poolt valmistatud kunstsarvest pulki, mille üks ots lüüakse tihedalt sulepeasse, kuna teine ots on sule paksuse võrra peenem. Pärast seda järgneb teise otsa viilimine või käiamine.

Järjehoidja. Järjehoidja valmistatakse 100—120 mm pikkusest, 25 mm laiusest ja 1,5 mm paksusest ühevärvilisest plaadist. Plaadile kantakse kas pealekleepimise teel või šablooni järgi kontuurjoonis. Järjehoidja saetakse välja vineerisaega. Tööd jätkatakse viili ja liivapaberiga. Pärast poleerimist võib järjehoidja kaunistatud otsa augu puurida.

Paberinuga. Populaarseks tööks on paberinuga, mida valmistatakse paljudes erikujudes ja ühe- või mitmevärvilisest plaadist. Väljalõikamine on analoogiline järjehoidja omale. Noa peasse võib kaunistuseks viilida ühe kihi ulatuses sisselõikeid, millega saavutatakse kaunistus. Sama tulemus saavutatakse sissepuurimise või vineerisaega lõikamise teel. Viimased tööd nõuavad aega ja võiksid katsetamisele tulla vanemas klassis. Paberinuga võib valmistada ka kepikesest, jättes noa pea täis- või poolümmarguseks. Paberinoa pikkus valitakse vabalt, harilikult on see 150—200 mm.

Kolmnurk ja joonlaud. Õpilased valmistavad meeleldi veel kolmnurka ja joonlauda. Need mõlemad valmistatakse ühe- või kahekordsest plaadist. Sirge serv saadakse peeneteralise puhastushöövli ja faasviiliga tasaseks lükkamise teel. Kolmnurga suurus võiks olla 120 × 70 mm ja joonlaud 200 × 25 mm.

Jääkservadest võib valmistada üsna pisikesi asju, nagu küünepuhastajat või muud, mis õpilastele kohane ja ühtlasi ka praktilise väärtusega.

Kabenupud. Selleks võetakse kaks eri värvi jämedat ümmargust keppi ja lõigatakse 15 mm kõrgused silindrikujulised kettad. Enne tükeldamist võib keppi lihvida ja poleerida. Kui on olemas padruniga treipink, saab seda edukalt kasutada kepi tükeldamiseks.

Doomino. Ka doomino on valmistatud kunstsarvest. Selleks võetakse paksemat kahekihilist plaati ja lõigatakse ristkülikukujulisteks tükkideks. Augud puuritakse läbi pealmise kihi, mistõttu erivärviline alumine kiht jääb augu põhjast hästi paistma. Ühevärvilise plaadi puhul lastakse augu põhja tilgake värvi.

Noapea. Noapea koostatakse väikestest värviliste plaatide tükikestest, mille keskele puuritakse auk. Iga tükikese vahele määritakse kunstsarveliimi ja surutakse noapea mõne surumisvahendiga (kruviga) tugevasti kokku. Pärast kuivamist antakse sellele soovitud kuju ja läige.

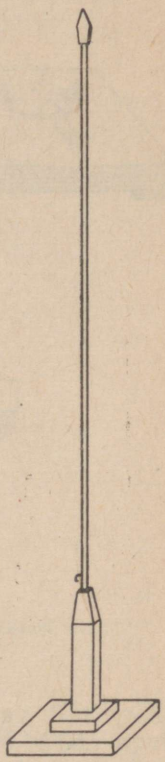
Kingalusikas. Kingalusikas valmistatakse ühekordsest plaadist. Pärast täielikku väljatöötamist ja poleerimist keedetakse teda 10—20 min. Painutatakse käte ja valmiskingalusika või puust mudeli abil ning jahutatakse kiiresti külmas vees.

Käepide ja lukusilt. Kui puidutöö tunnis valmistatakse mõni kapike või kast, siis nende käepideme ja lukusildi võiks õpilane ise teha. Käepide tehakse paksust ühevärvilisest plaadist või ümmargusest jämedast kepist, mis ühendatakse ühenduskruvide abil. Lukusilt valmistatakse ühevärvilisest plaadist. Kinnitamiseks tarvitatakse ümmarguse peaga puukruve.

Valtsluu. Käsitöö jaoks saab kunstsarvest valmistada valtsluu. Materjalina võetakse 5 mm paksune plaat. Valmis eset keedetakse ja painutatakse siis kõveraks.

Laualipu alus. Laualipu alus valmistatakse ühekordsest paksust plaadist suurusega 90 × 90 mm. Plaadi servad lükatakse 5 mm ulatuses faasi ning keskele puuritakse lipuvarda jämedune auk. Aluse võib valmistada ka kahest astmestiku moodi kokkupandud poleeritud plaadist.

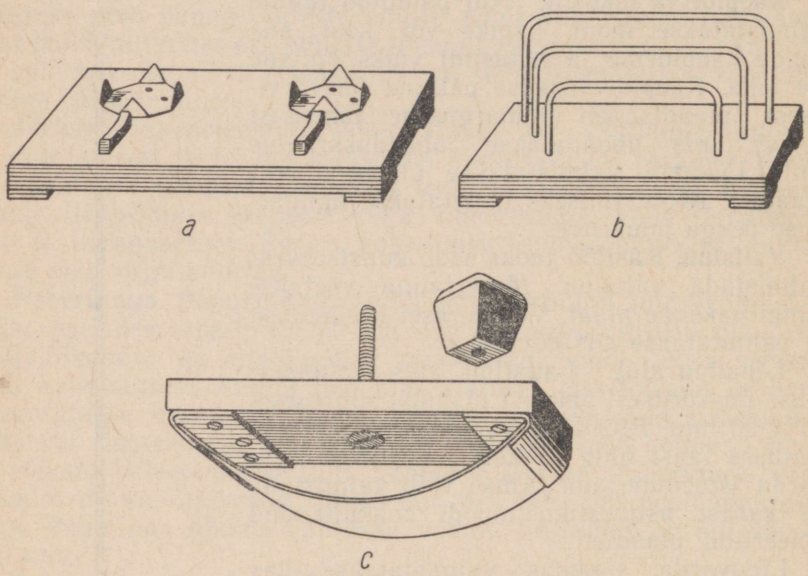
Lipuvarda sammas valmistatakse kas ümmargusest või neljakandilisest pulgast, mille pikkus on 80 mm. Paraja puuriga lastakse sambast auk läbi, pealmine ots kujundatakse vastavalt soovile. Lipuvarras tehakse 500 mm pikkusest vaskvardast. Varda ots viilitakse ümmarguseks või pinnitakse laiaks ning viilitakse siis odakujuliseks. Vars lihvitakse tasaseks smirgelriidega. Varda teise otsa lõigatakse vint ja valmistatakse mutter, millega saab varda kinnitada alusesse. Selle asemel võib kasutada ka lihtsat võtet: varda ots taotakse pisut laperguseks ja lüüakse siis tugevasti sambasse ja alusesse. Sammast võib kinnitada aluse külge ka alt kruvitava puidukruviga. Lipunööride jaoks puuritakse peenikese puuriga vardasse augud või joodetakse varda külge väikesed rõngad.



Joon. 370. Laualipu alus.

Kirjutuslaua komplekt. Kuivatuspressi pealmine kate valmistatakse paksust plaadist mõõtmetega 75 × 170 mm. Kaare osa val-

mistatakse kas messingplekist või puidust, mille küljed on kunstsarvega vineeritud. Pleki tarvitamise korral kinnitatakse pealmise katte alumise külje otste külge kruvikestega vaskplekist nurgad, milliste vastu suruvad kaarplekkotsad kuivatuspaberi. Kaarpleki suurus oleks 70 × 190 mm. Nupp liimitakse kokku kahest plaaditükist ja antakse sellele viiliga soovitav kuju; kinnitatakse altkruvitavate kruvide abil. Puust kaareosa puhul tuleb tarvitada poltkruvi, mutter peidetakse käepideme keskele enne poolte kokkuliimimist.



Joon. 371. Kirjutuslaua tarbed.

a — kunstsarvest tindipotialus; *b* — kirjahoidja; *c* — kuivatuspress.

Kirjahäll valmistatakse paksust ühekordsest plaadist, mõõtmetega 160 × 80 mm. Kõverdatud traatidena kasutatakse 3 mm jämedust raud- või messingtraati. Traadi nurgad painutatakse ümmarguselt. Traatide kaugus üksteisest võiks olla 20 mm, laius ja kõrgus aga 10 mm võrra väiksem. Augud puuritakse kunstsarvesse 5-millimeetrise puuriga. Traatide otsad koputatakse veidi lapergusteks ning lüüakse siis tugevasti aukudesse. Plaadile võib kruvikeste abil alla kinnitada väikesed klotsid.

Tindipotialus valmistatakse võimalikult paksust plaadist mõõtmeist 140 × 240 mm. Jalgadeks võib tarvitada õhemast plaadist ristküliku-kujulisi otsi, mis kinnitatakse liimimise või kruvikeste abil. Sulepeahoidjaiks kasutatakse kaht kõveraks painutatud vaskvarba, mis kinnitatakse plaadi külge ümmarguse peaga kruvidega. Nimetatud varbade asemel võib tarvitada ka kaht kunstsarvest

nõgusat klotsikest. Neid võib kinnitada kruvidega või augukestesse löödavate pulkadega, mis kinnitatakse liimiga. Tindipoti hoidmiseks on mitu võimalust. Lihtsaim neist oleks vaskplekist valmistatud plaat, millel on vastavalt poti mõõtmetele üles pööratud neli nurka. Plaat on kruvidega kinnitatud alusplaadi külge. Kui ostetakse väike õhukesest klaasist klotsi sisse pandav pott, siis tuleb klots kunstsarvest kokku liimida ja sellesse puurida auk. Pealt kaetakse pott kaanega. Viimane moodus on raske ega õnnestu iga kord hästi.

XI. ESMAABI TÖÖÕNNETUSTE PUHUL.

1. Tööklassi hügieen.

Tööõpetuse klassis tekib tolmu ja mürgiseid gaase, põrandale koguneb prahti ja jäätmeid ning õpilased määrivad sellega oma riideid, käsi ja nägu. Seepärast peab tööruumi korralikult puhastama. Noorte kasvatamise huvides on väga oluline juurutada juba koolis teadmisi ja arusaamist töökultuurist, enese hoidmisest ja ohust, mille kutsub esile halvasti organiseeritud töö.

Tööõpetuse klassis tuleb hoolt kanda küllaldase loomuliku ja kunstliku valgustuse, hea ventilatsiooni ja pesemisvõimaluste loomise eest. Õpetaja kohustuseks on jälgida, et õpilaste töö toimuks õhutatud, valgustatud ja normaalse temperatuuriga keskkonnas. Eriti valvas tuleb olla, kui kasutatakse lihvimismehhanisme, tervist ohustavaid aineid, nagu nitrolakki lakkimisel, happeid jootmisel, põleteid ilustamisel jms. Töögruppide vahetamise järel toimugu ruumide põhjalik tuulutamine, samuti töökohtade puhastamine. Õpilased peaksid töö juures kandma kitlit või põlle ja kerget baretitaolist mütsi. Seep ja vesi peavad olema alati kättesaadaval.

Iga praktilise töö õpetamisega peab kaasnema õpilaste tähelepanu juhtimine ohutustehnika nõuetele. Tuleb õigeaegselt tarvitusele võtta kaitsmed mehhanismide käsitsemisel ja valmis olla juhuks, kui peaks juhtuma õnnetus.

2. Esmaabi.

Tööõpetuse tunnis vigastatakse sageli kätt terariistaga, pind läheb kätte vms. Haavad liigitatakse: 1) lõike-, torke-, löökhaavad, 2) põletushaavad, 3) mürgistatud haavad. Kui on tekkinud ükskõik missugune vigastus, ei tohi haava jätta töö kõrval tähele panemata, sest ka kõige pisema haava kaudu võib sattuda pisikuid organismi. Sellel võib olla raskeid tagajärgi. Õpetaja peab igal niisugusel juhul organiseerima esmaabi andmist. Vigastuste korral tuleb haav desinfitseerida. Selleks pannakse haavale lahjendatud piiritust, rivanooli või vesinikülihapendi lahust. Seejärel

seotakse haav puhta steriilse sidemega, tarvitades marli vahel ligniini või vatti.

Suurema haava puhul tuleb käele anda rahu ja hoida kätt üleval. Pinnu kätte torkamisel tuleb pind kohe välja tõmmata. On pind murdunud, püütakse seda teha desinfitseeritud näpitsaga või pöördutakse arsti poole. Põletushaava korral tuleb haavale kallata lubjavee ja linaõli segu. Kuna põlenud koht on tundlik õhu suhtes, tuleb see katta rasva-, munavalge- või tanniinipulbri kompressiga. Kange happega põlenud kehaosa tuleb ruttu uhta veega ja panna põlenud kohale soodat või soodavett.

Pärast esmaabi andmist tuleb õpilane saata arsti juurde. Suurema verejooksu puhul suletakse veresoon.

Sagedasti satub võõrkeha silma või seedeelunditesse. Puru sattumisel silma ei tohi hakata silma hõõruma. Puru tuleb katsuda silmast kõrvaldada. Selleks tõstetakse silmalaug ripsmeidpidi üles, et näha puru asukohta. Puhta marli otsaga pühitakse puru ettevaatlikult silmast välja. Ei anna see tagajärgi, tuleb silmalaug tiku abil pahupidi pöörata ja katsuda puru kõrvaldada. Ei anna ka see tulemusi, seotakse silm kinni ja minnakse kohe arsti juurde. Rauapuru võib magnetiga välja võtta. Lubja sattumisel silma tuleb silma loputada rohke külma veega.

Elektrilöök surmab inimese ajupõrutuse ja südame halvatuse tagajärjel. Kergemail juhtudel toibub haige aeglaselt, kusjuures värinad, halvatuse nähud, kuulmis- ja nägemishäired jm. võivad kesta kauemat aega. Elektrilöögist tabatule tuleb teha kunstlikku hingamist, vahel 4—5 tundi, enne kui haige meelemärkusele tuleb.

Kui inimene on madalpinge elektrijuhtmetega ühendusse sattunud, siis ei järgne iga kord silmapilkne surm. Õnnetu ei saa aga krambi tõttu ennast juhtmetest vabastada. Esimeseks ülesandeks ongi õnnetu kiire vabastamine juhtmetest. Abiandja peab siin talitama teadlikult, et mitte ise hädaohtu sattuda. Peab teadma, et kinnijäänu eemalerebimisel satub abistaja samuti vooluahelasse.

Juhmetest vabastamine on kõige parem voolu katkestamise teel. Selleks võib toimida mitmeti: a) raiutakse juhtmed kuiva puitvarrega kirvega katki; b) juhtmed surutakse kuiva puukepi abil vastu maad (maandatakse); c) juhtmed tõugatakse pika latiga vastakuti, tekib lühis, mis katkestab voolu lähemas postikaitsmes või trafos; d) juhtmed ühendatakse peale visatud raudtraadi abil. Õnnetut võib juhtmetest vabastada ka eemalerebimise teel, kui rebija tõmbab ainult riietest, kasutab kuiva nööri või seisab ise halval elektrijuhil (klaasil, kuival puhtal laual, kummil jne.).

Pärast kannatanu vabastamist tehakse kunstlikku hingamist. On vajalik hõõruda kannatadasaanu keha ja teha massaaži südame piirkonnas. Kannatanu tuleb võimalikult kiiresti toimetada lähemasse arstiabipunkti või haiglasse.

3. Esmaabikapp.

Tööõpetuse esmaabikapis peaks alaliselt olema: joodtinktuuri 30 g, söögisoodat 50 g, boorvaseliini 25 g (päikesepõletus, külmumine), boorhapet 30 g (haavasideme lahtileotamiseks), vesinikülihapendit 50 g (mädaneva haava pesemiseks), nuuskpiiritust 30 g (minestuse korral nuusutamiseks), tümoolpiiritust 100 g (haavale pandava lapi niisutamiseks), bensiini 30 g (haava ümbruse puhastamiseks), leukoplasti 1 rull (haavasideme kinnitamiseks), aspiriini 10 pulbrit (palaviku puhul), puhastatud vatti 50 g, 4 cm laiust sidet 2 rulli, 8 cm laiust sidet 2 rulli, kolmnurkseid rätikuid 2 tk., 1 karp kinnitusnõelu, anatoomiline näpits, käärid, kraadiklaas ja mensuurklaas.

4. Tööõpetuse klassi sisekorra eeskirjad.

Kinnitatud Eesti NSV Haridusministeeriumi koolide ja lasteasutuste valitsuse juhataja poolt 14. veebruaril 1959. a.

1. Tööõpetuse klassi võib kasutada vastava aine õpetaja igakordsel loal.
2. Kõik masinad ja seadmed peavad olema varustatud ohutustehniliste vahenditega.
3. Kõik õpilased peavad tundma ja täitma ohutustehnika eeskirju ja nõudeid.
4. Õpilased on kohustatud:
a) ilmuma tööõpetuse klassi ja lahkuma sealt organiseeritud korras;
b) kandma tööajal nõuetele vastavat tööriietust;
c) töötama ainult neile määratud töökohal ja hoidma selle töö kestel korras;
d) tundma ja täitma tuleohutuse eeskirju;
e) tunni lõpul puhastama ja korrastama oma töökoha ning asetama kasutusel olnud tööriistad ettenähtud kohale.
5. Õpilastel on keelatud:
a) tööõpetuse klassi sisustuse sihilik rikkumine ja sellega hooletu ümberkäimine;
b) oma töökohalt põhjuseta lahkumine;
c) kõrvaliste asjadega tegelemine;
d) kaasõpilaste segamine (jutlemine, tõukamine jne.);
e) masinate omavoliline käivitamine ja kasutamine;
f) masinatel töötavate õpilaste segamine ja töötavate masinate juures põhjuseta viibimine.
6. Esmaabi annab aineõpetaja, kelle valduses on ka esmaabikapp.
7. Sisekorra eeskirjade sihiliku rikkumise korral võetakse süüdlane kas distsiplinaar-, administratiiv- või kohtulikule vastutusele.

5. Ohutustehnika eeskirjad tööõpetuse klassis.

Kinnitatud Eesti NSV Haridusministeeriumi koolide ja lasteasutuste valitsuse juhataja poolt. 14. veebruaril 1959. a.

I. Sissejuhatus.

1. Iga õpilane on kohustatud teadma ja rangelt täitma kõiki ohutustehnika reegleid ja nõudeid, mis on kehtestatud iga tööala jaoks.
2. Töötamise ajal saadud vigastustest on õpilane kohustatud teatama õpetajale, kes vajaduse korral annab esmaabi või korraldab arstiabi andmist.
3. Tulekahju või teiste taoliste õnnetusjuhtumite puhul tuleb õpilastel samuti kasutada selleks määratud eriväljapääsu.

II. Üldeeskirjad.

1. Masinate, mootorite jne. käivitamine ja teenindamine võib toimuda ainult nende õpilaste poolt, keda varem on vastavalt juhendatud ja kes omavad selleks vajalikke kogemusi.
2. Enne masina käivitamist tuleb kontrollida sisse- ja väljalülitamisseadise ning piduri korrasolekut. Samuti tuleb kontrollida masina kaitseseadmete (katted, kilbid jne.) korrasolekut.
3. Vajaduse korral kasutada individuaalseid kaitsevahendeid (prillid, kilbid, kummikindad jne.).

III. Erieeskirjad.

Õpilastel on keelatud:

1. Masinal töötamisel:
   a) käivitada masinat ilma õpetaja loata;
   b) teostada pöörleva detaili mõõtmist;
   c) puhastada töötavat masinat või selle detaile;
   d) töötaval masinal peale panna või maha võtta rihmu;
   e) õlitada töötavat masinat või selle detaile;
   f) ulatada tööriistu või esemeid üle töötava masina;
   g) kanda lahtist või ripnevat riietust;
   h) naabrit äkitselt tõugata, esemega pilduda, ehmatada jne.
2. Höövelpingil töötamisel:
   a) saagida või hööveldada nii, et see segaks naabrit;
   b) asetada teatavaid tööriistu selliselt, et need võiksid teda ennast või kaasõpilasi vigastada (saed, peitlid, puurid jne.).
   c) kuhjata oma töökohale tööriistu ja ülearuseid esemeid.
3. Höövelmasinal töötamisel:
   a) kasutada nürinenud või hambuliste teradega masinat;

b) töötada ilma terakaitseta või jätta kaitse ja hööveldatava detaili vahele liiga suurt vahet, mis võimaldab sõrmede sattumist pöörlevale terale;
c) suruda detaili otseselt lõiketerale (seda tuleb enne libistades lükata mööda esimest juhtplaati);
d) hoida detaili kinni ainult ühe käega.

Ohutustehnika nõuded.

A. Ketassaega töötamisel.

1. Enne masina käivitamist tuleb reguleerida sae väljaulatuva osa kõrgust vastavalt saetavale detailile.
Märkus: Saag võib üle detaili ulatuda ainult hammaste võrra.
2. Juhtlaud reguleerida vastavalt mõõdule ja selliselt, et juhtlaud ja saag jääksid rööbiti.
3. Saekaitse tuleb asetada keset saelehte; ta peab võimaldama saetava detaili takistamatut liikumist.
4. Saagija peab, seistes saetava detaili kõrval, jälgima sae lõikesuunda ja juhtima sujuvalt detaili edasilüket.
5. Sae ja juhtlaua vahelist osa võib mõõta ainult seisval masinal.
6. Pikemate detailide saagimisel peab detaili hoidmiseks kasutama abilisi.

B. Puidutreipingil töötamisel.

1. Treitava detaili kandid tuleb enne treimist ümaraks tahuda või hööveldada.
2. Treitav ese tuleb kinnitada selliselt, et oleks tagatud ohutu töötamine.
3. Treipingi juhtraud peab asetsema treitava eseme keskjoonel ja tema vahetus läheduses.
4. Treipeitlit tuleb hoida ja juhtida mõlema käega.
5. Rihma vahetamine pöörlemiskiiruse muutmiseks võib toimuda ainult seisval treipingil.
6. Treitava eseme läbilõikamine pöörlemise ajal on keelatud.

C. Smirgelkäiaga töötamisel.

1. Enne smirgelkäial tööle asumist tuleb kontrollida, kas on olemas ja kuidas on kinnitatud kaitsekilp. Samuti tuleb kontrollida, kas juhtraud (tugi) on kindlalt kinnitatud ja asetseb seibi vahetus läheduses (lubatud vahe 3 mm).
2. Töödeldavat eset tuleb suruda ühtlaselt, ilma äkiliste tõugeteta.
3. Töötamisel seista ringi pöörlemise suunast veidi kõrval.
4. Teritamine käia külgedel on keelatud.
5. Tingimata kasutada kaitseprille.

D. Puurmasinal töötamisel.

1. Puur peab olema tugevasti kinnitatud padrunisse ega tohi olla tsentreerimata.
2. Puuri puudutamine pöörlemise ajal ja pöörlemise pidurdamine käega on keelatud.
3. Väiksemate detailide puurimisel peab detail olema kinnitatud alusele (detaili hoidmine kätega on keelatud).
4. Puurlaastude eemaldamiseks tuleb kasutada harja; puurlaastude kõrvaldamine käega on keelatud.

E. Metallitreipingil töötamisel.

1. Töödeldav detail kinnitada tugevasti treipingi padrunisse.
2. Lõiketera lähendada detailile sujuvalt ja ettevaatlikult.
3. Enne treipingi peatamist eemaldada lõiketera detailist.
4. Keelatud on:
   a) puudutada treipingi pöörlevaid osi;
   b) peatada treipinki käe vajutamisega rihmale või pöörlevale osale;
   c) kõrvaldada puurlaaste käega;
   d) teostada mõõtmist detaili pöörlemise ajal;
   e) ilma õpetaja loata muuta pöörlemiskiirust, lõike sügavust või etteandmist.

F. Kruustangidel töötamisel.

1. Ese tuleb kinnitada kindlalt kruustangide vahele.
2. Detaili saagimisel või viilimisel hoiduda käe vigastamisest vastu detaili teravaid servi.
3. Meisliga raiumisel olla ettevaatlik, et killud ei lendaks kaasõpilastele (kasutada kaitsevõret või -kilpi).
4. Sae- või viilipuru pühkimine käega on keelatud.

G. Metallitööriistadega töötamisel.

1. Õpilastele võib kasutamiseks anda ainult korrasolevaid tööriistu, näiteks:
   a) vasara löögipind peab olema kidadeta, vasar peab olema kinnitatud varre otsa kiilutult;
   b) meislil, tornil, kärnil ei tohi olla pragusid, kidasid ega murdunud servi; ülemine ots peab olema tasapinnaline ja ulatuma üle käe 20—25 mm;
   c) tööriistade käepidemed peavad olema pragudeta ja kidadeta.
   d) viilipead peavad olema kindlalt viilide otsas;
   e) kruvi või mutri lahti- ja kinnikeeramiseks tuleb kasutada sobivat võtit (võtme ava ei tohi vähendada lisatäidisega).
2. Tööriistad tuleb kohe pärast tarvitamist asetada nende panipaika.

H. Tinaga jootmisel.

1. Jootekolvi puhastamisel ei tohi salmiaagikivi hoida käes, vaid selleks ettenähtud karbis.

2. Ülekuumenenud kolbi ei tohi jahutada jootevedelikus.

3. Jootevedelikuga määrimisel tuleb kasutada pintslit.

4. Kergestisüttiva aine hoidmiseks kasutatud nõude jootmine on keelatud.

Elektriohutus.

1. Elektrivoolu all olevaid juhtmeid, kaitsmeid, lambipesi jne. ei tohi puudutada ega neile astuda.

2. Elektri-käsitööriistadega (käsipuurmasin, põranda-höövelmasin jne.) töötamisel on vajalik asetada jalge alla kummiplaat ja kasutada kummikindaid.

3. Voolu all olevad elektrisoojendusaparaadid (triikrauad, keeduplaat, teekann, jootekolb jne.) tuleb asetada selliselt, et nad ei tekitaks tuleohtu, ja neid ei tohi jätta valveta.

4. Kõik elektrijõul töötavad masinad peavad olema maandatud.

5. Elektrijõul töötavad masinad (õmblus-, pesumasin, tolmuimeja jne.) tuleb pärast töö lõpetamist välja lülitada.

6. Elektri kaitseseadmete omavoliline kõrvaldamine on keelatud. Oskamatu või hooletu elektriseadmete käsitsemine võib põhjustada raskeid õnnetusjuhtumeid.

Märkus: Voolu alla sattunu tuleb kohe vabastada voolu alt. Selleks katkestada vool lüliti abil või kaitsmete väljakeeramise teel. Voolu all olijat ei tohi palja käega puudutada. Kui voolu katkestamine ei ole võimalik, tuleb voolu alla sattunu eemale rebida, haarates kinni tema kuivadest riietest või kasutada selleks nööri, kummivoolikut jt. materjale, mis ei anna voolu edasi. Kannatanule tuleb anda esmaabi.

Gaasiohutus.

1. Gaasi süütamisel on keelatud süütekraani avamine enne tule läitmist.

2. Gaasi kustutamisel sulgeda esmalt peakraan ja alles tule kustumisel süütekraan.

3. Gaasiohu vältimiseks hoida töötavad tulepesad pideva kontrolli all.

Õhu ventileerimine.

1. Kui ruumil puudub mehhaaniline ventilatsioon, tuleb avada õhuaknad, et tagada küllaldast värske õhu juurdevoolu.
2. Tööpinkide puhastamine peab toimuma ettevaatlikult, et mitte suurt tolmuhulka õhku paisata.
3. Tööruumi põranda puhastamisel on soovitav enne pühkimist põrandat veidi veega niisutada.

Märkus: Koolid, kellel on autogaraaže, bensiinihoidlaid, elektrialajaamu jne., on kohustatud järgima vastavaid riiklikke ohutustehnika nõudeid.

KASUTATUD KIRJANDUS

1. Ardanski. Ehituslaudsepatööd. ERK Tallinn 1955.
2. Bruštein ja Dementjev. Treialitööd. ERK Tallinn 1955.
3. Булатов. Внеклассные занятия по электротехнике. Учпедгиз 1951.
4. Esop jt. Üldine elektrotehnika. ERK Tallinn 1954.
5. Cladilin. Metallide tehnoloogia. ERK Tallinn 1955.
6. Kisseljov. Noore tehniku käsiraamat. ERK Tallinn 1954.
7. Komissarov. Lukksepatööde üldkursus. ERK Tallinn 1954.
8. Кузнецов. Практические работы в учебных мастерских. Учпедгиз 1955.
9. Makijenko jt. Lukksepatööd ja materjaliõpetuse alused. ERK Tallinn 1958.
10. Osavad käed. ERK Tallinn 1955.
11. Põdrus. Elektrimontaaž. RK «Pedagoogiline kirjandus» Tallinn 1947.
12. Sokolov. Füüsika X klassile. ERK Tallinn 1951.
13. Žerebtsov. Elementaarne elektrotehnika. ERK Tallinn 1953.
14. Vardja ja Vannas. Noor elektrik. ERK Tallinn 1951.
15. Ohutustehnika eeskirjad. Sanitaartehnika ja tööhügieen. Tööstusettevõtete elektriseadmed. ERK Tallinn 1958.
16. Большая Советская Энциклопедия.
17. Ajakiri «Nõukogude Kool».

ESEMED, MILLE VALMISTAMIST ON RAAMATUS KIRJELDATUD

I. Puutöö.

Hakklaud 123
harjapani 114

Istutamispulk 120

Jalarest 125
joonlaud 123

Kaanega kast 138
kaardikepp 122
kelk 141
„ , juhitav 142
kerimispulk 120
kirjapress 129
kokkupandav iste 134
kuldnoka pesakast 128
kühvel 121
küünlajalg 115

Lamamistool 136
lillekepp 121
lindude toidulaud 127
linnud vineerist 113
loomad vineerist 113
lõikamislauake vineerist 114
lumeuisud 126
lusikas, puidust 121

Munade alus 114

Niks 119
nimelipik taimedele 119
nääripuu jalg 126

Pesulaud 124
pildiraam 131
pudrunui 149

Raamaturiiul 136
riidenagi 124
riidepuu 124
„ , kokkupandav, vineerist 116

Saapasulane 133
seinakapp 140
sibulavakk 114
soolavakk 133
„ , vineerist 116
suusad 143
suusakepid 147
suuskade hoideklambrid 147

Taignarull 149
tindipotialus 130
triikimislaud 124
tööriistade kast 132

Viili- ja naasklipead 149
vurr, treitud 149
vurrpuur 121
võitlejad, vineerist 117
võtmevarn 122
väike tõukekelk 141

II. Metallitöö.

Juurviljariiv 215

Kapi ühenduskruvi 241
kruvikeeraja 224
kulp 222
kärn 239
käruratta telg 241

Laualipu varras 227
lehter 217

Miiunurgik 225
mutrivõti 225
märkora 225

Naaskelpuur 225
nurgik 225

Pallirihma nõel 211
piparkoogivormid 214
plekk-kopsik 218
pliidirõngaste konks 211

polt 227
praepann 221
prügikühvel 219

Seib 224
sulepea alus 221
suruklamber 227
suruklambri kruvi 241
suusasidemed 146
süldivorm 216

Taster 225
torn 224, 239
triikraua alus 210
tuhatoos 221

Vahustaja 207
vasar 228
vedru keeramine 207
võrgukudumise piirits 208

III. Kombineeritud tööd.

Auruturbiin 268
auto 251

Elevant 259

Glisser 273

Hobune 257

Kass 257
kepphobu 257
ketaspropeller 265
kiikuvad jänesed 259
koer 257

Laev 246, 254
langevari 246
lennuk 245
lennutatav propeller 263

Noogutav karu 259

Paat 246
pukkveski 226
purjelaev 273

Rataslaev 272
rong 252

Siluettlaevad 270

Telegraafiaparaat 284
telegraafivõti 285
traktor 251
tuulelohe 247
tuuleratas 263
tuulerootor 266
tuuleturbiin 266
tuulik 266
tõstekraana 252

Veeturbiin 262
vesiratas 259
võimleja 255
võimlev ahv 256

IV. Õppeabinõud.

Astrolaab 277
arvutuspulgakesed 274

Bimetalltermomeeter 282

Eklimeeter 278

Istikute kast 286

Kaldpind 281
kanade söötmise küna 288
kangkaal 280
kirjakaal 280
klassikolmnurk 274
klassimall 274
kuupdetsimeeter 274
kuupsentimeeter 274
küülikupuur 287

Lindude toidumajake 288

Matemaatilised mudelid 276

Pantograaf 283

Seade kehade soojuspaisumise demonstreerimiseks 283

Taimekuivatamise raam 277
tibupuur 286
tibude söötmise kast 288

Vesilood 279

V. Installatsioonitööd.

Elektrikõlisti 316
elektripasun 318
elektripõleti 340
elektromagnet 315
elektromagnetiline lüliti 316

Kompass 316
kontrollamp 332

Näärikuünlad 322

Taskulamp 319

VI. Punumistöö.

Jalamatt 367

Kartulikorv 371

Marjakorv 373

Turukorv 374

Võrkkiik 381
võrkkott 384
võrkpallivõrk 383

Õlgkübar 364

VII. Harjatöö.

Hari 387

Lambihari 390

Pesunuustik 390
pintsel 391

VIII. Raamatuköitmine.

Klade 349

Pildialbum 360

Raamat 353
raamatu parandamine 362

Vihik 348

IX. Kunstsarvetöö.

Doomino 396

Joonlaud 396
järjehoidja 396

Kabenupud 396
kingalusikas 397
kirjutuslaua komplekt 397
kolmnurk 396
käepide (uksenupp) 397

Laualipu alus 397
lukusilt 397

Noapea 397

Paberinuga 396
pilutamispulk 396

Sulepea 396

Valtsluu 397

SISUKORD

Sissejuhatus 3
1. Tööõpetuse eesmärk ja ülesanded 3
2. Töö kasvatusvahendina 4

I. Tööõpetuse klassid

1. Ruumid 7
2. Sisustus 10
3. Õppeabinõud 11

II. Töö planeerimine

1. Õppeprogrammi sisu 13
2. Õppematerjali jaotus 14
3. Töö planeerimine 19

III. Tööõpetuse tund

1. Meetodid 22
2. Tunni struktuur 23
3. Tunni ettevalmistamine ja läbiviimine 24

IV. Tehniliste jooniste valmistamine ja kasutamine

1. Tööjoonise tähtsus 27
2. Jooniste liigid 27
3. Jooned 30
4. Mõõtmete märkimine 31
5. Vaated 32
6. Tööjoonise valmistamine ja kasutamine 33
7. Õpilase tööjoonis ja töövihik 33
8. Märkimine materjalile 35

V. Puutöö

1. Üldteadmisi puidust 40
2. Puutööklassi sisustus 50
3. Puutööriistad ja nende käsitsemine 58
4. Teritamisvahendid ja teritamine 96

5. Märkimisriistad ja märkimine puidule 98
6. Puitosade ühendamine 99
7. Tööde värvimine 106
8. Vineeritöö 110
9. Noatööd 118
10. Töid höövelpingil 121
11. Suuskade valmistamine 143
12. Treimine 147

VI. Metallitöö

1. Üldteadmisi metallidest 152
2. Metallide omadused 157
3. Metallide survetöötlemine 160
4. Metallide termiline töötlemine 167
5. Metallitöö klass ja metallitöö koht 169
6. Metallitöö riistad 172
7. Metallitöö riistade käsitsemine 179
8. Metallide ühendamine 200
9. Traaditöid 206
10. Plekitööd 212
11. Lukksepatöö 224
12. Metalli treimine 229

VII. Kombineeritud tööd

1. Kombineeritud töödest 243
2. Lihtsamaid mudeleid 245
3. Mudeleid ettevalmistatud materjalidest 251
4. Liikuvate osadega loomad 256
5. Liikuvate osadega tehnilised mudelid 259
6. Õppeabinõud 274
7. Inventar põllumajanduslikeks töödeks 286
8. Juhiseid konstruktoreile 289

VIII. Elektri installatsioonitööd

1. Installatsioonimaterjalid 293
2. Tööriistad installatsioonitöödeks 311
3. Praktilised tööd väikepingega 312
4. Praktilised tööd madalpingega 323
5. Lihtsate elektriaparaatide käsitsemine ja parandamine 333
6. Ohutustehnilised nõuded 342

IX. Raamatuköitmine

1. Tööriistad ja materjalid 344
2. Mitmesuguseid köitetöid 348

X. Muud tööliigid

1. Punumistööd 364

2. Nööri- ja võrgutöö 377
3. Harjatöö 384
4. Töid kunstsarvest ja plastmassist 393

XI. Esmaabi tööõnnetuste puhul

1. Tööklassi hügieen 400
2. Esmaabi 400
3. Esmaabikapp 402
4. Tööõpetuse klassi sisekorra eeskirjad 402
5. Ohutustehnika eeskirjad tööõpetuse klassis 403

Kasutatud kirjandus 408
Esemed, mille valmistamist on raamatus kirjeldatud 409

Л а х и, Рихо Хансович, Н и к л у с, Юлиус Густавович, У й б о, Ильмар Фриедрихович

РУЧНОЙ ТРУД МАЛЬЧИКОВ
V—VIII КЛ.

Пособие для учителей.

На эстонском языке

Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

*

Toimetaja R. S i i r a k
Kunstiline toimetaja I. T o r n
Tehniline toimetaja H. K o h u
Korrektorid E. K a s k ja M. T i h a n e

Ladumisele antud 15. IX 1960. Trükkimisele antud 15. XII 1960. Paber 60 × 90, 1/16. Trükipoognaid 26,0. Arvutuspoognaid 26,34. Trükiarv 3000. MB-08196. Tellimise nr. 8689. Hans Heidemanni nimeline trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. II.

Hind rbl. 1.03

6—5

Rbl. 1.03

A-23549

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00367613 9