L. KISSELJOV, E. MIKIRTUMOV
P. HLEBNIKOV, E. TŠESTNOV



NOORE TEHNIKU KÄSIRAAMAT

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

L. KISSELJOV, E. MIKIRTUMOV,
P. HLEBNIKOV, F. TŠESTNOV

NOORE TEHNIKU KÄSIRAAMAT

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1950 TARTU

Originaali tiitel:

Л. Киселев, Э. Микиртумов, П. Хлебников, Ф. Честнов.

Книга юного техника.

Государственное Издательство Детской Литературы Министерства Просвещения РСФСР. Москва Ленинград 1948.

Tõlkinud V. Kallas.

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
8624



NOORTELE TEHNIKUTELE.

Noorte tehnikute kogu looming peab nii arenema, et sellest oleks kasu kodule, koolile ja kollektiivile ning et see avardaks pioneeride ja õpilaste silmaringi tehnika alal, aidates neil süvendada koolis saadud teadmisi ja rakendada neid praktikas.

Selles raamatus anname nõu mitmesugustes küsimustes. Noor tehnik peab meeles pidama, et ei tule korraga tegelda paljuga. Mitte ainult üksikult, vaid isegi suure üksmeelse kollektiiviga ei või üheaegselt alustada liiga palju mitmesuguseid töid. Kõige parem on alustada uut tööd alles siis, kui eelmine on edukalt lõpule viidud.

Raamatus on palju mitmesuguseid osasid, kuid kõik need on tihedas omavahelises seoses. Noor mudellennukiehitaja kasutab peale «Lennu- ja õhusõiduasjanduse» tingimata «Puidu töötlemise» ja «Metallide töötlemise» osa ning ka teisi osasid. Noor raadioharrastaja vaatab, et õigesti joota metalle, tingimata «Metallide töötlemise» osa, kuid et teha kõiki töid, alates raadiovastuvõtja kauni kasti valmistamisest ja lakeerimisest ja lõpetades

raadiovastuvõtja rakestuse ehk montaažiga, ta mitte ainult loeb tähelepanelikult läbi mitmed osad, vaid kasutab seda raamatut korduvalt mitmesuguste teatmete saamiseks.

Noor tehnik peab õppima oma loomingus mitte lihtsalt jäljendama, vaid olemasoleva tehnika alusel leiutama ja looma uut, algupärast. Sellepärast ei anna käesolev raamat valmis retsepte, nagu «Lõika välja ja kleebi kokku». See pakub huvi ainult väikestele lastele. Meil on teine ülesanne.

Paljusid noori tehnikuid tabab töö juures üks ebaõnnestumine teise järel ainult sellepärast, et nad ei tea kõige lihtsamaid asju. Näiteks on noor tehnik kuulnud, et on hea katta mudel pärast värvimist lakiga. Värvinud kõige pealt mingi palju tööd nõudnud suurepärase masinamudeli õlivärviga, katab noor tehnik selle siis hoolsasti aiolakiga (emaliidiga). Oodatava peegliläike asemel tekib pealispinnale äkki sadandeid inetuid mulle. Ilmneb, et selliselt mõjub emaliit õlivärvile. Mõistagi on mudel rikutud. Hea veel, kui on võimalik värv maha kraapida ja mudel uuesti värvida! Aga kas ei võiks värvipulbri segada mitte värnitsaga, vaid petrooleumiga või masinaõliga? Paljud katsuvad — ja tulemusena on mudel jällegi rikutud. Selles raamatus anname noortele tehnikutele rea nõuandeid, mis aitavad neid praktilise töö juures.

Uue masina loomisel ehitab leiutaja ja konstruktor enne selle mudeli. See mudel peab olema ehituselt ja töötamiselt parem olemasolevatest. Selles seisneb uue tehnika looja ülesanne. Selle poole peavad püüdlema ka noored tehnikud. Selleks on vajalik tunda mitte üht, vaid paljusid tehnikaharusid, esialgu kasvõi vähesel määral.

Juhul, kui noor tehnik ei leia sellest raamatust mõnele küsimusele küllalt täpset vastust, tuleb tal pöörduda nõuande saamiseks õpetaja, vanemate seltsiliste, tuttava inseneri või noorte tehnikute jaama poole.



NOORE TEHNIKU TÖÖNURK.

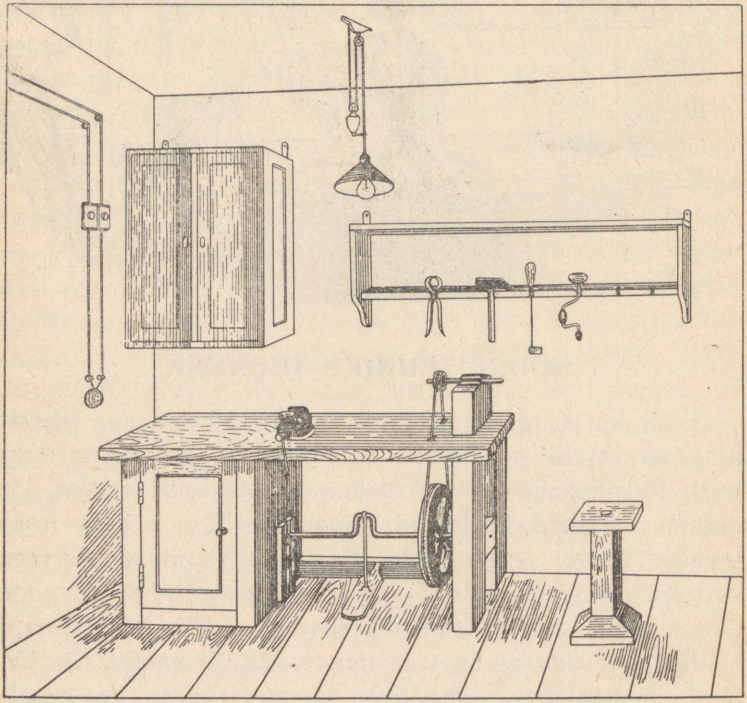
Enne kui asuda tegelema mitmesuguste töödega tehnika alal, on vajalik seadistada oma töökoht kas pioneeritoas, kooli füüsikakabinetis või kodus — olenevalt sellest, kus noored tehnikud hakkavad töötama. Ilma selleta noore tehniku töö ei edene: pole käepärast vajalikke tööriistu, materjalid ei ole omal kohal, pole kusagil hoida valmis detaile kuni mehhanismi või seadme lõpliku rakestuseni.

Esmajärjekorras on vaja muretseda või valmistada töölaud ja kapikene tööriistade ja materjalide hoidmiseks (joon. 1).

Et mitte rikkuda toa üldilmet, valmistatakse laud ja kapikene säärased, et nad oleksid ilusad ja korralikud. Nende esemete mõõtmed olenevad toa suurusest.

T ö ö l a u d. Töölauda vajab noor tehnik kõige mitmekesisemate tööde jaoks. Seepärast peab laud olema kindel, vastupidav, tugeva plaadiga ja kohandatud tisleri-, lukksepa- ja rakestustöödeks.

Niisuguse töölaua võib valmistada ise prussidest ja laudadest. Lugedes läbi «Puidu töötlemise» osa, saab noor tehnik teada, kuidas tuleb valmistada töölaua üksikuid detaile ja kuidas neid kokku panna.



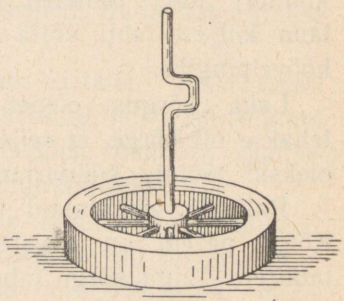
Joon. 1. Noore tehniku töönurk.

Töölaua valmistamiseks läheb vaja 4 kuni 6 cm paksusi laudu (plaat) ja latte mõõduga ristlõikes umbes 7 × 7 cm (jalad ja raam). Laua alla võib teha riiulid detailide ja materjalide paigutamiseks. Elektrienergia olemasolu korral võib noor tehnik paigutada lauale väikese elektrimootori käia ja puurimis-seadeldise käitamiseks ning

teisteks vajadusteks. Kui elektrienergiat ei ole, siis jäetakse pool lauaalusest ruumist sõtkeseadeldise jaoks.

Seadnud kohale sõtkeseadeldise, saab käitada lauale kinnitatud lihvimis- ja puurimis-seadeldist ja teha isegi väiksemaid puidu- ja metallitreimise töid.

Hooratas peab olema raske, et saavutada küllaldast inertsi (hoogu). Hea massiivse põiaga ratta saab valmistada ise raudbetoonist. Vormiks on vaja kaht vana sõelavõru ja konservipurki. Suurema võru sisepinnale kinnitatakse ringjalt, mõne väikese naelakesega, leotatud pajuvits — koht rihm-ajami uurdeks. Väiksemasse võrusse ja konservipurki — rummu vorm — tehakse 6—8 ava, millesse asetatakse 8—15-mm läbimõõduga ümarrauast valmistatud hooratta kodarad.



Joon. 2. Vorm hooratta valmistamiseks.

Enne tehakse valmis ka väntvõll ja asetatakse see tulevase rummu vormi (rummu jaoks ettenähtud kohale tehakse meisliga täkked). Asetanud oma kohale hooratta kodarad, võrud ning konservipurgi ja torganud väntvõlli otsapidi maasse (joon. 2), täidetakse võrude vahe ja konservipurk raskuse saavutamiseks vanade raudmutritega, traaditükkidega ja ükskõik millise vanarauaga, mille järel põia ja rummu vormi valatakse betoonisegu. Kui betoon on kivistunud, mis vajab 2—3 päeva, vabastatakse hooratas vormist, asetatakse kuullaagritele või äärmisel juhul puitlaagritele ja ühendatakse nöörajami abil ükskõik millise mehhanismi rihmarattaga. Väntvõlli külge kinnitatakse sõtkelaud, mille abil käitatakse mehhanism.

Kogu seadeldis värvitakse õlivärviga punaseks või roheliseks. Mehhanismide liikuvad osad värvitakse tavaliselt nende värvidega.

Töölaud ei tohi võtta palju ruumi. Laua plaat peab olema 50 cm laiune ja 100 cm pikkune. Kui ruum lubab, võib neid mõõtmeid veidi suurendada.

Kruustange on soovitav kinnitada laua külge kruviklambri abil. Selliselt kinnitatud kruustange on kerge laua küljest lahti võtta ja muuta laud vajaduse korral höövelpingiks.

Laua kõrgus oleneb noore tehniku kasvust. Laud tehakse nii kõrge, et sellele kinnitatud kruustangide pakid oleksid töötaja küünarnukiga samal rõht-tasapinnal.

Paljusid väiksemaid töid on mugavam teha istudes. Kõige parem on meisterdada endale sobiva kõrgusega taburet. Liiga kõrge taburet sunnib töötajat istuma laua juures kummargil. See on kahjulik ja väsitav. Liiga madala tabureti puhul aga väsivad käed ruttu.

Seinakapike ja riiulid. Nii töölaud kui ka kapike ja riiulid valmistatakse nii korralikult, et nad ei rikuks toa üldilmet.

Kapike ja riiulid kinnitatakse seinale höövelpingi kohale. Kui aga höövelpink asetseb akna juures, siis asetatakse kapike ja riiul nõnda, et neid oleks võimalik kasutada töötamiskohalt eemaldumata.

Puitliistudest valmistatakse kapi raamistik ja kaetakse see vineeriga. Uksed tehakse kahe poolega. Kappi asetatakse kaks riiulit, uste sisekülgedele kinnitatakse aga liistud, millede taha saab paigutada tööriistu. Kapikese ligikaudsed mõõtmed on järgmised: kõrgus 75 cm, laius 55 cm ja sügavus 30 cm.

Kapikese alumises osas hoitakse värve, lakke, liimi ja keemilisi reaktiive. See on noore tehniku «kemikaalide

ladu». Esimesele riiulile paigutatakse karbid ja kastikesed väikeste detailide, mutrite, poltide, neetide, seibide, naelte, puidukruvide ja pisitööriistadega. Tuleb hoolitseda, et erisuguste esemete jaoks oleksid ka eri karbid: eri karp seibidele, eri karp puuridele jne.

Kord detailide ja tööriistade paigutamisel säästab alati palju aega.

Teisele riiulile paigutatakse esemed, mida kasutatakse võrdlemisi harva.

Kapikese peale ei sobi midagi asetada. Seda kohta on kõige parem kasutada mõne lõpetatud, hästi õnnestunud mudeli, näiteks aurukatla, mingisuguse mootori, raadiovastuvõtja, laeva või purjejahi paigutamiseks.

Töölaua juures olevale seinale kinnitatakse kapikese kõrvale ühe- või kahekordne riiul. Riiuli all on planguke väljalõigetega, millesse asetatakse need tööriistad, mida vajatakse antud momendil tehtava töö jaoks. Tisleritöö puhul näiteks koristatakse kõik lukksepatööks vajalikud riistad kappi ja plangu väljalõigetesse paigutatakse peitlid, puurid, puuripea ja teised tisleritööks vajalikud instrumendid.

Riiulile asetatakse samuti ainult need detailid ja materjalid, mis peavad olema käepärast.

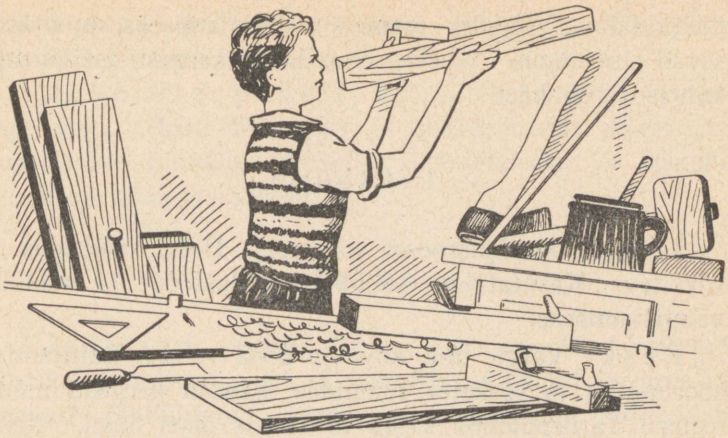
Õhtusel ajal töötades on kõige parem valgustada töölauda rippuva plokk-elektrilambiga, mis on kaetud valge koonilise kupliga. Seda lampi on võimalik madalale tõmmata säärase töö puhul, nagu detailide jootmine, ja kõrgemale tõsta puitesemete hööveldamisel.

Erilist tähelepanu tuleb osutada materjalide hoidmisele kapikese «kemikaalide laos». Värnitsat, lakke ja lenduvaid vedelikke, nagu bensiini ja atsetooni, hoitakse kindlalt suletavates nõudes. Seejuures tuleb silmas pidada niisuguseid «tühiseid asju», nagu seda on korgid. Kui

emaliidipudel sulgeda tavalise korgiga, siis viimane, kleepudes pudelikaela külge, puruneb pudeli avamisel. Siin on tarvis kummist korki. Ja, vastupidi, bensiini- või kummiliimipudelit ei tohi sulgeda kummist korgiga: kummi pundub ja laguneb. Sel juhul tuleb kasutada tavalist korki.

Tutvudes materjalide tehnoloogiaga, saab noor tehnik teada, kuidas käsitseda oma «kemikaalide ladu» ja teisi materjale.

Elektrotehnilisteks töödeks on vaja töölaua juurde tuua seinakontakt, seades sellesse kaitsme. Muidu võib noor tehnik mõne ebaõnnestunud katse tulemusena jätta kogu maja valgusest ilma või tekitada isegi tulekahju.



I. PUIDU TÖÖTLEMINE.

Puit on kõige levinum ehitus- ja tarbematerjal. Tema omadused on odavus, kerge töödeldavus, võrdlemisi suur tugevus ja kestvus. Puidust võib ehitada suure silla üle jõe ja valmistada taskukella mehhanismi, välja arvatud ainult kella vedru.

1. Puidu liigid ja nende omadused.

Okaspuud.

M ä n d. Sirgekihiline, väheste okstega. Kergesti lõhastatav, hööveldatav ja saetav. Suure vaigusisalduse tõttu säilib kaua. Puidu värvus on hele, kollakaspunane. See on kõige parem puit enamikuks tisleri- ja puusepatöödeks.

K u u s k. Helekollast värvust. Okslikum kui mänd. Männist pehmem ja kergemini töödeldav, kuid halvemini

hööveldatav. Kõlblik esemete valmistamiseks, mis asetsevad siseruumis. Niiskes õhus läheb kergesti mädanema; kuivas säilib hästi.

Lehtpuud.

Lepp. Kahkjasroosat värvust. Hästi töödeldav ja värvitav. Kasutatakse mööbli, nikerdustööde ja mudelite valmistamiseks.

Kask. Valge, tihe, kõva ja üsna vetruv. Säilitamisel koorimatult ja rõsketes ruumides hakkab kergesti mädanema. Tarbepuiduna säilib ta kuivas õhus hästi. Kasutatakse lihtsama mööbli, kirvevarte ja tööriistade käepidemete valmistamiseks ning treimistöödeks.

Pärn. Väga pehme ja kerge, valge, ühtlase toimega puit. Kergesti töödeldav. Kasutatakse nikerdustööde, mudelite ja mänguasjade valmistamiseks.

Tamm. Helepruun, väga tugev, kõva, tihe ja võrdlemisi vetruv puit. Raskesti töödeldav, kuid hästi viimistletav. Kasutatakse hea mööbli ja parketi valmistamiseks.

Saar. Kollakasvalge, tihe, kõva, tugev, äärmiselt vetruv puit. Koorimata kaotab oma parimad omadused. Hööveldatav raskesti, kuid siledalt, sest ta on sitke ning painduv ega eralda pinde. Tarvitatakse mööbli ja spordiriistade valmistamiseks.

Vaher. Valge, ilusa kirjaga, tihe, kõva, üsna sitke ning vetruv puit. Hästi hööveldatav, lõhastub sirgelt. Kasutatakse mööblitööstuses ja treimis- ning nikerdustöödeks.

Pirn. Pruun, vetruv, väga tihe, kõva puit. Kasutatakse nikerdustöödeks.

Valge pöök. Valge, kõva, sitke, tihe ja peene

kiudehitusega puit. Kasutatakse peamiselt tööriistade käepidemete valmistamiseks.

Kaukaasia pähklipuu. Ilusa pruuni värvusega puit. Hästi töödeldav ja suurepäraselt poleeritav. Kasutatakse hinnalise mööbli valmistamiseks ja kunstipärasteks nikerdustöödeks.

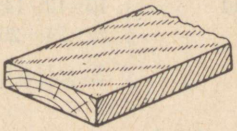
Puidu vead.

Kisulisus (joon. 3) — lainjas läbipõimunud kiustik. Kisulisest puidust valmistatud lauad ja prussid omavad läbilõigatud kiude, mis tunduvalt nõrgendab puidu tugevust ja raskendab selle töötlemist.

Keerdkasv (joon. 4) — kiudude kruvikujuline kasvamine keerdu ümber tüve. Keerdkiududega lauad ei ole vastupidavad, vaid kõmmelduvad ja lõhkevad kiiresti.



Joon. 3. Kisulisus.



Joon. 4. Keerdkasv.

Okslikkus — okste rohkus nõrgendab puidu vastupidavust ja suuremalt osalt langevad need töötlemisel puidust välja.



Joon. 5. Ringlõhe.

Ringlõhed (joon. 5) — puidu lõhkemine aastarõngaid pidi. Sellisest puidust lauad omavad palju lõhesid ja ei ole kuigi tugevad.

2. Saematerjal ja vineer.

Saematerjal.

Nimetus	Paksus sentimeetrites	Laius sentimeetrites
Voodrilauad	1; 1,3; 1,6; 1,9	10 kuni 20
Lauad	2,5; 3; 3,5; 4	Laius suurem kahekordsest paksusest
Plangud	5; 5,5; 6; 7; 8; 9	Laius suurem kahekordsest paksusest
Latid	2,5; 3; 3,5; 4; 5; 6; 7; 8	Laius väiksem kahekordsest paksusest või sellega võrdne
Prussid	10; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 26; 28; 30	Laius väiksem kahekordsest paksusest või sellega võrdne

Laudu ja prusse nimetatakse servatuiks, kui nad on saetud neljast küljest ja kõik nende kandid moodustavad täisnurga. Servamata lauad on saetud ainult kahest laiemast küljest, teised kaks külge on jäetud saagimata. Palkide saagimisel saadavaid välimisi lõikeid nimetatakse pindudeks ja kasutatakse abitöödel ning kütteks.

Vineer.

Tisleritoodete katmiseks, samuti ka väiksemate puitesemete valmistamiseks, kasutatakse saetud, hööveldatud ja ringkoorimisvineeri (treivineeri), mida toodetakse mitmesugustest puuliikidest.

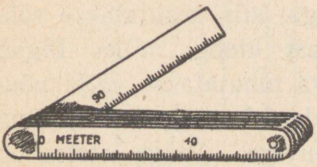
Saetud vineeri saadakse puidu pikisaagimisega erilisel saekaatril, hööveldatud vineeri vineeri-höövelpinkidel hööveldamise teel ja kooritud vineeri pöörlevalt puidult pideva laastu lõikamise teel.

Parimaks kattematerjaliks on saetud vineer oma ilusa mustriga. Saetud vineeri paksus on 0,8 kuni 6 mm, hööveldatud vineeril 0,4 kuni 6 mm ja kooritud vineeril 0,2 kuni 6 mm.

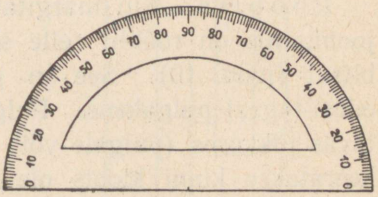
Vaheseinteks, seinte ja lagede vooderdamiseks ja paljudeks väiksemateks töödeks kasutatakse liimitud vineeri. Seda toodetakse täisnurksete plaatidena paksusega 1 kuni 18 mm, mis on omavahel kihiliselt kokku liimitud albumiin-, kaseiin- või tselluloidliimiga. Et plaadid ei kõmmelduks, on kihtide arv paaritu ja kihid asetatakse selliselt, et kõrvuti olevate kihtide kiud asetseksid üksteise suhtes täisnurkselt. Harilik vineer kõmmeldub niiskusest ja eraldub üksikkihtidesse.

3. Mõõte- ja märkimisriistad.

Meeter ja joonlaud. Kõige vajalikum mõõteriist on puidust või metallist liigendmeeter (joon. 6). Väiksemateks mõõtmisteks kasutatakse lühikesi, 40—50 cm pikkusi joonlaudu.



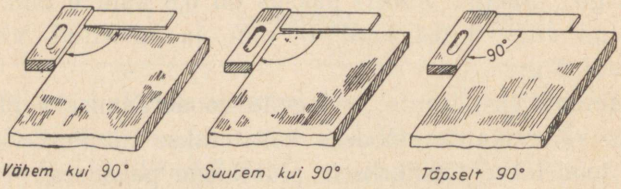
Joon. 6. Liigendmeeter (kokkupandav meeter).



Joon. 7. Mall.

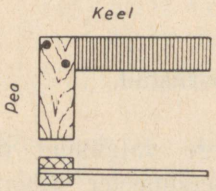
Mall (joon. 7). Nurkade mõõtmist teostatakse malliga ehk transportööriga, mida võib valmistada ise hariliku koolimalli järgi kartongist, vineerist või plekist.

Täisnurgik. Täisnurkade kontrollimist ja märkimist teostatakse täisnurgiku abil (joon. 8). Nurgik koos-

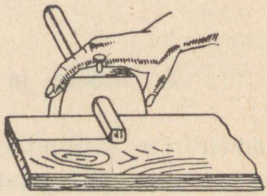


Joon. 8. Laua nurklõigete kontrollimine nurgiku abil.

neb kahest vastastikku perpendikulaarsest joonlauast: paksem — «nurgiku pea» ja õhem — «nurgiku keel» (joon. 9).



Joon. 9. Täisnurgik.



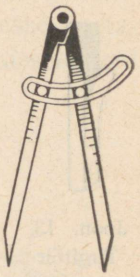
Joon. 10. Rööbits.

Rööbits. Kui märgitavale lauale on vaja tõmmata jooni, mis on rööbiti selle servaga, siis kasutatakse rööbitsat (joon. 10). See on puidust klopp, milles liigub edasi-tagasi pulgakene. Pulga ots nihutatakse välja nõutavas pikkuses (pulgale võib kanda 0,5-cm jaotused) ning keeratakse kinni klopis oleva kruviga. Pulga otstes on avad pliiatsi- või teravate tihvtide jaoks, mis joonestavadki jooni. Märkimiseks surutakse rööbits klopi rinnaga

vastu lauaserva ja libistatakse piki lauda, joonestades vajalikke jooni.

Enne kui asuda eseme valmistamisele, on vajalik teostada märkimine, mida tehakse värviliste või grafiitpliiatsitega või terava oraga. (Värviliste märkimispliiatsite kohta vt. «Tulusad nõuanded».)

Sirkel (joon. 11). Ümmarguste avade ja pesade kohti märgitakse teravate harudega sirkliga. Et harud kohalt ei liiguks, on sirklil pidurduskaar kinnituskruviga, millega on võimalik sirkliharu kinnitada vajaliku pikkusega raadiusel.

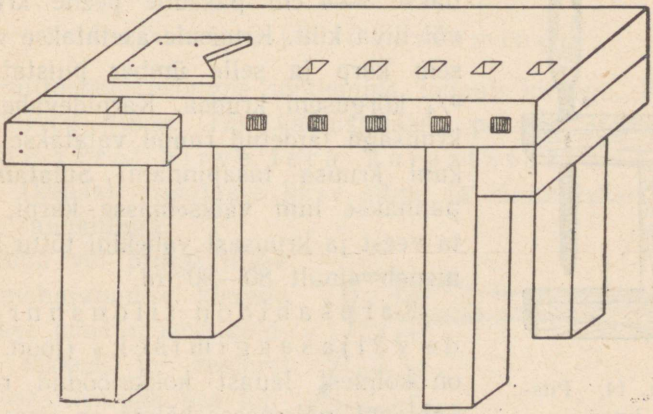


Joon. 11. Sirkel.

Väliss- ja sisekobi (taster) kohta vt. «Metallide töötlemine».

4. Abiseadised.

Höövelpink. Iseendal on raske valmistada eeskujulikku höövelpinki. Seepärast on parem rahulduda kõige lihtsama höövelpingiga (joon. 12). Selle võib teha



Joon. 12. Lihtsaim höövelpink.

paksust laiast lauast, millele, nagu on näidatud joonisel, kinnitatakse pealmine tugi. Laua serva külge naelutatakse külgmine tugi. Lauasse tehakse rida auke tugitõiradele ehk pingipulkadele. Hööveldamiseks määratud detail asetatakse toe ja tõira vahele ning pigistatakse kinni puitkiiluga.

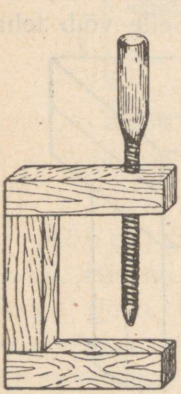


Joon. 13. Tugitõir (pingipulk).

T u g i t õ i r (pingipulk) (joon. 13) on metallist või puidust neljakandilise peaga varras. Kant, mille vastu toetub töödeldav detail, on täkkeline. Olenevalt detaili paksusest võib tõira pesas seada vajalikule kõrgusele.

P i t s k r u v i. Puidust pitskruvi (joon. 14) koosneb kolmest klotsist. Ühte klotsi, nn. pesapuud, läbib puidust kruvi, millega töödeldav detail surutakse hööveldamislaua ligi. Metallist pitskruvi on П-kujulisest nurkrauast raam metallkruviga.

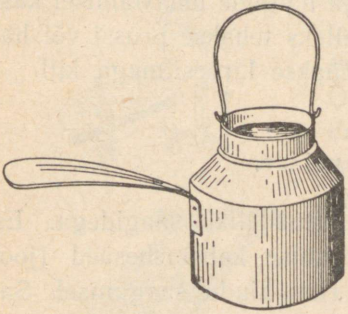
L i i m i a n u m (joon. 15) on eriline nõu tisleriliimi sulatamiseks. Tulel keetmisel kõrbeb liim põhja ja kaotab kleepimisomadused. Liimianuma võib teha kahest konservikarbist. Suurema karbi põhja pannakse 3—4 cm paksune peene kruusa või liiva kiht. Kruusale asetatakse väiksem karp ja selle ümber puistatakse $^3/_4$ kõrguseni kruusa. Karpidevahelisse kruusaga täidetud ruumi valatakse vett kuni kruusa tasapinnani. Sulatamisel pannakse liim väiksemasse karpi, kus ta veest ja kruusast vahekihi tõttu kuumeneb ainult 80—90°-ni.



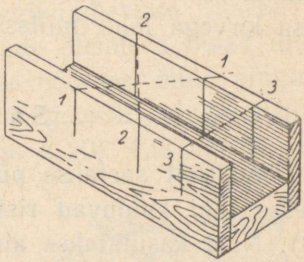
Joon. 14. Pitskruvi.

K a r p š a b l o o n t i i d u s n u r k a d e v ä l j a s a a g i m i s e k s (joon. 16) on kolmest lauast kokkulöödud renn. Sablooni mõlemasse hõlma on sisse lõi-

gatud 45° (jooned *2—2*, *1—1*) ja 90° (joon *3—3*) nurga all saeteed. See seadis on laudade ja prusside täpseks järkamiseks 45° ja 90° nurga all, ilma eelneva ettemärkimiseta. Šablooni asetatakse saagimisele tulev detail, surutakse puitkiiluga ühe serva vastu ja juht-saeteesse asetatakse raam- või käsisaag. Šablooni võib teha sisselõikeid ka teiste nurkade all.



Joon. 15. Liimianum.



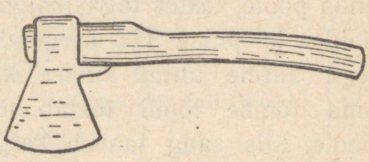
Joon. 16. Karpšabloon.

5. Tööriistade käsitsemine.

Raiumine ja lõhastamine.

Puittoodete esialgne töötlemine toimub kirvega. Puusepakirved (joon. 17) valmistatakse pehmest terasest, mille järel kirve tera karastatakse. Kirve vars (kuuas) asetatakse kirve silma ja kinnitatakse sellesse raudkiiluga.

Laua või prussi liigse osa maharaiumisel kirvega tehakse enne mõned kaldsed täkked ja seejärel lüüakse ülearune osa küljest. Täkked aitavad eemal-



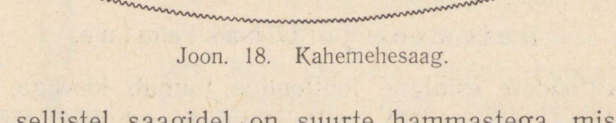
Joon. 17. Puusepakirves.

dada liigset puitu väikeste tükikestena ja väldivad sellega puidu kaldset lõhanemist, mis võib detaili rikkuda. Kui on tarvis eemaldada detaililt palju puitu, siis ei tule raiuda kirvega, sest sel juhul saadakse üksnes väikesi laaste, mida võib kasutada ainult kütteks. Palju ökonoomsem on liigsed osad maha saagida ja saadud jäätmed — liistud ja klopikesed — kasutada väiksemate esemete valmistamiseks.

Jämedate, suurte prusside ja halgude lõhastamisel kasutatakse raud- või puitkiilu. Selleks tehakse prussi või halu otsa kirvega lõhe, millesse lüüakse kirvesilmaga kiil.

Saagimine.

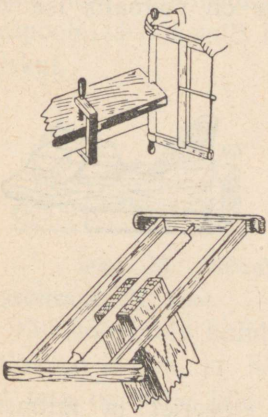
Tavaliselt saetakse puitu mitut liiki saagidega. Esimesse liiki kuuluvad ristisaagimise kahemehesaed (joon. 18). Neid kasutatakse ainult risti kiudu saagimisel. Sae-



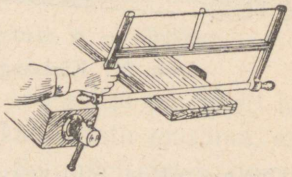
Joon. 18. Kahemehesaag.

lehed sellistel saagidel on suurte hammastega, mis teritatakse viiliga ühel hambal vasakule ja järgmisel paremale. Sael on kaks käepidet — kahekesi saagimiseks. Seejuures tõmbavad mõlemad töötajad kordamööda saagi enda poole, lastes tagasikäigul sael vabalt liikuda ja ainult hoides käepidet. Töö kergendamiseks on saelehe hammastega äärele antud kumer kuju. Kui kumbki saagija iga oma tõmbe lõpul tõstab saagi käepidemest pisut ülespoole, siis saag taarub kergelt oma tees ja töö edeneb kiiremini.

Laudade ja prusside saagimiseks sirget joont mööda kasutatakse 3—4 cm laia saelehega raamsaage, mille hammaste kalle on lõikamisele vastassuunas. Joonistel 19 ja 20 on näidatud laua saagimine raamsaega risti ja piki kiudu. Raamsae teraslehe otsad asetatakse kahte pidemesse, mis on raami otspuude aukudes, ja kinnitatakse käepidemetesse kahe naelakese või traaditükikese abil. Otspuud toetuvad oma keskosaga vahepuu otstes olevatesse hargikujulistesse õnaratesse. Otspuude ülemised otsad ühendatakse nööriga, mida pingutatakse tugevasti pingutuspulga abil (joon. 20). Kui on vaja välja



Joon. 19. Saagimine raamsaega piki kiudu.



Joon. 20. Saagimine raamsaega risti kiudu.

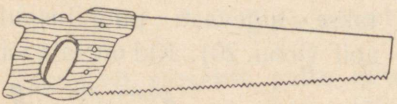
saagida kõverikke, siis asetatakse raami kitsas õhuke raamsaeleht, mille hambad on tugevasti räsatud üle ühe, s. t. saehambad on vahelduvalt üks ühele, teine teisele poole välja painutatud.

Vähemateks töödeks kasutatakse käsisaage (joon. 21). Saeleht tehakse paks, nii et ta töötamisel ei painduks. Sae käepide valmistatakse kõvast puidust ja ühendatakse saelehega kahe või kolme needi abil. Käsisaagide hambad on kaldu käepideme poolt sae vastasotsa suunas ja lõikavad sae liikumisel «enese poolt».

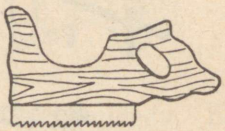
Sisselõigete tegemiseks laua keskele kasutatakse kitsa

lehega käsisaagisid. Saag asetatakse lõike hakku tehtud avasse ja saetakse siis ettemärgitud kontuuri mööda.

Kui on vaja teha laia laua keskele piiratud sügavusega saetist, nagu põõnade sirg- või kalasabanuute või pesa vineeri jaoks, siis kasutatakse saage, mida nimetatakse kraatsaagideks (joon. 22). See on lühike tükk väikeste hammastega saelehte, mis kogu oma pikkuses on paigutatud puust raamistisse. Kraatsaage on võimalik ise valmistada vanast raamsaelehest.



Joon. 21. Käsisaag.



Joon. 22. Kraatsaag.

Ornamentide väljasaagimiseks vineerist ja mitmesuguste väiksemate vineerist esemete valmistamiseks kasutatakse jõhvsaagi. Jõhvsae raam on metallist või puidust. Raami otstes on klambrid, mille vahele kinnitatakse saag. Kui on vaja saagida väljalõige detaili keskele, siis tehakse vineerile kantud joonise ühele joonele väike auk. Sellesse auku asetatakse saag ja alles pärast seda kinnitatakse saag raami.

Kui ei ole jõhvsaage, võib kasutada elektrijõhvsaagi. See on tavaline puidust (mitte aga metallist) raam, mille klambrite vahele on tõmmatud suure takistusega juhtme tükk, näiteks elektripliidi traadi tükk. Otsad ühendatakse juhtmete abil pingemadaldaja transformaatori sekundaarmähisega (6—8 volti).

Hööveldamine.

Et silendada toote pinda ja anda sellele vajalik kuju (profiil), kasutatakse höövleid (joon. 23). Need tööriistad koosnevad üldiselt kahest peaosast: höövlipakust ja selle avasse paigutatud höövlirauast (höövlitera). Lõiketera ulatub veidi välja höövlipaku tallast. Sisselõige höövli tallas ehk höövlisuu tehakse laiusega kuni 3 mm, mis ülespoole järk-järgult laieneb, et soodustada laastu väljatulekut.



Joon. 23. Höövel: *a* — väliskuju, *b* — läbilõige.

Kui höövlitald kulub, muutub ava selles tunduvalt laiemaks kui 3 mm ja höövel hakkab laastu murdma, enne kui tera on selle läbi lõiganud. Sel juhul tuleb suurenenud avasse asetada kõvast puidust klots.

Höövliga töötamisel kasutada tuleva jõu kulu oleneb lõiketera kujust. Mida väiksem on höövliraua alumise osa ehk lõiketera teritusnurk, seda kergem on töötada, sest laast on pikkuses vähem kokkusurutud ja murdub vähem. Liiga teravat teritusnurka ei tule siiski teha, sest sellejuures tera nürineb kergesti ja võib okste kohal kilde välja visata.



Joon. 24. Hööveldamine piki kiudu.

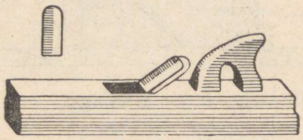


Joon. 25. Hööveldamine pärikiudu.

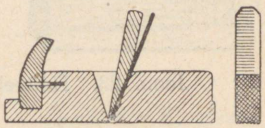


Joon. 26. Hööveldamine vastukiudu.

Hööveldamise raskus oleneb veel puidu kiudude suunast. Kui tuleb hööveldada rööbiti kiude (joon. 24), siis eraldub laast kergesti ja on sile, mitte murtud. Kui puidukiudude suund ei ühti höövli liikumise suunaga (joon. 25), siis kiud ei eraldu üksteisest, nagu esimesel juhul, vaid lõigatakse läbi ja selle tõttu saadakse peenikesed murtud laastud. Töötada on seejuures väga raske. Kiudude paiknemisel nii, nagu on näidatud joonisel 26, s. o. vastassuunas asetsevate puidukiudude puhul, hakkab lõiketera sisse kiskuma ja puitu murdma. Säärastel juhtudel tuleb detail ümber pöörata ja hööveldada pärikiudu.



Joon. 27. Pikkhöövel.



Joon. 28. Hammashöövel.

Höövlisse kinnikiilutud höövlirauda on kerge reguleerida. Puitvasara löögiga pakukannale tõstetakse höövlirauda õhema laastu saamiseks, aga löögiga höövli ninale lastakse höövlirauda sügavamale.

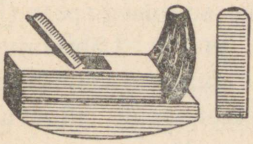
Hööveldamisel hoitakse höövlit vasaku käega sarvest, paremaga aga pakukannast tagapool höövlirauda. Seepärast on kõikidel höövliliikidel höövli tööliikumine suunatud parema käe poolt vasaku käe poole ja ainult üksikutel juhtudel tuleb hööveldada vastassuunas. Töökäigu algul surutakse tugevamini höövli eesmisele osale, lõpul aga tagumisele osale.

Hööveldamise järel töödeldakse eset täpsemalt pikkhöövliga (joon. 27), millel on pikem pakk kui tavalisel höövlil.

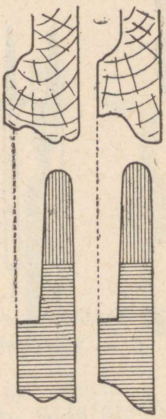
Pikkhöövli paku pikkus on 500—700 mm, laius 65—85 mm, kõrgus 60—75 mm.

Kui eseme pind kaetakse vineeriga või mõne väärispuiduga, siis hööveldatakse seda hammashöövliga (joon. 28). Selle höövli raua lõikepind on hambuline ja lõiketera kaabib suurema liimimispinna saavutamiseks eseme pinnale terve rea peenikesi vaokesi.

Kumerate ja nõgusate pindade hööveldamiseks kasutatakse paindhöövleid (joon. 29), mille tald on kas kumer või nõgus.



Joon. 29. Paindhöövel.



Joon. 30. Karniisihöövli rauad.

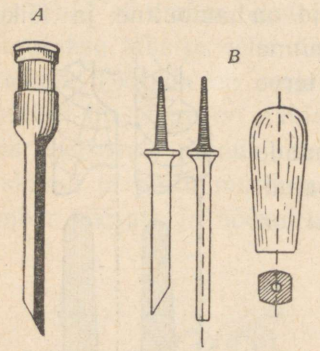
Esemete servadele, peamiselt liistudele, mitmesuguste profiilide hööveldamiseks kasutatakse vastavalt profileeritud lõiketeraga (joon. 30) karniisihöövlit. Karniisihöövliga töötamisel tuleb jälgida, et höövel liiguks täpselt laua või liistu serva mööda, tungides järk-järgult sügavamale puitu kogu serva pikkuse ulatuses. Keerulisemate profiilide hööveldamiseks kasutatakse vastavaid freesmasinaid.

Peiteldamine.

Tapipesi ja teisi süvendeid tehakse puitu terasest tapipeitlitega ehk puraskitega (joon. 31).

Peitlipead on kõvast puidust. Et pead vasaralöökidest ei killuneks ega lõheneks, asetatakse kogu nende

pikkusele 20—30-mm läbimõõduga vee- või gaasitorust lõigatud rõngaid. Pesa valmistamiseks võetakse pesa laiusest veidi kitsam peitel. Peitel asetatakse püstloodis (joon. 32) ettemärgitud ava servale *1* teritatud poolega ava poole ja surutakse vasaralöökidega teritatud osa ulatuses puitu. Eemaldudes esimesest sisseraidest, asetatakse peitel kaldu ja tehakse kaldsisseraie *2*, lüües seejuures august välja kiilutaolise puidutüki. Korrates seda võtet, raiutakse teisest servast vajaliku suurusega pesa (joon. 32, *A* ja *B*). Läbiulatuvaid auke raiutakse esiteks ühelt poolt eset poole sügavuseni ja lõpetatakse raiumine teiselt poolt.

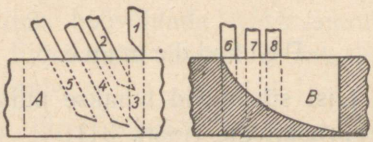


Joon. 31. Peitlid: *A* — tapipeitel, *B* — tisleripeitel.

Täpsema töö juures ja sisseraiutud pesade puhastamiseks kasutatakse mitmesuguse suuruse ja kujuga tisleripeitleid (joon. 33).

Lapikpeitel sarnaneb tisleripuraskiga, kuid ta tera on märksa õhem. Lapikpeitleid on mitmesuguses laiuses (6 kuni 50 mm).

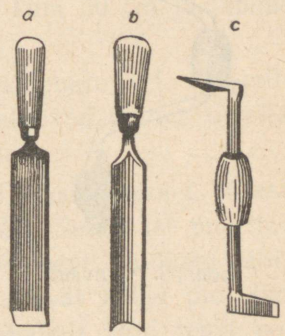
Kui on tarvis teha keeruka kujuga ava, siis kasutatakse koos lapikpeitlitega ka õõnespeitleid.



Joon. 32. Augu raiumine peitliga. Arvud 1—8 näitavad töötamise järjekorda.

Eriti sagedasti kasutatakse peitleid mitmesuguste väiksemate tööde puhul (ukse- ja aknahingede sisselõikamine) ja tislerimööblitöödel. Pärast täpset märkimist tehakse peitliga väljaraiutava puidu välispiirid ja seejärel eemaldatakse sealt ettevaatlikult peitliga vastav osa puitu.

Avade ja välispindade töötlemiseks-silumiseks kasutatakse raspleid (joon. 34). Rasplid on jämedad — 5 kuni 7 hammast tööpinna ruutsentimeetrile — ja peenikesed — 8 kuni 16 hammast tööpinna ruutsentimeetrile.



Joon. 33. Peitlid: *a* — lapikpeitel, *b* — õõnespeitel, *c* — kirvespeitel.

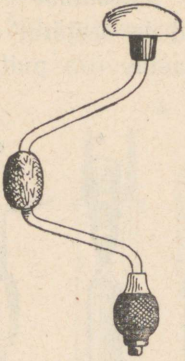
Puurimine.

Ümmargusi auke tehakse puitu mitmesuguste puuridega. Seejuures kasutatakse seadist, mida nimetatakse puurivändaks (joon. 35). Puur asetatakse puurivända padrunisse või neljakandilisesse kinnituskruviga avasse. Puurivända seenekujulisele peale surutakse vasaku käega ja hoitakse puurivänta vajaliku nurga all, parema käega aga pööratakse vänta kellaosuti suunas.

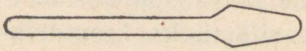

Joon. 34. Raspel.

Kõige lihtsam puidupuur on lusikpuur ehk vinnal (joon. 36), mis sarnaneb õõnsa peitliga. Töötada niisuguse vindlaga on raske ja augud tulevad halvad. Palju

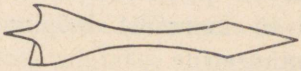
paremini puurib senterpuur (joon. 37), mille teral on kolm lõikekanti; keskmine nendest on juhtteravik, üks külgmis-



Joon. 35. Puurivänt.

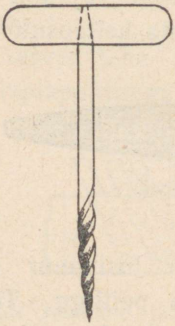


Joon. 36. Lusikpuur.

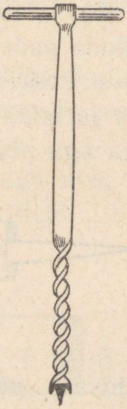


Joon. 37. Senterpuur.

test — lõiketera — lõikab enne laastu ümberringi lahti, aga teine — laastutera —, mis on painutatud vastu pöör-



Joon. 38. Vikerpuur.



Joon. 39. Sääroherd (palgipuur).

lemise suunda, eraldab seejärel laastu puidust ja heidab ta avast välja.

Väikest käsipuuri, mis meenutab veidi korgitõmbajat, nimetatakse vikerpuuriks (joon. 38). Nendega puuritakse mittesügavaid auke, läbimõõduga kuni 10 mm. Sügavaid, suuri auke puuritakse sääroherditega ehk palgipuuridega (joon. 39), mille sääre pikkus on kuni 60 cm ja läbimõõt kuni 38 mm.

Võib kasutada ka raua spiraalpuure (vt. «Metallide töötlemine»), kuid need puurid kalduvad puidus tavaliselt veidi kõrvale märgitud keskpunktist.

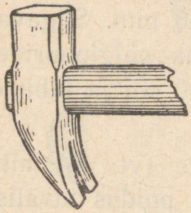
Puur, väljudes puidust detaili vastaspoolel, lõhestab seal veidi puitu ja lõhub augu ääri. Seepärast puuritakse täpsema tisleritöö puhul auk enne peene vindlaga läbi ja alles siis puuritakse saadud suunavat käiku pidi jämedama puuriga, enne detaili esiküljelt kuni tema poole sügavuseni ja seejärel vastaspoolelt sama sügavuseni. Augu lõplik töötlemine teostatakse ümmarguse peitliga ja raspliga.

6. Abitööriistad.

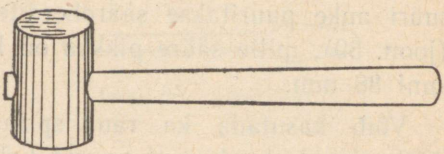
T i s l e r i v a s a r (joon. 40) ei erine millegi poolest tavalisest vasarast, välja arvatud see, et üks ots omab tasast löögipinda, mida kasutatakse pealelöömiseks (vasarapõhi), teine, ülemine ots, aga on varustatud sõraga. Sõraga haaratakse naela väljatõmbamisel selle peast. Vasara kaal on tavaliselt kuni 800 g.

Töötamisel puraski ja peitliga kasutatakse, et mitte purustada nende päid, kõvast puidust valmistatud p u i t - v a s a r a t (joon. 41). Seda vasarat kasutatakse ka siis, kui on tarvis üht puitdetaili liita teisega.

Puitvasarat on kerge ise valmistada peenikesest kase-, aga veel parem tammehalust, lõigates selle otsast 10—15 cm pikkuse tüki.



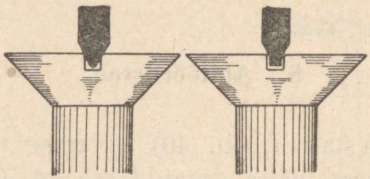
Joon. 40. Vasar.



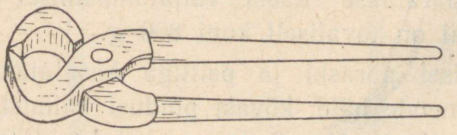
Joon. 41. Puitvasar.

Kruvitsaid (joon. 42) kasutatakse kruvide sissekeeramiseks ja nad on mitmesuguse suurusega; tavaliselt on tera laius 3, 6 või 10 mm.

Naelatangid on naelte väljatõmbamiseks (joon. 43). Head tangid peavad naelapäid ja traati lõikama.



Joon. 42. Kruvitsaterad puidukruvi peas.

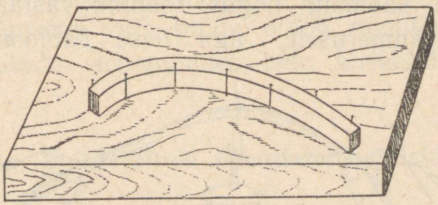


Joon. 43. Naelatangid.

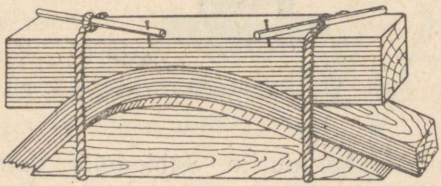
7. Puidu painutamine.

Kui puitu keeta või hästi aurutada, siis muutub ta väga painduvaks ja talle võib anda mitmesugust kuju. Detaili painutamisel surutakse selle nõgusa poole kiud kokku, kumera poole omad aga venitatakse pikemaks; liiga tugevast või liiga kiirest painutamisest võivad kiud katkeda.

Puitu aurutada võib ükskõik millises nõus, kuhu vala-



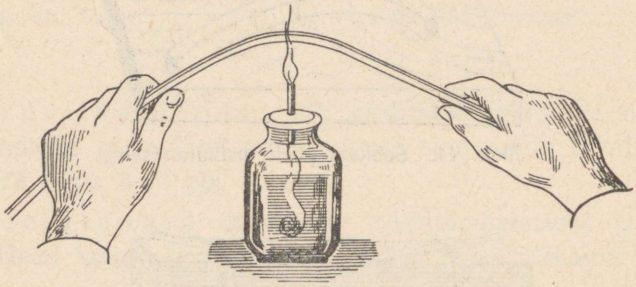
Joon. 44. Šabloon puidu painutamiseks.



Joon. 45. Prussi painutamine kahe šablooni vahel.

takse selleks otstarbeks veidi vett ja soojendatakse. Kui vesi hakkab keema, asetatakse detail nõusse ja suletakse viimane kindlalt kaanega. Õhukesi esemeid võib painutada juba 5—6 minuti pärast. Esemeid, mis on paksemad kui 1 cm, aurutatakse 25—30 minutit ja isegi rohkem. Painutada tuleb alati jahtumata detaile. Liimitud vineeri leotatakse külmas vees, sest kuumas vees läheb vineer liimist lahti.

Peente ja kitsaste lattide painutamist võib teostada laua peal, millesse on löödud vajaliku paindekontuuri saamiseks peata naelad, mille otsad ulatuvad lauast välja. Paigutades lati ühest otsast naelte vahele ja teda järk-järgult painutades surutakse latt naelte poolt moodustatud kontuuri (joon. 44) ja jäetakse siis kuivama. Peale kuivamist säilitab latt antud kuju. Suuremaid prusse ja lauakesi painutatakse kahe plangust väljasaetud šablooni vahel. Ühe šablooni nõgus tööpind vastab painutatava eseme väliskumerusele, aga teise šablooni kumerpind



Joon. 46. Painutamine väikesel leegil.

eseme seesmisele kontuurile. Šabloonide vahele asetatud painutatavat eset pressitakse nendega järk-järgult ja ta omandab soovitava kõveruse. Šablooni poolesid lähendatakse teineteisele neid otstest hoidva kahe nööri keerutamise abil (joon. 45). Nööre pingutatakse peaaegu samuti kui tavalise raamsae pingutamisel.

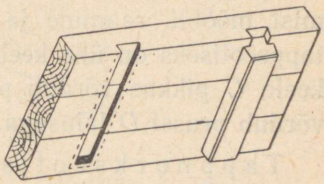
Puit sisaldab eneses alati mõningal määral niiskust. Seepärast ei ole õhukeste laudade, lattide ja liistude painutamiseks tarvis neid aurutada ja leotada kuumas vees, vaid lihtsalt soojendada. Painutatavate kohtade soojendamist teostatakse kahel viisil: peenikesi liiste ja aviomudelite bambusest detaile soojendatakse küünla, piirituse-

või petrooleumilambi leegil ja painutatakse järk-järgult, vastavalt kuumenemisele (joon. 46); paksemaid detaile ja vineeri on hea painutada vastava jämedusega ümmargusel kuumendatud metallesemel. «Kuiva» painutamist teostatakse vähehaaval, vastavalt painutatava koha kuumenemisele.

Kuid siiski ei tule töötada ka liiga aeglaselt, sest siis kuivab painutatav koht ja, selle asemel et muutuda elastseks, muutub hapraks. Sel juhul on puidu väliskiudude katkemise vältimiseks vaja puidu pinda niisutada veega ja uuesti painutada, soojendades teda kirjeldatud «kuival» viisil.

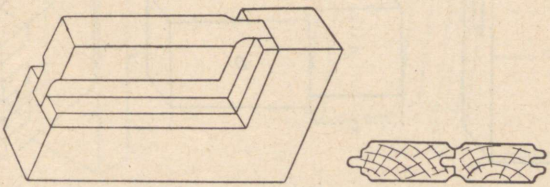
8. Puitdetailide ühendamise viisid.

P õ õ n s e o t i s i (joon. 47) kasutatakse pinkide, lauaplaatide ja mitmesuguste kilpide valmistamisel, kui need koosnevad mitmest üksikust lauast. Põõnsoone sügavus ühendatavates laudades tehakse $^1/_4$—$^1/_3$ nende paksusest. Laudu võib kokku liimida ja panna põõnad sellejuures liimiga, ilma naelutamata.



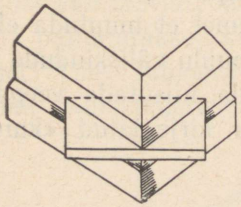
Joon. 47. Põõnseotis.

P u n n s e o t i s i (joon. 48) kasutatakse vaheseinte, kirjutuslaua uksekeste ja kapikeste valmistamisel. Mööblil tehakse need ühendused liimiga.

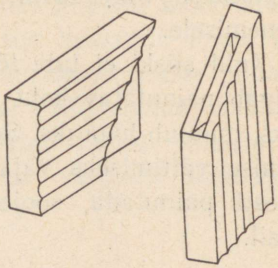


Joon. 48. Punnseotis.

Nurkseotisi (joon. 49) õhukese põõnakesega kasutatakse lihtsamate puiduliikide puhul. Väärispuidust esemete valmistamisel kasutatakse eseme väliskuju kaunistamiseks peidetud nelinurkset harktappi (joon. 50).



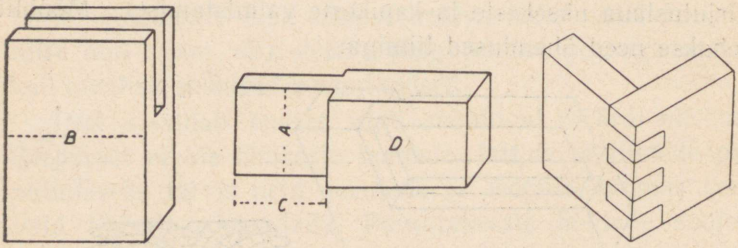
Joon. 49. Nurkseotis lapiku põõnaga.



Joon. 50. Nurkseotis peidetud harktapiga.

Tappseotised leiavad kõige laialdasemat kasutamist mööbli, raamide ja uste valmistamisel. Lihtsamaks tappseotiseks on ühe keelega harktapp (joon. 51), kus tapi keele *C* pikkus võrdub prussi *B* laiusega ja tapi *A* laius võrdub prussi *D* laiusega.

Tappnurkseotisi (joon. 52) kasutatakse lihtsama mööbli valmistamisel (mitmesugused laualaekad, tööriistade kastid ja kirstud). Ühenduse tugevdamise otstarbel

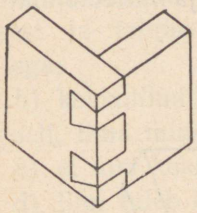


Joon. 51. Ühe keelega harktapp.

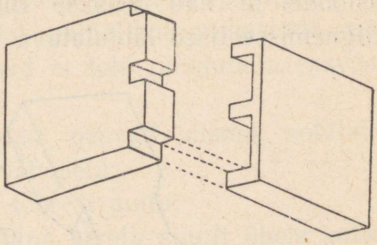
Joon. 52. Tappnurkseotis.

võib valmistada ka kalasabakujulisi tappe, mis seovad puidust detaile liimitagi väga hästi (joon. 53).

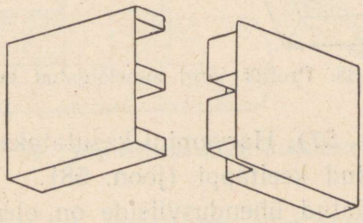
Heal mööblil ja mudelitel ei tohi tapid olla nähtavad.



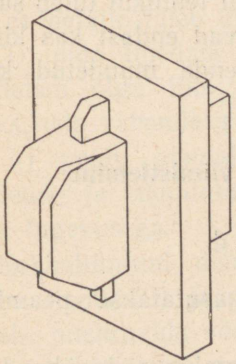
Joon. 53. Kaldtapp.



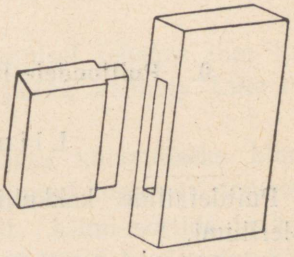
Joon. 54. Poolpeidetud tapp.



Joon. 55. Peidetud tapp.



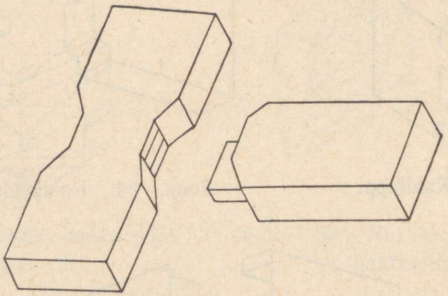
Joon. 56. Külgnemisseotis läbiulatuva keeltapi ja kiiluga.



Joon. 57. Külgnemisseotis mitteläbiulatuva keeltapiga.

Sel juhul tehakse poolpeidetud tappnurgad (joon. 54) ja peidetud tappnurgad (joon. 55).

K ü l g n e m i s s e o t i s i kasutatakse sagedamini ehitustöödel ja nad tehakse liimita. Sagedamini esinevad külgnemisseotised läbiulatuva (joon. 56) ja mitteläbiulatuva



Joon. 58. Profiili järgi sisselõigatud keeltapp.

keeltapiga (joon. 57). Harvemini kasutatakse eseme profiili järgi sisselõigatud keeltappi (joon. 58).

Peale kirjeldatud ühendusviiside on olemas veel palju mitmesuguseid teisi seotisi. Mõned neist ei oma isegi mingisugust kindlat nimetust. Noorel tehnikul tuleb sageli ise välja mõelda seotisi, mis kujutavad endast kas kirjeldatud seotiste kombinatsiooni või nende muudetud kuju.

9. Puittoodete liimimine ja viimistlemine.

L i i m i m i s t ö ö d.

Puitdetailide kokkuliimimiseks kasutatakse peamiselt tisleriliimi.

Et tisleriliim hästi ühendaks, kantakse seda ühendatavatele detailidele soojendatult kuni 40—50°.

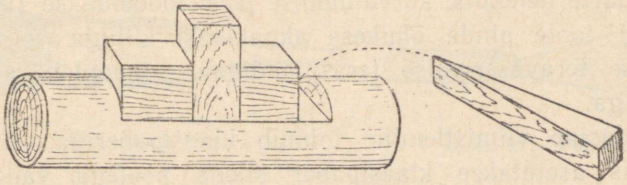
Liimi pealekandmiseks võib teha tavalisest niinest pintsli, sidudes niinekiud kimbukeseks ja kinnitades selle siis tugeva niidi abil pulga külge. Et liimimine õnnestuks, tuleb kindlalt meeles pidada järgmisi reegleid:

a) liimitavad pinnad tuleb põhjalikult puhastada mustusest ja tolmust ning neid ei tohi puudutada rasvaste kätega;

b) kokkuliimitavad pinnad peavad olema sobitatud täpselt, ilma mingisuguste vahedeta;

c) ei tohi kokku liimida toorest puitu;

d) liim tuleb õhukese kihina kanda ainult ühele kokkuliimitavatest detailidest; üleliigne liim pindade vahel ainult takistab head kokkuliitumist;



Joon. 59. Klamber detailide kokkuliimimiseks.

e) detaile tuleb ühendada enne liimi jahtumist;

f) mida tihedam ja kõvem on puit, seda tugevam ja püdelam olgu liim. Kuid ka siin ei tohi olla liimikord paks, mis vähendaks kleepuvust;

g) puidu otsipidi kokkuliimimisel tehakse liim hästi vedelaks ja immutatakse sellega puidu otspinda. Liim olgu hea tugevusega.

Kokkuliimitud detailid asetatakse kuivamiseks klambrisse (joon. 59) ja pressitakse pinnad tugevasti teineteise vastu pitskruvide või kiilude abil. Liimi sortide ja koosseisu kohta leiate andmeid materjalide tehnoloogiat käsitlevast osast.

Ükskõik kui korralikult toodet ka ei hööveldataks, tema pinnale jääb alati väikesi konarusi ja defekte. Kui toode peab omama head välimust, siis tuleb kõik defektid kõrvaldada.

Suurtesse lõhedesse ja väljakukkunud okste aukudesse pannakse liimiga vastava suurusega liistukesed ja klopikesed. Kui toodet lakeeritakse või poleeritakse, siis peetakse silmas, et paiga kiudude suund ja muster ühtiks toote pinna mustriga.

Suurte defektide kõrvaldamise järel töödeldakse (kaabitakse) toote pinda õhukese aknaklaasi killuga või täisnurkse teravaservalise terasplaadiga — kaaplehega ehk silujaga.

Edasine viimistlemine toimub klaasipaberiga. Lihvimiseks asetatakse klaasipaber sileda poolega väikesele lapikule puitklotsile. Töötamisel hoitakse puitklotsi koos paberiga ühe või kahe käega. Viimistletavat detaili lihvitakse algul risti, aga seejärel piki kiudu, aeg-ajalt detaililt ära raputades tekkinud puidutolmu.

Otste ümarusi ja otsi endid töödeldakse enne raspliga, seejärel aga lihvimispaberiga.

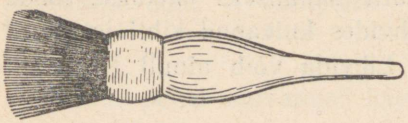
10. Maalritööd.

Valmis puittoodet võib värvida õlivärviga, katta lakiga, poleerida või vahatada. Neid töid teostatakse selleks, et anda tootele ilus välimus ja kaitsta teda niiskumise ja mädanemise eest.

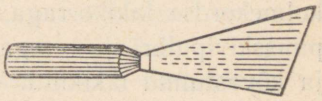
Puidu *katmist värnitsaga* teostatakse selleks, et kaitsta teda rõskuse ja mädanemise eest. Värnits kantakse toote pinnale pintsliga (joon. 60). Et toodet süga-

valt läbi immutada, kaetakse ta kuuma värnitsaga. Esimesel katmisel pind tumeneb, kuid ei omanda läiget. Teist ja kolmandat korda (läike saamiseks) võib eset värnitsaga alles siis katta, kui eelmised kihid on täielikult kuivanud.

Õlivärvidega värvitakse okaspuude puidust valmistatud lihtsamaid tooteid. Tavalised õlivärvid annavad puidule ükskõik millise värvusega läbipaistmatu katte. Need värvid on kuivad (pulbris), paksud (segatud värnitsaga) või juba vedeldatud (valmis kasutamiseks).



Joon. 60. Maalripintsel.



Joon. 61. Pahtel.

Kuiv värv hõõrutakse tugevasti värnitsaga segi, pakse värve aga ainult lahjendatakse värnitsaga. Kasutamisvalmis õlivärv meenutab paksu rõõska koort.

Pärast pinna töötlemist klaasipaberiga ja katmist värnitsaga täidetakse selle väiksemad konarused pahtelkitiga puidust või metallist pahtli abil (joon. 61). Kui kitt on kuivanud, puhastatakse toote pinda klaasipaberiga ja krunditakse. Kruntimiseks nimetatakse esimest vedela värviga värvimist. Esimesele kuivanud värvikihile kantakse teine kiht. Alles kolmanda kihiga katmine on tõeline värvimine.

Värvi tuleb esemele kanda alati võimalikult õhukese kihina. Niisugused kihid kuivavad kiiremini ja annavad tugevama pinna. Värvida võib ainult kuivatatud puitu.

Parem on puitu värvida veel täiendavalt kahe-kolme õhukese kihiga, kui korraga peale kanda paks värvikiht,

mis kuivab kauemini kolmest õhukesest kihist, pärast aga kisub kipra ja ajab kühmud üles.

Lakkimine mitte ainult kaitseb puitu riknemise eest, vaid annab sellele ka ilusa välimuse. Lakkimine tõstab kõvast puidust valmistatud toodetel efektselt esile puidukiu keeruka kirja ja annab pinnale peegliläike. Puidu konarused täidetakse läbipaistva, lakist ja tärklisest valmistatud täitekitiga. Kuivanud täitekitti lihvitakse õrnalt klaasipaberiga. Lakk kantakse pinnale kiirete ja kergete pintslitõmmetega.

Kõrgeväärtusliku lakk-katte saamiseks kaetakse toode kolmekordse lakikorraga, lihvides kuivanud kihti iga kord pimsskivipulbri ja veega. Lihvida võib ainult kuivanud ja kõvastunud lakikihti.

Poleerimiseks nimetatakse toote katmist piiritus-lakiga (polituuriga). Hoolikas poleerimine annab tootele ilusama välimuse ja suurema läike kui harilik lakkimine. Kuid poleerkiht rikneb, kui talle satub niiskust.

Polituur kantakse toote pinnale mitte pintslite, vaid pallide abil. Pall koosneb pehme vildi tükist või villatopist, mis on mähitud pehme linase lapi sisse. Palli niisutatakse polituuriga ja seejärel hõõrutakse temaga pinda sõõrikujuliste liigutustega. Et pall ei kleepuks toote pinna külge, tilgutatakse temale 2—3 tilka lina- või päevalilleõli.

Aaderdamiseks ehk puidu mustri jäljendamiseks nimetatakse puidu pinnale kallimate puuliikide mustri andmist.

Jäme imitatsioon, peamiselt tamme jäljendamine, teostatakse õlivärviga. Selleks kantakse tootele ookri ja valge värvi segust värvikiht. Kuivanud põhikihile kantakse õhuke kiht ookrit, mis on segatud vähese hulga rauamennikuga. Järgnevalt tõmmatakse hambulise kummikammiga mitmes suunas mööda värvikihti ja joonistatakse

muster, mis sarnaneb loomuliku tamme mustriga. Pärast värvi kõvastumist kaetakse toode õlilakikihiga.

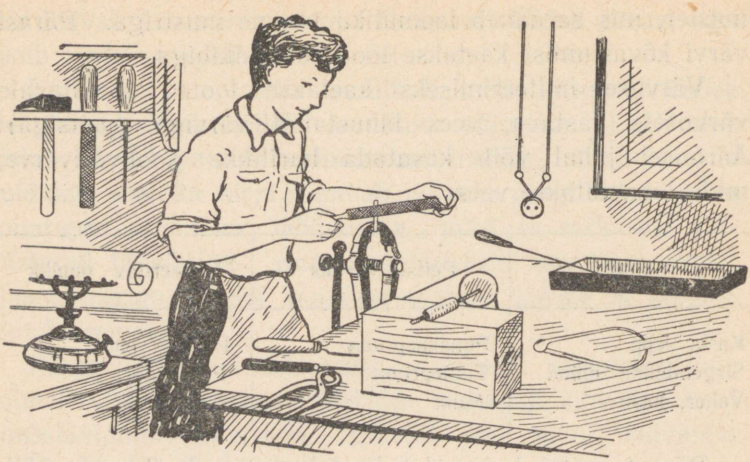
Värvuse imiteerimiseks kaetakse tooted soovitavale värvusele vastava, vees lahustatud värviga (peitsiga). Äärmisel juhul võib kasutada harilikke koolivesivärve, mida lahustatakse vees.

Puit	Peitsi värvus	Imiteeritav puuliik
Kask, lepp	Punakaspruun	Punane puu
Sirgekihiline mänd	Tumepruun	Palisander
Vaher, kask	Must	Eebenipuu

Pärast peitsi kuivamist kaetakse ese 2—3-kordse õli- või nitrolakikihiga.

Teatava vilumuse korral võib välja mõelda väga efektseid mitmesuguste puiduliikide mustreid. Selleks kantakse loomuliku odava puidu (männi, kase, vahtra, pärna, lepa jne.) pinnale peenikese pintsliga mingi keeruline muster ühe või mitme värvusega vesivärvide abil. Siis kaetakse toode lakiga. Sageli kasutatakse peitsina kaaliumpermanganaadi vesilahust (võib saada igast apteegist).

V a h a t a m i s t kasutatakse vähese läike andmiseks tammest ja pähklipuust toodetele. Esemele kantakse vahast ja tärpentinist või bensiinist valmistatud pasta. Pärast lahusti (tärpentin, bensiin) väljaauramist hõõrutakse pinnale jäänud õhukest vahakihti kaleviga kuni läike tekkimiseni.



II. METALLIDE TÖÖTLEMINE.

Töötamisel metallidega tuleb mitmesuguseid metalle ja nende sulandeid külmalt ja kuumalt töödelda.

Metallid ja nende omadused.

Raud on keemiline element, mida leidub looduses mitmesugustes ühendites, milledest ta töötatakse ümber sulanditeks teiste elementidega.

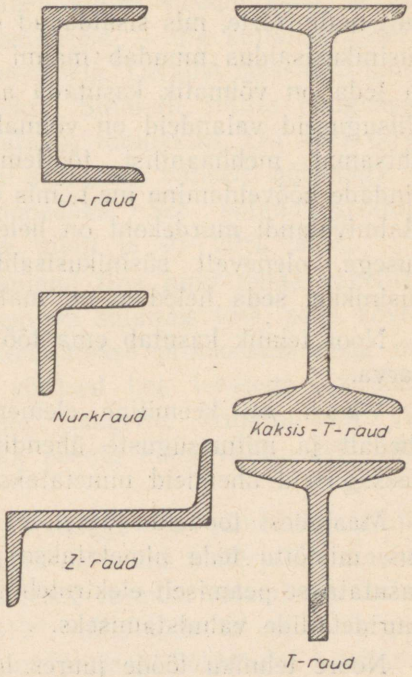
Tehnikas nimetatakse rauaks ehk pehmeks teraseks raua sulandit süsinikuga, milles viimase hulk ei ulatu üle 0,2%.

Raud on hästi töödeldav mitmesuguste tööriistadega, hästi taotav ja kergesti painutatav ka külmalt.

Toodetakse sordirauda (nurkraud, latt-raud, T-raud, kaksis-T-raud, U-raud, Z-raud, vitsraud, traat jne.) ja lehtrauda. Noorte tehnikute töö juures on kasutatavad kõik raualiigid. Tarvitatavamad raua profiilid on näidatud joonisel 62.

T e r a s on samuti raua suland süsinikuga ja teiste lisanditega. Süsinikusisaldus terases kõigub 0,2—1,7% piirides; mida enam on terases süsinikku, seda kõvem ning raskemini töödeldav ta on, kõrge süsinikusisalduse puhul (üle 0,8%) muutub aga isegi hapraks.

Terast vajavad noored tehnikud suurt vastupidavust ja tugevust nõudvate instrumentide ja detailide valmistamiseks. Teras süsinikusisaldusega 0,4% ja enam on hästi karastatav, s. o. pärast kuumendamist teatava temperatuurini ja kiiret jahutamist omandab ta suure kõvaduse. Lähema selgituse karastamise kohta leiate osast, mis käsitleb metallide termilist (kuuma) töötlemist.



Joon. 62. Raua profiilid.

Terase murdekoht on terajas, helehalli värvusega. Mida vähem on terases süsinikku, seda jämedateralisem ja heledavärvilisem on murdekoht.

Kui käiate terast mirgelkäial, siis tekib tema kokkupuutekohal käiaga helendavate sädemete kaskaad. Mida rohkem on terases süsinikku, seda kollasem on sädemete värvus. Pehme terase sädemete värvus on helekollane, hõbedase varjundiga. Eri-terasesordid sisaldavad peale süsiniku volframit, kroomi, vanaadiumi ja ka teisi elemente.

M a l m on kõrge süsinikusisaldusega rauasuland, milles süsinikku on üle 1,7%. Tehnikas kasutatakse harilikult malmisorte, mis sisaldavad süsinikku 2,5—4%. Kõrge süsinikusisaldus muudab malmi rabedaks, mittetaotavaks ja teda on võimalik kasutada ainult valmis valanditena. Niisuguseid valandeid on võimalik kasutada alles pärast lihtsamat mehhaanilist töötlemist (aukude puurimine, pindade hööveldamine jne.), mis ei muuda nende põhikuju. Malmivalandi murdekoht on helehalli kuni tumehalli värvusega, olenevalt süsinikusisaldusest: mida vähem on süsinikku, seda heledam on malmi murdekoht.

Noor tehnik kasutab oma töö juures malmi võrdlemisi harva.

V a s k on keemiline element, mida leidub looduses ehedalt ja mitmesuguste ühenditena teiste elementidega. Seesuguseid ühendeid nimetatakse vasemaakideks.

Maakidest toodetud vasel on iseloomulik punane värvus, mistõttu teda nimetatakse punaseks vaseks. Vaske kasutatakse peamiselt elektrotehnikas — juhtmete ja armatuuridetailide valmistamiseks.

Noore tehniku tööde juures leiab vask laialdast kasutamist, sest ta on väga pehme ja sitke metall, mida on hea töödelda terasest tööriistadega; ta on kergesti painutatav ja taotav.

Vase sulamistemperatuur on 1083°. Sulatatud vask on niivõrd paks, et valandeid sellest peaaegu ei tehtagi.

Häid valandeid saadakse vase sulanditest teiste metallidega.

Valgevask ehk messing on vase ja tsingi suland, kus vaske on 55—90% ja tsinki 45—10%. Mida rohkem on messingis tsinki, seda kõvem ta on. Messingit on kerge joota, taguda, meisliga raiuda ja lõigata.

Messingplekki ja -traati kasutatakse laialdaselt mudelite valmistamiseks. Messingi värvus oleneb temas sisalduvast vasehulgast ja läheb alates vaskpunasest — mis vastab 90%-lisele vasesisaldusele — üle kullakarvaliseks, vastavalt vasehulga vähenemisele. Tavalist messingit nimetatakse ka kollaseks vaseks. Sulandit, milles tsingisisaldus on alla 20%, nimetatakse tombakiks. On veel tarvitusel nikkelmessing, mis sarnaneb väliselt hõbedaga ja mida nimetatakse uushõbedaks. See suland sisaldab 48—53% vaske, 12—27% niklit ja 40—20% tsinki.

Pronks on vase suland tina ning teiste värviliste metallidega. Mida rohkem on sulandis tina, seda kõvem ja tugevam ta on. Valmistatakse pronksisulandeid, mis tugevuselt on peaaegu võrdsed hea terasega. Pronksi kasutatakse tööstustoodete (laagrite, armatuuride) valmistamiseks ja samuti ka peente kunst-valutoodete valamiseks.

Tsink on halli värvusega ja jämedakristallilise murdekohaga metall. Tsink on heaks materjaliks masinadetailide, laevakruvide ja teiste esemete valamiseks. Tsingi sulamistemperatuur on 419°, mille tõttu ta sulab kergesti juba priimuse leegil, ahjus ja isegi lõkketulel. Sulanud tsink jäljendab valu juures täpselt vormi kõige peenemaid reljeefe. Tsinki kasutatakse ka galvaani elementide valmistamiseks ja raua katmiseks, et vältida selle roostetumist.

Alumiinium on pehme ja sitke, hallikasvalge vär-

vusega metall. Sulamispunkt 658°. Suland on paks ja jäljendab valu puhul ainult suure rõhu all valuvormi. Õhus ja vees väga püsiv. Leeliste ja isegi lihtsa seebi toimel laguneb kiiresti. Alumiinium on kergesti taotav ja valtsitav, kuid halvasti joodetav ja keevitatav. Seepärast tuleb isegi lennukitel kõik alumiiniumist detailide ühendused teha neetidega. Tunduva kerguse juures (kolm korda kergem rauast) on ta vastupidav ja küllaltki elastne.

P l i i (seatina) on väga pehme, raske ja sitke, halli värvusega metall. Sulamispunkt 327°. On kergesti valatav isegi puust vormidesse, kuid on paks ja selletõttu tulevad valandid rohmakad. Ka kõige kangemate hapete toimel laguneb väga raskesti. Kergesti deformeeritav isegi külmas olekus.

T i n a (inglistina) kokkusulatatult pliiga kasutatakse metallide jootmiseks, puhtal kujul aga tinutamiseks. Puhta tina pulgakese painutamisel kuuleme kerget krudinat.

N i k k e l on väga kõva, sitke, raskesti sulav (sulamispunkt 1455°) metall. Lisatakse terasele, et tõsta viimase kvaliteeti. Peale selle kasutatakse niklit mitmesuguste metallide nikeldamiseks (õhukese kihiga katmiseks). Nikeldamine annab metallide pinnale ilusa läike ja kaitseb metalle roostetumise eest.

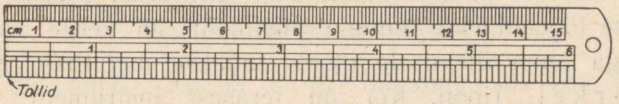
E l a v h õ b e on raske vedel metall, võimeline lahustama mitmeid teisi metalle. Metalli ja elavhõbeda lahust nimetatakse amalgaamiks. Esemete pinnale kantud amalgaamist aurab elavhõbe ise ära ja järele jääb õhuke lahustatud metalli kiht. Mitmesuguste metallide amalgaame võib kanda teistele metallidele, portselanile ja klaasile. Seda amalgaami omadust kasutati varem peeglite valmistamisel. Elavhõbeda aur on väga mürgine.

Trükitina on plii, tina ning antimoni suland. Värvuselt sarnaneb ta pliiga, kuid on vastupidavam ja täidab valu puhul paremini vormi. Sulamispunkt on 200°. Samuti nagu tsinki, kasutatakse ka trükitina valatud mudeli detailide valmistamiseks. Trükitina kasutatakse trükikodades.

Metallide külm töötlemine.

1. Mõõte- ja märkimisriistad.

Joonlaud (joon. 63) on terasplekiriba, millel on sentimeeter- ja millimeeterjaotused. Kasutatakse metalldetailide ja -toodete mõõtmiseks ja märkimiseks.



Joon. 63. Joonlaud millimeeterjaotusega.

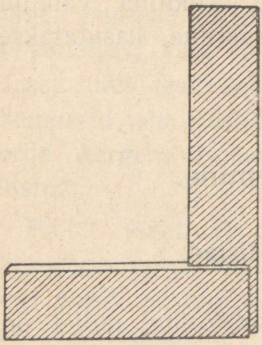
Jutik (märknõel) (joon. 64) on teritatud otstega metallvarras. Peentööde jaoks tehakse jutik kõvast terastraadist, naasklist või peenikesest viilist. Teravik peab olema hästi ihutud. Lihtsamal rauatööl on hea kasutada 3—4-mm läbimõõduga messing- või vasktraadist valmis-



Joon. 64. Jutik.

tatud jutikuid. Niisugused jutikud jätavad rauale nähtavaid värvilisi jooni.

Täisnurgik (joon. 65) on metallist või puidust. Küljed moodustavad 90°-se nurga. Kasutatakse detailide kontrollimiseks ja märkimiseks.



Joon. 65. Täisnurgik.

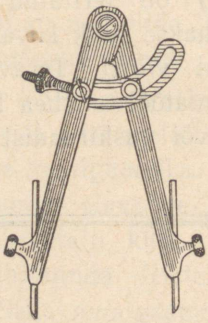
Märkel (kärn) (joon. 66) on kõva koonilise otsaga terasest pulk. Kasutatakse märkimiseks ja keskpunktide pealekandmiseks. Märkli



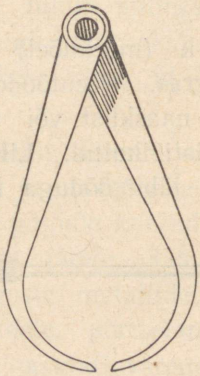
Joon. 66. Märkel.

abil löödavaid punkte nimetatakse kärnideks. Märkel asetatakse töödeldavale pinnale püstloodis ja kerge vasarahoobiga tema ülemisele otsale lüüakse metallisse punkt.

Sirkel (joon. 67) on terasest instrument, mille harude otsad on teravad. Kasutatakse mõõtude ülekand-



Joon. 67. Terassirkel.



Joon. 68. Väliskobi.

miseks jooniselt tootele ja ringide joonestamiseks märkliga tehtud punktidest.

Väliskobi (joon. 68) on sissepoole painutatud harudega sirkel. Selle abil mõõdetakse detailide paksust ja läbimõõtu. Pärast detaili mõõtmist saadakse teada harudevaheline kaugus, asetades selleks väliskobi teravikud jaotustega joonlauale.



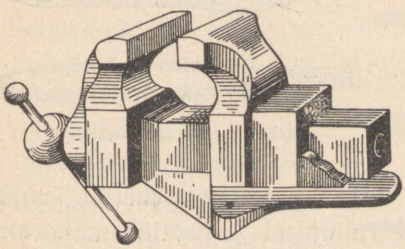
Joon. 69. Sisekobi.

Sisekobi (joon. 69) — sirkel sirgete harudega, mille otstes on nukid. Kasutatakse aukude läbimõõdu ja toodete sisepindade vahekauguste mõõtmiseks.

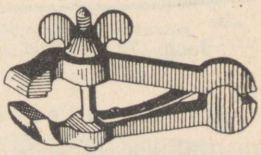
2. Tööriistad ja rakised.

Töölaud. Kui ei ole eri töölauda, siis võib selleks kasutada 40—50 mm paksust laia lauatükki, mis kinnitatakse otstest puidukruvidega ükskõik millise tugeva laua külge.

Kruustangid — rakis detailide kinnitamiseks töötlemisel. Paremad on paralleelkruustangid (joon. 70),



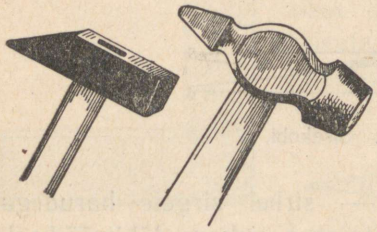
Joon. 70. Paralleelkruustangid.



Joon. 71. Käsikruustangid.

mis kinnitavad detaili ühtlasemalt. Kruustangid kinnitatakse töölaua külge. Kruustangi pakid (kinnihoidvad pinnad) peavad asetsema veidi kõrgemal laua juures seisva noore tehniku küünarnukist.

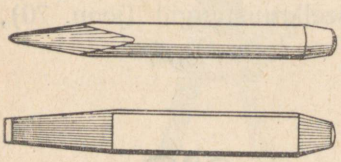
Käsikruustangid (joon. 71) — seadis väiksemate töödeldavate esemete kinnitamiseks.



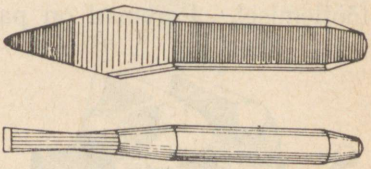
Joon. 72. Lukksepavasar kuni 500 grammi.

Vasar (joon. 72) — lukksepavasarat kasutatakse käsitsi pealelöömiseks. Vasara vars ei tohi olla pikem kui 35 cm.

Lukksepameisel (joon. 73) — ümmargune, kandiline või lapik teraspulk kiilutaolise teravikuga. Meisli pikkus on olenevalt otstarbest 8—20 cm, tera laius — 1,5—3 cm. Meisliga raiutakse latt- ja lehtmetalli. Meisli otsa teritatakse kahelt küljelt, nii et küljepindade poolt moodustatud sisenurk oleks raua raiumiseks 60°, messingi ja vase jaoks 45°, tsingi ja alumiiniumi jaoks 35°. Meisleid teritatakse mirgelkäial selle pöörlemise suunas.



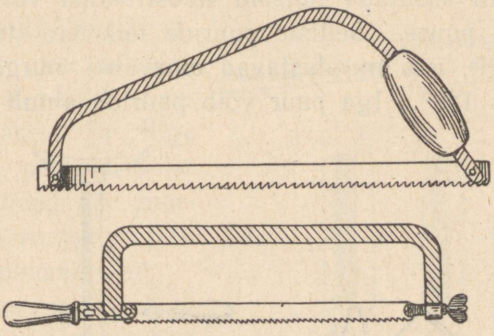
Joon. 73. Meisel.



Joon. 74. Ristmeisel.

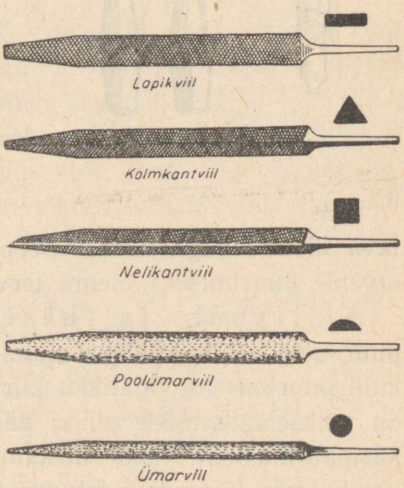
Ristmeisel (joon. 74) — kitsas meisel, mida kasutatakse kitsaste uurete raiumisel ja neetide maharaiumisel. Teritusnurgad on samad, mis meislitel.

Metallisaag koosneb metallraamist, millesse asetatakse saeleht ja pingutatakse tiibmutriga. Pehmete metallide puhul kasutatakse suurte hammastega saage, kõvade puhul aga peenehambalisi (joon. 75).



Joon. 75. Metallisaag.

Viil (lukksepasaag) (joon. 76) — lõikeinstrument, mis on valmistatud karastatud terasest ja mille pinnale kogu selle ulatuses on raiutud hammastik, mis on määratud õhukese metallikihi eemaldamiseks. Viile on lapikuid, neljakandilisi, poolümmargusi, ümmargusi, kolmekandilisi ja rombikujulisi. Viiliraiutis tehakse enamasti diagonaalselt — kas ühekordsena või ristuvalt kahekordsena. Hammaste jämeduselt ja nende asetuse järgi jagunevad vii-

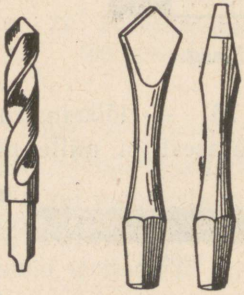


Joon. 76. Viilid.

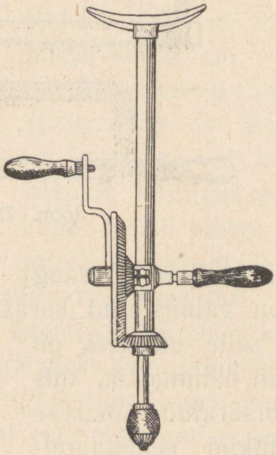
TRÜ Raamatukogu

lid eel-, poolpeen-, peen- ja sametviilideks. Väikesi peene raiutisega viile nimetatakse häileviilideks (peenim lihvviil).

P u u r e (joon. 77) valmistatakse terasest ja kasutatakse aukude puurimiseks. Tööde jaoks, mis ei nõua suurt täpsust, võib kasutada lihtsaid terastraadist või -varvast valmistatud puure. Selliste puuride lõiketera teritatakse kahelt küljelt, mis moodustavad omavahel nurga suurusega umbes 120°. Iga puur võib puurida ainult ühe tea-



Joon. 77. Puurid.

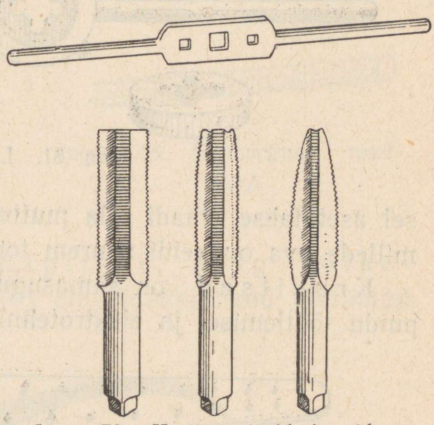


Joon. 78. Trillpuur kooniliste hammasrataste ülekandega.

tava läbimõõduga auke. Seepärast peab mitmesuguste aukude puurimiseks olema terve komplekt puure.

T r i l l p u u r j a k ä s i p u u r m a s i n. Metallide puurimisel võib küll kasutada tavalist tisleri-puurivänta, kuid puurimiseks vajalikku kiirust see ei anna. Seepärast on väiksemate tööde puhul parem kasutada trillpuuri või käsipuurmasinat, kus ülekanne teostub hammasrataste kaudu, mis kiirendavad puuri pöörlemist (joon. 78).

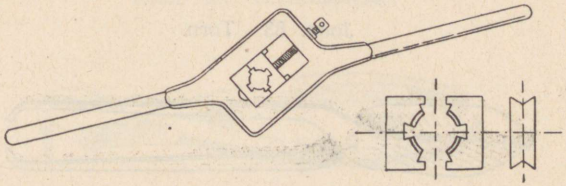
Keermepuure (vindipuure) koos pidemega (joon. 79) kasutatakse keerme lõikamiseks mutritesse ja teistesse aukudesse. Keermepuuriga tehakse keermeid aukudesse, mille läbimõõt on puuri läbimõõdust keerme kahekordse kõrguse võrra väiksem. Töö ajal määritakse keermepuuri õliga. Keermepuurid valmistatakse kõvast, kuid haprast terasest ja liiga tugeva pealesurumise korral võivad nad murduda. Keermepuuri pööratakse pideme abil.



Joon. 79. Keermepuurid ja pide.

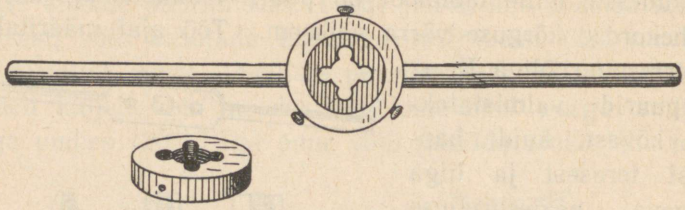
Keermepakke ja kluppe (joon. 80) kasutatakse keerme lõikamiseks metallvarrastele (poldid jt.). Kruustangide vahele kinnitatud poldi otsa asetatakse keermepakid ja kruvitakse viimased klupisse kinni. Klupi pööramisel liiguvad pakid ümber poldi ja lõikavad sellele keerme.

Peentele varrastele lõigatakse keermed mittelahtivõetavate keermepakkide — lerkade abil (joon. 81) või keermeplaadiga (joon. 82), mis on tehtud terasplaadist ja asendab erisuguste mõõtmetega lerkade komplekti.



Joon. 80. Keermepakid ja klupp.

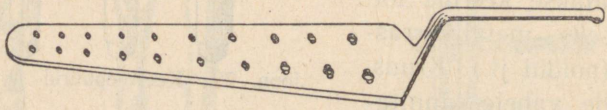
Torn (raieraud) (joon. 83) — teraspulk, mille ots on väljavenitatud tüvikoonuse kujuline. Kasutatakse mulkude raiumiseks metallplaatidesse. Mulgu sisseraiumi-



Joon. 81. Lerka.

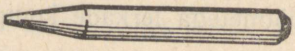
sel asetatakse plaadi alla mutter või auguga metallplaat, millede ava on veidi suurem torni otsa läbimõõdust.

Kruvitsad on samasugused, milliseid kasutatakse puidu töötlemisel ja elektrotehnilistel töödel.

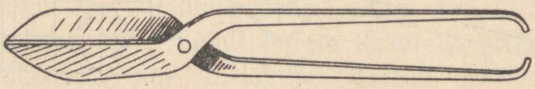


Joon. 82. Keermeplaat.

Plekikäärid. Õhukese pleki ehk karra lõikamiseks võib kasutada tavalisi majapidamiskääre. Katusepleki lõikamist teostatakse aga juba plekikääridega (joon. 84).



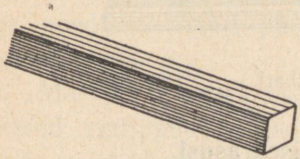
Joon. 83. Torn.



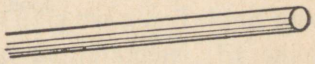
Joon. 84. Plekikäärid.

Pleki kantimiseks ja nurkade tegemiseks kasutatakse neljakandilist raudkangi (joon. 85).

Plekist silindrikujuliste esemete painutamiseks kasutatakse ümmargust raudkangi (joon. 86).

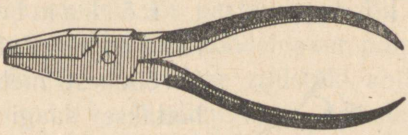


Joon. 85. Neljakandiline raudkang.

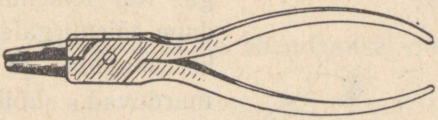


Joon. 86. Ümmargune raudkang.

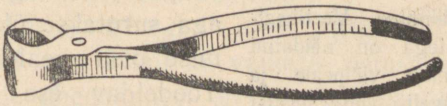
Lapik- ja ümarnäpitsad ning lõiketangid (joon. 87, 88, 89) on hädavajalikud tööriistad igasuguste tööde puhul.



Joon. 87. Lapiktangid.

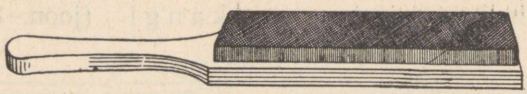


Joon. 88. Ümarnäpitsad.



Joon. 89. Lõiketangid.

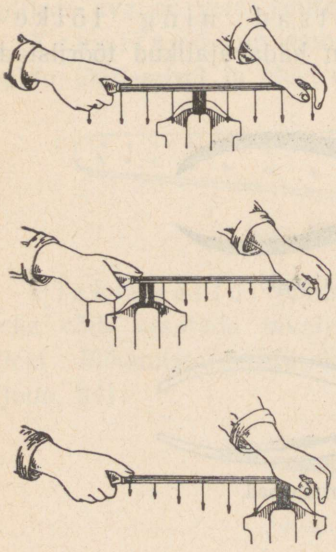
Traatharja (joon. 90) kasutatakse viili raiutise puhastamiseks rauapurust ja rooste kõrvaldamiseks esemete pinnalt.



Joon. 90. Terashari.

3. Töö võtteid ja iseärasusi.

Metalli raiumine meisliga. Väiksemate metalliosade maharaiumiseks kinnitatakse töödeldav ese kruustangide vahele. Metalli tükeldamine toimub aga alasil või seda asendaval massiivsel rauatükil.



Joon. 91. Viilimine. Vertikaalsete noolekestega on näidatud surve muutmine viilipeale ja -otsale, olenevalt viili seisust viilitava eseme suhtes.

Lõikamine metallisaega. Kui tuleb lõigata õhukest metall-lehte, siis hoitakse saagi nii, et saeleht moodustaks toote pinnaga lõike kohal teravnurga. Kui lõikenurk on lähedane täisnurgale, siis on raske saagida ja saehambad murduvad. Lõikamist teostatakse kruustangide vahel.

Viilimine. Viili hoitakse parema käega, vasakuga aga surutakse ülalt viili eesmise otsa peale (joon. 91). Töödeldav ese kinnitatakse kruustangide vahele. Karas-

tatud teras tuleb enne viilimist noolutada (vt. «Metallide termiline töötlemine»).

P u u r i m i n e. Puuritava augu keskpaik märgitakse märklilöögiga. Kui ei ole puurmasinat, siis võib puurimist teostada käsitsi käsipuurmasina või puurivända abil. Kruvi ja needipea pesad puuritakse suurema puuriga vajaliku sügavuseni.

M e t a l l t o r u k e s t e p a i n u t a m i n e. Tühjad torukesed muljunduvad ja murduvad painutamisel. Et saada toru vajalikku painet, täidetakse toru peenikese, hästi kuiva liivaga ja soojendatakse paindekohta. Peeni torukesi võib painutada ka külmalt, täites toru aga enne liivaga või sula kampoliga.

L i h v i m i n e toimub mirgelriidega või lihvimispulbrite ja -pastade abil: mirgliga, krookusega (teatav värvimuld), kroompastaga ГОИ. Lihvimist teostatakse järgmiselt: segatakse pulber või pasta masinaõli või petrooleumiga ja hõõrutakse sellega töödeldavat pinda pehme puutüki, korgi või jämeda villase riidetüki abil.

P o l e e r i m i n e (häilimine) — toote pinna hõõrumine sileda kõva teraspulga ümmarguse otsaga. Riista nimetatakse siluriks ehk lihtijaks.

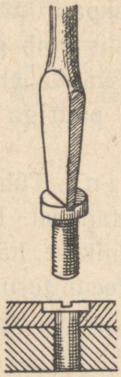
4. Metalldetailide ühendamise viise.

K r u v i ü h e n d e i d (joon. 92) kasutatakse väiksemate detailide kinnitamiseks. Ühte detaili puuritakse mulk, mis vastab kruvi läbimõõdule, teise aga lõigatakse keermepuuriga keere kruvi kinnitamiseks.

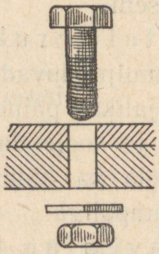
P o l t i d e g a ü h e n d a m i s t (joon. 93) võib kasutada niihästi suurte kui ka väikeste detailide monteerimisel. Plaatide ühendamisel on soovitav panna poldipea ja mutri alla seibid. Et mutrid liikuvates mehhanismides lahti

ei põruks, keeratakse ühe mutri peale veel teine, mida nimetatakse vastumutriks.

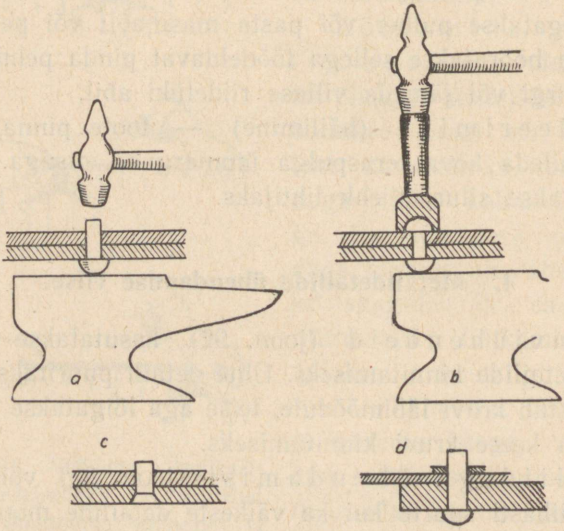
Poltide asemel võib kasutada mõlemast otsast keermestatud ja mutritega varustatud varbu.



Joon. 92. Metalli ühendamine kruvidega.



Joon. 93. Metalli ühendamine poltidega.



Joon. 94. Metalli ühendamine neetidega: *a* — pea neetimine, *b* — needipea löömine, *c* — neet peidetud peaga, *d* — neet seibiga.

Neetühendid (joon. 94) kindlustavad metall-plaatide ja paljude detailide tugeva omavahelise ühenduse. Neete võib teha vask-, messing-, alumiinium- ja raudtraadist. Lõpp-pea kujundamiseks peab needi varb ulatuma august välja oma 1—1,5-kordse läbimõõdu võrra. Neetimisel asetatakse needi alla massiivne metallese. Needipeale õige kuju andmiseks töödeldakse seda torniga, mille otsas on süvend. Torn asetatakse needi peale ja tugevate vasaralöökidega teise otsa pihta kujundatakse needi pea.

5. Plekitööd.

Noorel tehnikul tuleb sagedasti kasutada lehtmetalli. Rohkem levinud lehtmetalliliigid on järgmised:

Valgeplekk (tinaga kaetud raudplekk). Kergesti lõigatav kääridega, painutatav ja joodetav.

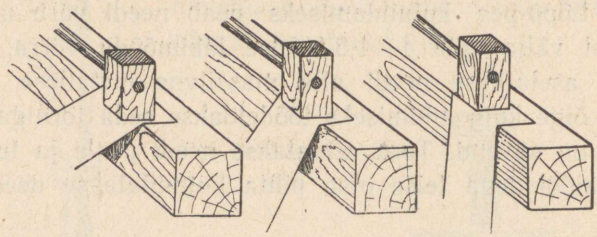
Katuseplekk. Kasutatakse peamiselt majapidamisesemete valmistamiseks ja remontimiseks. Õeldu kehtib ka tsingitud pleki kohta.

Alumiiniumplekk. On kergesti lõigatav ja painutatav. Väga hea jootmist mittenõudvate detailide valmistamiseks. Suurte raskustega on teda võimalik eriviiside abil ka joota. Tuleb eristada alumiiniumi duralumiiniumist — alumiiniumisulandist, mis on kõva ja rabe.

Plekile märkimiseks kasutatakse joonlauda, täisnurgikut, sirklit ja jutikut. Kui tuleb välja lõigata mitu ühesugust detaili, siis valmistatakse enne täpne šabloon plekist, õhukesest vineerist või tugevast kartongist. Šablooni kasutamine kiirendab tööd ja aitab kaasa selle täpsusele.

Täisnurga all painutamist (joon. 95) teostatakse täisnurksel raudkangil, mis oma otstega tugineb kahele toele. Plekil märgitud joon peab olema kohakuti kangi kandiga. Puitvasara löökidega üle kangi kandi ula-

tuvale plekile toimub selle painutamine, servade pööramine või näiteks profileeritud metalliriba valmistamine (nurkraud, U-raud jne.).

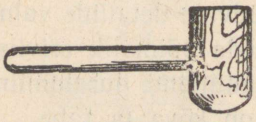


Joon. 95. Pleki painutamine täisnurga all.

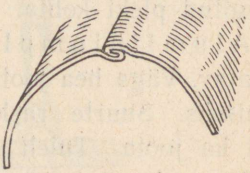
Silinder ja koonus painutatakse ümmargusel raudkangil (kas harilik kang või pikk ning jäme polt).

Plekktahvlite õgvendamine toimub puitvasara abil. Selleks asetatakse tahvel tasasele metallpinnale.

Kumeruste andmine toimub puitvasara kumera pinni (joon. 96) löökidega tahvlile, mis on asetatud min-



Joon. 96. Kumera pinniga puitvasar.

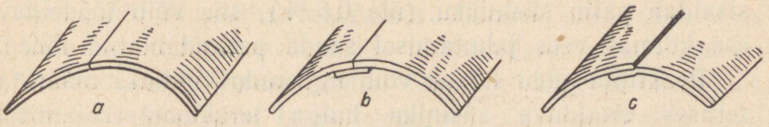


Joon. 97. Valtsühendus (lukkühendus).

gisugusele nõgusale pinnale. Väiksemaid kumerusi tehakse metallvarva abil, mille otsale antakse vastav kuju. See ots ei tohi omada teravaid kante, mis võivad pleki katki rebida.

Valtsühendused (joon. 97). Ühendatavate lehtede servad painutatakse kangi kandil, pannakse teineteise sisse ja valtsitakse puitvasara löökidega kokku.

Ühendusi serv serva vastu, serv serva vastu ribale ja serv serva peale teostatakse ainult jootmise abil (joon. 98).



Joon. 98. Lehtraua ühendused jootmise abil: *a* — serv serva vastu, *b* — serv serva vastu ribale, *c* — serv serva peale.

Metallide termiline (kuum) töötlemine.

Metallide termiline töötlemine muudab nende omadusi kuumendamise ja jahutamise teel.

Termilise töötlemise alla kuuluvad hõõgutamine, karastamine ja noolutamine, millede puhul metalli keemiline koostis peaaegu sugugi ei muutu, ning tsementiitimine, mis muudab terase keemilist koostist.

1. Hõõgutamine.

Et terast oleks kergem töödelda, hõõgutatakse teda. Hõõgutamiseks kuumendatakse terast kuni helekirsspunase värvuseni (760—800°) ja lastakse siis aeglaselt jahtuda. Mida aeglasemalt toimub jahtumine, seda pehmemaks muutub teras pärast hõõgutamist. Tavaliselt toimub terase jahutamine koos ahju jahutamisega, milles teda kuumutati. Õigesti teostatud hõõgutamine (ilma liigse ülekuumendamiseta, puuduliku kuumendamiseta ja kiire jahutamiseta) parandab terase kvaliteeti.

2. Karastamine.

Terast karastatakse selleks, et tõsta tema kõvadust. Karastamine seisneb terase kuumendamises kuni hele-

punase värvuseni ja sellele järgnevas kiires jahutamises vees, õlis või erilistes karastusvedelikkudes.

Karastusvedeliku valik oleneb terase sordist. Kui teras sisaldab palju süsinikku (üle 0,6 %), siis võib töödeldav ese külmas vees jahutamisel saada parandamatud lõhed.

Praktiline noor tehnik võib ligikaudu kindlaks määrata terases sisalduva süsiniku hulga terastoote käiamisel tekkivate sädemete värvuse järgi (vt. «Metallid ja nende omadused»).

Kui sädemeid tekib palju ja nende värvus on helekollane, siis teostatakse niisuguse toote jahutamist kuumas vees või õlis. Vastupidi, vähese süsinikusisaldusega terast tuleb suure kõvaduse saamiseks jahutada külmas vees.

Raud ei karastu, s. t. tema kõvadus ja kõik omadused ei muutu pärast karastamist. See on seletatav asjaoluga, et kõik sisemised muutused, mis toimuvad terases termilise töötlemise protsessis, on seotud terase tunduva süsinikusisaldusega. Rauas, milles on väga vähe süsinikku, ei saa toimuda sisemisi muutusi.

Et tööriistad ja detailid karastamisel ei kõmmelduks, tuleb pikki esemeid vette lasta püstloodis, laiu ja lapikuid serv ees, ebaühtlase paksusega detaile aga paksem osa ees.

Pärast karastamist omandab teras suure kõvaduse, kuid koos sellega muutub ta ka hapraks. Et haprust vähendada, tuleb toodet noolutada.

3. Noolutamine (järelelaskmine).

Noolutamisel kuumendatakse toodet 300—400°-ni ja hoitakse sellises temperatuuris 30 minutist kuni 3 tunnini (olenevalt toote paksusest) ning jahutatakse õhu käes või kuumas (35—45°) vees.

Noolutustemperatuur omab olulist mõju toote lõplikele omadustele, s. t. kõvadusele ja sitkusele. Mida kõrgem on temperatuur noolutamisel, seda pehmem saab toode, ja vastupidi. Noolutustemperatuuri kontrollimist saab teostada nn. «hõõgutusvärvuste» järgi, mis ilmuvad kuumendamisel puhta terase pinnal õhukeste oksüüdikihtide tekkimise tulemusena. Igale temperatuurile vastab oma «hõõgutusvärvus», mis on näidatud järgnevas tabelis.

Värvus toote puhastatud pinnal	Temperatuur (kraadides)
Helekollane (õlgkollane)	225
Tumekollane	245
Punakaskollane	250
Violetne	285
Rukkilillsinine	295
Taevassinine	315

Kui metallide töötlemise instrumendid on peale noolutamist jäänud ikkagi liiga hapraks, siis tuleb neid uuesti noolutada kuni järgmise värvuseni. Ja vastupidi, kui näiteks meisel on muutunud liiga pehmeks ja tera kaob, on vajalik teda uuesti karastada ja noolutada kuni eelneva värvuseni.

4. Tsementiitimine.

Tsementiitimiseks nimetatakse terase pinna rikastamist süsinikuga teatava sügavuseni. Karastamisel saavutab see pindmine kiht suure kõvaduse, kuna toote sisemus säilitab esialgse pehmuse ja sitkuse. Kui ei ole süsinikurikast terast tööriistade valmistamiseks, siis võib puure, rauasae-

lehti, peitleid ja teisi tööriistu valmistada pehmest terasest (rauast), aga pärast nende pind rikastada süsinikuga ja seejärel karastada.

Tsementiitimiseks on kõlblikud peaaegu kõik ained, mis sisaldavad rikkalikult süsinikku ja annavad seda kergesti ära kuumutamisel, näiteks puusüsi ja tahm. Kõige parem on kasutada segu 4 osast peenest puusöest ja 1 osast soodast. Niisugust segu nimetatakse karbonisaatoriks.

Tooted, mis kuuluvad tsementiitimisele, asetatakse raud- või savinõusse ja kaetakse karbonisaatoriga, nii et iga toote ümber oleks mitte vähem kui 2 cm paksune karbonisaatorikiht. Siis suletakse nõu kaanega, mida määritakse hoolikalt saviga, et nõus tekkivad gaasid ei saaks välja tungida.

Pärast seda asetatakse nõu koos sinna pakitud toodetega mingisugusesse ahju, kus temperatuur ei tohi olla alla 850°, ja hoitakse selles teatav aeg, olenevalt tsementiiditud kihi soovitavast paksusest.

Võib arvestada, et kihi paksuse suurendamiseks kulub iga 0,1 mm peale 1 tund toote hoidmist tsementiitimise temperatuuris.

Pärast tsementiitimist tuleb tooteid karastada ja noolutada, nagu eespool on kirjeldatud. Karastamine parandab põhimetalli struktuuri ja annab tsementiiditud kihile suure kõvaduse.

5. Jootmine.

Jootmine on operatsioon, mille abil kaks metallitükki ühendatakse erilise sulandi abil, mida nimetatakse joodiseks. See suland täidab vahe joodetavate detailide vahel.

Joodised jagunevad oma tugevuselt kõvadeks ja peh-

meteks. Kõva joodisega kokkujoodetud kohad on tavaliselt niisama tugevad kui joodetavate esemete terved kohad. Kõvade joodiste sulamistemperatuur on kõrgem kui pehmetel.

Joodiste koostis.

Vase ja messingi eriti tugevaks kokkujootmiseks valmistatakse joodis messingist ja tsingist; seejuures oleneb joodise sulamistemperatuur temas sisalduvast tsingihulgast. Tavaliselt on keskmise sulamistemperatuuriga joodistes 10 osa messingit ja 6 osa tsinki. Kergesti sulavais joodistes on messingit samuti 10 osa, tsinki aga 8 osa.

Nende joodiste sulamistemperatuur on 600—800°.

Tavaliseks lehtmetallide kokkujootmiseks kasutatakse joodiseid, mis koosnevad tinast ja pliist.

1) Pehme joodis plekktoodete jaoks koosneb 2 osast tinast ja 1 osast pliist. Sulamistemperatuur 183°.

2) Keskmine joodis sisaldab 1 osa tina ja 1 osa pliid. Sulamistemperatuur 210°.

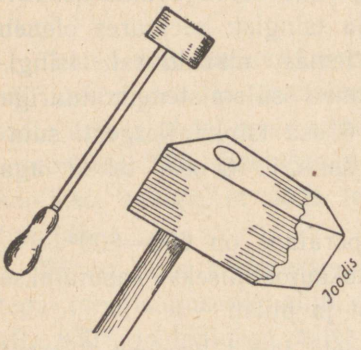
3) Kõva joodis koosneb 1 osast tinast ja 2 osast pliist. Kasutatakse tsingitud, messing- ja vasktoodete jootmiseks. Sulamistemperatuur 250°.

Plii on mürgine. Seepärast ei või toidukeetmisnõusid joota keskmise ja kõva joodisega.

Elektrijuhtmete ja teiste spetsiaalsete esemete jootmiseks kasutatakse eriti kergesti sulavat sulandit — Wood'i metalli, mis sisaldab 4 osa tina, 8 osa pliid, 15 osa vismutit ja 4 osa kadmiumi. Wood'i metall sulab 60°-ses temperatuuris. Sellest metallist lusikas sulab juba kuuma teeklaasi pistmisel.

Jootmiseks tina-pliijoodistega kasutatakse jootetõlvikut ehk jootekolbi (joon. 99). See on väike kiilutaoline punase vase tükk, mille avasse on kinnitatud traadist käepide.

Enne joodise pealesulatamist määritakse jootekohta soolhappega, milles kuni küllastus ni on lahustatud tsinki. Niisugust hapet nimetatakse jootevedelikuks.



Joon. 99. Jootetõlvik.

Elektrijuhtmete ja raadiovastuvõtjate detailide jootmisel asendatakse vedelik kampoliga.

Jootetõlvikut kuumutatakse ahjus või priimusel. Kui on olemas elektrijootetõlvik, siis ühendatakse see kuumutamiseks valgustusvooluvõrguga. Kui salmiaagitükike hakkab jootetõlviku puudutamisest tugevasti suitsema, siis näitab see, et tõlvik on küllaldaselt kuumendatud.

Joodetavad detailid seatakse vajalikku asendisse ja jootekohad määritakse jootevedelikuga. Võttes jootetõlvikuga tilga joodist, tõmmatakse sellega mööda jootekohta. Liigne joodis kõrvaldatakse pärast jahtumist viiliga. Valmistoodet pestakse vee ja seebiga, soodaga või puutuhaga, et kõrvaldada happejäänuseid.

Pikki jooteõmblusi joodetakse järk-järgult. Kui korraga joota terve õmbluse ulatuses, siis võib jooteõmbluse metall kõmmelduda.

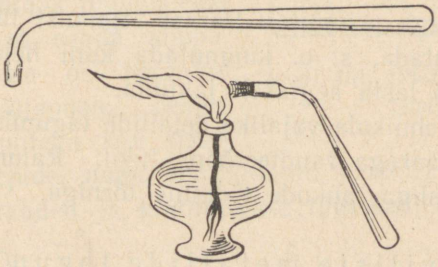
Massiivseid terasest ja malmist esemeid tuleb enne

tinutada; joota tuleb neid kuumutatuina peaaegu kuni joodise sulamistemperatuurini.

Kui jootekoht on mustusest, õlist või roostest halvasti puhastatud, siis ei jää joodis külge.

Töötamine jootetoruga.

Väiksemate esemete tugevamaks kokkujootmiseks raskesti sulavate joodistega (messingiga, vasega, hõbedaga) kasutatakse jootetoru (joon. 100). See on messingist,



Joon. 100. Jootetoru.

äärmisel juhul isegi klaasist toru, läbimõõduga 5 kuni 6 mm ja pikkusega 135 kuni 180 mm. Selle väikese avaga kõver ots juhitakse küünla, piiritus- või petrooleumilambi leegile. Teine ots võetakse suhu ja puhutakse õhujuga leegile, suunates selle keelekest puhastatud jootekohale ja sellel asuvale joodisetükile, millele on riputatud peale harilikku booraksit. Hea jootetoruga saadakse üle 1000° ulatuvat temperatuuri.

6. Raua ja terase tagumine.

Väiksemaid esemeid pehmest terasest (rauast) võib taguda külmalt (väiksemate traatvarraste lapikuks tagu-

mine, nende otste tegemine neljakandilisteks jne.). Kuid keskmisi ja suuri terasest detaile ja tööriistu tuleb enne tagumist kuumutada kuni helekirsspunase värvuseni (750—800°). Süsinikterase tagumist teostatakse võimalikult kiiresti, tihedate, tugevate vasaralöökidega. Jahtumisel tumepunase värvuseni lõpetatakse tagumine ja metalli kuumutatakse uuesti. Mitmekordset kuumutamist tuleb vältida, sest siis põleb süsinik välja ja teras muutub halvemaks.

Suuri esemeid võib kuumutada hästi küdevas ahjus, väiksemaid aga priimusel. Pärast tagumist tuleb süsinikterast hõõgutada, s. o. kuumutada kuni helekirsspunase värvuseni, ja lasta aeglaselt jahtuda.

Noorele tehnikule vajalike detailide tagumist võib teostada hea vasaraga raudteerööpa tükil. Raiumine toimub hariliku meisliga, aukude löömine torniga.

Värviliste metallide tagumine.

Plii on kergesti taotav ka külmas olekus.

Punane vask ja messing on taotavad ka külmalt, kuid muutuvad löökide toimel kalgiks. Kalgiks muutunud toote sitkust võib kergesti taastada, kuumutades seda 750°-ni ja kiiresti jahutades külmas vees.

Pronks on vähese tinasisalduse puhul taotav ka külmalt, rohke tinasisalduse puhul (üle 12%) aga ainult kuumutamisel kuni punase hõõguseni (500—600°).

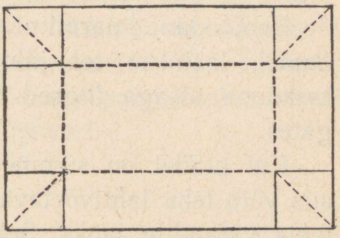
Alumiinium on hästi taotav külmalt, kuid alumiiniumisuland — duralumiinium — ei ole taotav.

7. Valutööd.

Vajalikke valandeid võib noor tehnik teha ainult kergesti sulavatest metallidest ja nende sulanditest.

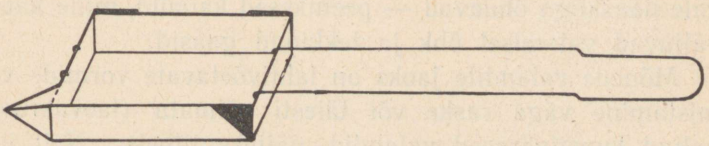
Valandite jaoks, mis ei nõua suurt täpsust vormi jäljendamisel, võib kasutada pliid. Keerulisi ja peeni valandeid saab valmistada kõige paremini tsingist või kasutades vanu trükitähti. Tina on võrdlemisi kallis metall ja teda ei kasutata valandite jaoks.

Metalli sulatamise ja vormide täitmise kopp tehakse nelinurksest katuseplekitükist, väiksemate tööde jaoks harilikust plekist. Joonisel 101 on näidatud, kuidas tuleb plekki painutada, et saada koppa. Kriipsjoontega on näidatud painded väljapoole, peente pidevate joontega aga sissepoole. Käepide, nagu on näidatud joonisel 102, tehakse jämedast traadist ja kinnitatakse tugevasti ning kindlalt kopa külge.



Joon. 101. Plekk kopa valmistamiseks.

Metalli võib sulatada ahjus, priimusel, gaasipliidil ja isegi lõkkel.



Joon. 102. Kopp käepidemega.

Sulatanud metalli, tuleb viibimata täita sellega vormid, muidu muutub tunduv osa sellest valamiseks kõlbmatuteks oksüüdideks.

Valamist muldvormidesse ei maksa teha. Muldvormide valmistamine on keerukas ja valandite pinnad tulevad ebatasased.

Vormide materjaliks on kõige parem kasutada meditsiinilist kipsi või head ehituskipsi.

Vormide valmistamiseks kasutatavaid mudeleid valmistatakse peamiselt parafiinist. Ühest parafiinküünlast jätkub paljudeks mitmesugusteks valanditeks.

Soojendanud parafiini pehmeks, voolitakse sellest valandi mudel, lastakse sel jahtuda ja antakse siis täpne kuju, taskunoa otsaga liigsed osad maha kaapides ja ära lõigates.

Kui mudel on sümmeetriline ja mitte väga keeruline, siis võib teha lahtivõetava vormi, mida saab kasutada mitmete valandite jaoks. Selleks valatakse paraja suurusega papp- või vineerkarpi kiht kipsi ja vee hapukoorepaksusega segu. Vedelasse kipsi asetatakse poolest saadik mudel. Kui kips on kivistunud, määritakse selle pind õli või vaseliiniga ja peale valatakse teine kipsikiht, mis peab mudelit katma mitte vähem kui 1,5 cm paksuselt.

Pärast kipsi kivistumist avatakse vorm ja parafiinist mudel võetakse välja. Vormi ülemise poole sisse tehakse noaga lehtritaoline ava metalli sissevalamiseks, aga kõrvale naaskliga õhuavad — peenikesed kanalid, mille kaudu väljuvad valamisel õhk ja tekkinud gaasid.

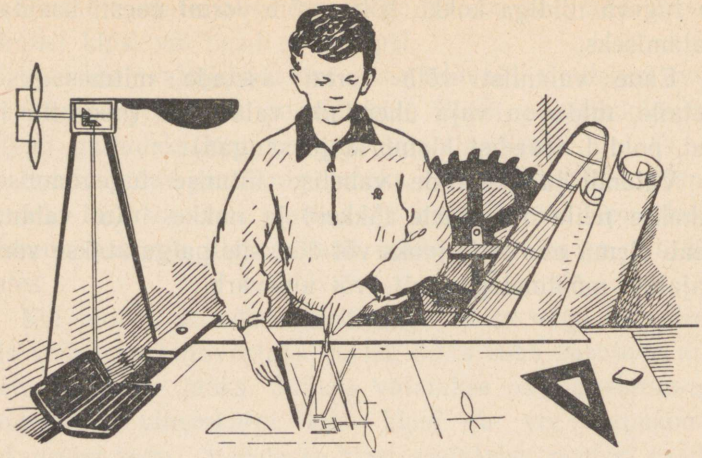
Mõnede valandite jaoks on lahtivõetavate vormide valmistamine väga raske või täiesti võimatu (laevakruvid, paljud kunstipärased valandid, näiteks lilled). Neil juhtudel valatakse parafiinmudel tervenisti üle kipsiseguga. Pärast kivistumist tehakse kipsisse ava metalli sissevalamiseks ja õhuavad. Siis soojendatakse vormi 70—80°-ni, kummutatakse ja valatakse sulanud parafiin tehtud avade kaudu välja. Vormi jääb õõs, mis täpselt vastab mudelile.

Sellised vormid purustatakse pärast valatud metalli jahtumist. Mõnikord õnnestub vormi katki lüüa suurteks tükkideks ja valand välja võtta; kui tükid kohale seada

ja tugeva niidiga kokku köita, võib vormi uuesti kasutada valamiseks.

Enne valamist võib vormi asetada mitmesuguseid detaile, mida on vaja ühendada valandiga (hooratta teljed, poldid, traadist klambrid ja sangad).

Valandi ja detailide vahelise liitmise tugevdamiseks tehakse neile detailidele täkkeid ja nukke. Kui valandis peab olema ava telje jaoks või õõs, siis paigutatakse vormi vajalike mõõtmetega puit- või kipsvarb.



III. MEHHAANIKA JA ENERGEETIKA.

1. Joonestusvahendid ja tehniline joonestamine.

Et konstrueerida ükskõik millist masinat, püstitada ehitist või ehitada laeva, on vajalik eelnevalt kujutada neid paberil nii tervikuna kui ka detailides.

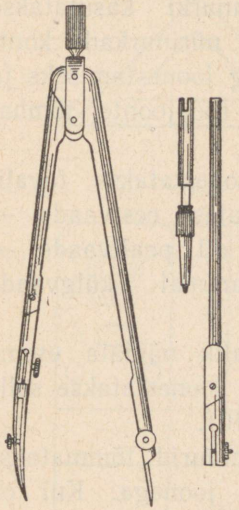
Kujutis paberil (joonis ja eskiis ehk kavand) peab olema täpne. Ta kantakse paberile pliiatsiga või tušiga, mitte lihtsalt vabal käel, vaid eriliste riistade abil.

S i r k l i d. Ringjoone osi (kaari) ja terveid ringjooni kujundatakse joonestussirkli abil (joon. 103). Sirkli üks haru on nõelaga, teises aga on grafiidihoidja või töötamisel tušiga joonsulg — eriline sulg kahe vetruva sulehuulega, millel on huulte vahet ja sellega ka joonte paksust reguleeriv külgkruvi.

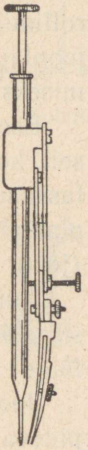
Kui joonestatakse suure läbimõõduga ringjoont, siis kasutatakse sirkliharu pikendajat.

Ringjooni läbimõõduga 1 kuni 12—15 mm joonestatakse nullsirkliga (joon. 104).

Joonsulg. Tušijooned tõmmatakse paberile joonsulega (joon. 105). Joonsule huulte vahekaugust reguleeritakse, samuti nagu sirkli sulel, külgkruviga.



Joon. 103. Joonestussirkel.



Joon. 104. Nullsirkel.



Joon. 105. Joonsulg.

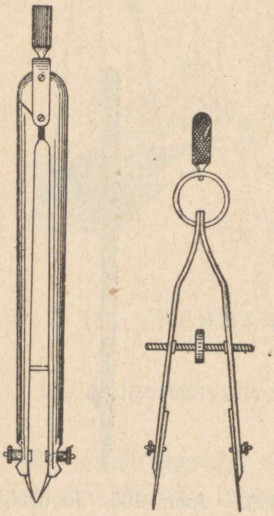
Joonsulge ei kasteta otsapidi tušipotti, vaid joonsulg täidetakse tušiga ettevaatlikult kirjutussule abil.

Mõõtesirkel. Mõõtmisi teostatakse tavaliselt sirkliga, mille mõlemad harud on varustatud teravate nõeltega. Väiksemate kauguste täpset mõõtmist teostatakse kruvisirkliga, mille harud liiguvad neid ühendava reguleerimiskruvi abil (joon. 106).

Joonlaud ja lekaalid (joon. 107). Joonlaud on sirgete joonte, lekaalid aga mitmesuguste kõverate joonte tõmbamiseks.

Mugavam on töötada läbipaistvate tselluloidist või purunematust klaasist (pleksiklaasist) joonlaudade ja lekaalidega.

K o l m n u r g a d tehakse harilikult kaht liiki (joon. 108): ühed nurkadega 90°, 60° ja 30° ja teised — 90°, 45° ja 45°. Kolmnurki kasutatakse täis-, terav- ja nürinurkade kontrollimiseks ning joonestamiseks ja joonlaua abil rööpjoonte tõmbamiseks.

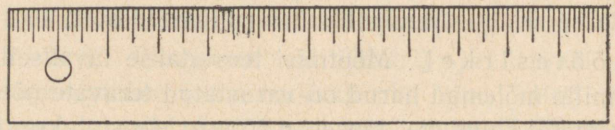


Joon. 106. Mõõtesirklid.

Esemeid joonestatakse tavaliselt kolmes vaates: eestvaade — fassaad, selle all pealtvaade — plaan ja paremal külgvaade (joon. 109).

Kui on vajalik näidata eseme siseehitust, siis joonestatakse selle lõige (joon. 110).

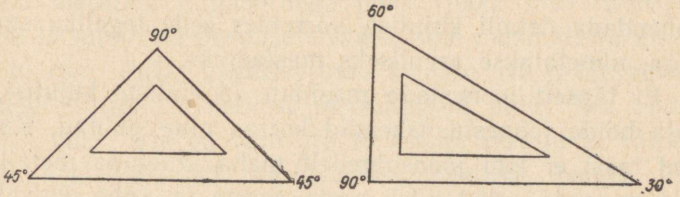
Joonise kontuurid tõmmatakse pideva jämeda joonega. Kui on vaja näidata detaili välisvaatel tema siseehitust, siis kujutatakse sees olevaid jooni kriipsjoonega.



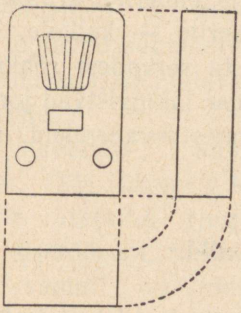


Joon. 107. Joonlaud ja lekaalid.

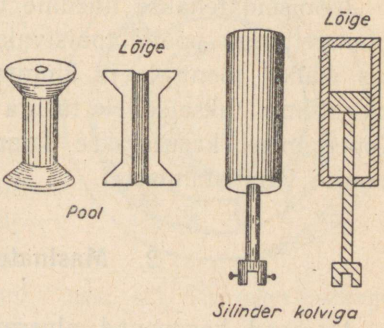
Jooniste paremaks ja mugavamaks tarvitamiseks jaotatakse kõik kujutatud esemed, mis koosnevad sümmeetrilistest osadest, sümmeetriatelgedega, mida märgitakse



Joon. 108. Kolmnurgad.



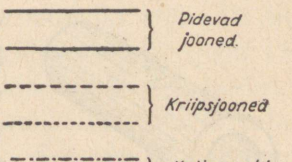
Joon. 109. Eseme kujutus kolmes vaates.



Joon. 110. Lõige.

kriipspunktjoontega. Joonisel 111 on näidatud mitmesuguste joonte liigid.

Mastaap (ehk mõõtkava). Väiksemaid esemeid kujutatakse joonistel loomulikus suuruses. Väga suuri esemeid tavaliselt vähendatakse joonistel 2, 5, 10, 50, 100 ja enam korda. Väga väikesi de-



Joon. 111. Mitmesugused jooned.

taile suurendatakse samal viisil vastavalt vajadusele, kuid igal juhul märgitakse joonisel need mõõtmed, mida detail omab tegelikult.

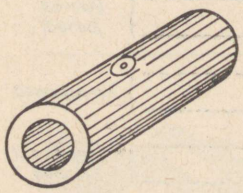
Arvu, mis näitab, mitu korda tuli suurendada või vähendada detaili kujutist, võrreldes selle tegeliku suurusega, nimetatakse arvuliseks mastaabiks.

Et täpselt joonestada masinate ja ehitiste kujutisi, on vaja hoida joonestusvahendid korras ning puhtad. Kuivanud tušši ei tohi joonsulgedelt maha kraapida metallesemetega, vaid suled tuleb pesta veega ja kohe kuivatada pehme lapiga.

Jooniseid tehakse tihedale valgele paberile, äratõmbeid joonistelt aga poolläbipaistvale paberile — kalkale. Pannes kalka joonisele ja kinnitades ta servadest rõhknaeltega, tõmmatakse sellele tušiga joonise läbipaistvad jooned. Kopeerimisel kasutatakse samu joonestusvahendeid, mida joonise valmistamiselgi.

2. Masinate detailid.

Masinad koosnevad alusraamidest, kandekeredest ehk raamidest ning nendele paigutatud kinnis- ja liikuvatest detailidest. Detailid võivad omada pöörlevat liikumist (võllid, hammas- ja rihmarattad), edasi-tagasi liikumist (kolvid ja mitmesugused tõukavad ja tõmbavad varvad) ja võnkliikumist (kangid, pendlid). Keerulistes masinates rakendatakse detailide liikumise viise kombineeritult.



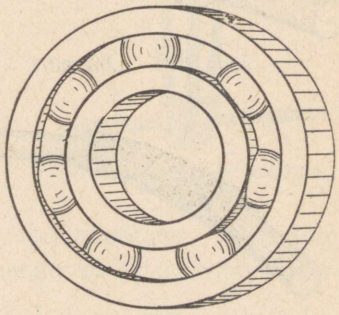
Joon. 112. Laagripuks.

V õ l l i d on ümmargused terasvarvad, mis annavad edasi pöörle-

vat liikumist nendele asetatud hammas- ja rihmarataste abil.

Kõige lihtsam laager on malmist, pronksist või mõnest teisest metallist liughõõrdega puks (joon. 112). Selliseid pukse kasutatakse peamiselt väiksemate masinate ja mudelite juures. Puksi ülemisse ossa tehakse ava määrimiseks. Mudelitel asendab tervest metallitükist puksi hea eduga selline puks, mis on valmistatud võllile keritud ja väljastpoolt kokkujoodetud vasktraadist. Sellise laagri sees kujunenud kruvijooneline kanalikene soodustab määrimist.

Mudelites ja masinates, mis töötavad suhteliselt suure koormusega, kasutatakse kuullaagreid.



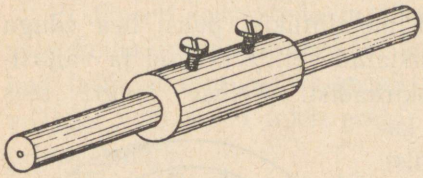
Joon. 113. Üherealine kuullaager.

Üherealine kuullaager (joon. 113) koosneb kindlalt võllile asetatud ringikujulisest siseröõpast, välisröõpast, mis samuti on kinnitatud masina külge, ja ringikujulisest kuulipidemest (separaatorist kuulidega). Kuulipidemes asetseb iga kuul eraldi pesas. Suure koormuse puhul kasutatakse kahereälisi kuullaagreid.

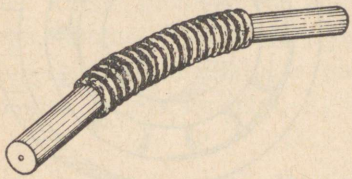
M u h v i d. Võllide ühendamiseks kasutatakse mitmesuguseid muhve. Lihtsaks ühendusmuhviks võib olla tükk toru, mis on pandud ühendatavate võllide otstele (joon. 114) ja nendega kokku joodetud või kinnitatud kinnituskruvidega. Hea elastse muhvina võib mudelite puhul kasutada ka kruvivedru tükki (joon. 115). Seesugune vedrumuhv võimaldab võllidel töötada teineteise suhtes nurga all. Kui on tarvis muuta võllide otste vahekaugust, siis kasutatakse teleskoopilist muhvi (joon. 116). Võllide otsad

tehakse neljakandilised ja neile pannakse otsa neljakandilise toru tükk, mis on kinnitatud ainult ühe võlli otsa külge, kuna muhvi teises otsas liigub vabalt teise võlli ots.

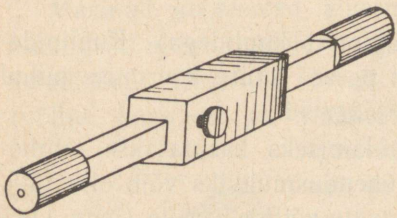
Pöörlemist ühelt võllilt teisele üle kanda on võimalik kas juba kirjeldatud muhvühendustega või mõne muu olemasoleva ülekande abil.



Joon. 114. Lihtmuhv.



Joon. 115. Elastne muhv.

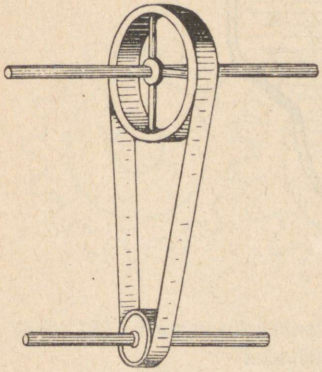


Joon. 116. Teleskoopiline muhv.

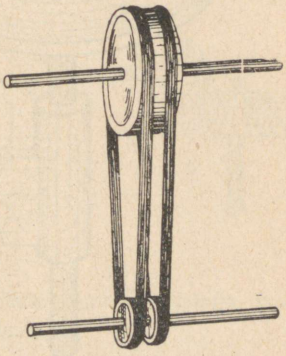
Rihmülekanne (ehk rihm-ajam) (joonis 117) koosneb kahest teineteisest eemalseisvast rihmarattast ja nendele pealetõmmatud ühisest rihmast, mis on valmistatud nahast või gummeeritud riidest. Head rihmarattad peavad omama keskelt veidi kumerat pöida. Et rihmülekanne töötaks hästi, ilma rihma liigse libisemiseta, ei tohi rihmarataste keskpunktide vahe olla väiksem kui rihmarataste läbimõõtude kahekordne summa.

Köisülekanne (joon. 118) on rihmülekande eri kuju. Rihmaratastel on üks või enam uurdeid. Igasse uurdesse läheb ümmargune rihm, köis või (väiksemate mudelite juures) terasest kruvivedru.

Friktsioon- ehk hõõrdülekanne (joon. 119) on jõu ülekanne hõõrdega. Kaks ülekanderatast puutuvad omavahel kokku pöidadega. Üks ratas võib olla metallist,



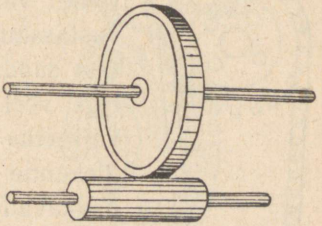
Joon. 117. Rihmülekanne.



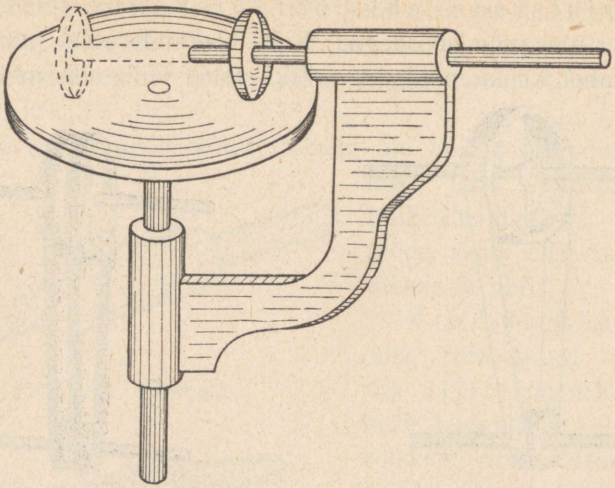
Joon. 118. Köisülekanne.

teine tehakse aga eelistatavalt kummipöiaga. See jõuülekande viis on rakendatud peaaegu kõikidel õmblusmasinatel niidipoolimisel.

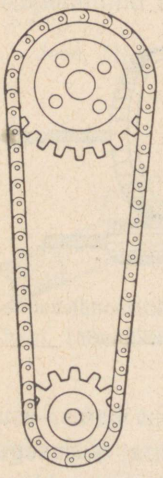
Vajaduse korral võib võllid asetada teineteise suhtes täisnurgi ja kasutada ülekannet kiiruse reguleerimiseks ja pöörlemise suuna muutmiseks ilma jõumasinat peatamata. Joonisel 120 on näidatud suur hõõrdketas, mille paneb käima mootor, tuulemootor või mõni teine seadeldis. Väiksema ketta võll on varustatud teleskoopilise muhviga. Väiksem ketas, asudes suurema ketta serval, pöörleb suurima kiirusega. Kui väiksemat ketast nihutada vasakule, siis selle kiirus hakkab vähenema, muutudes nulliks suure ketta kesk-



Joon. 119. Friktsioonülekanne (hõõrdülekanne).



Joon. 120. Friktsioonülekanne kiiruse reguleerimisega (kriipsjoonega on näidatud väikese ketta asetus tagurpidikäigul).



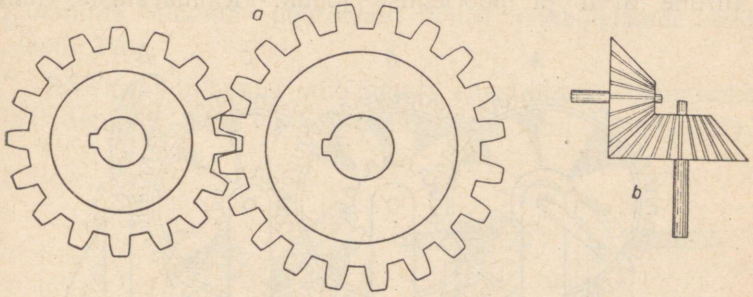
Joon. 121. Kettülekanne.

punkti kohal. Nihutades väiksemat ketast veelgi vasemale, võib panna ta pöörlema vastassuunas. Nii võib ainult kahest kettast saada universaalse käigukasti ja pealegi veel tagurpidikäiguga. Mudelitel ja väiksema võimsusega masinatel töötab see ülekanne hästi, kuid suurematel masinatel hakkavad kettad tühjalt pöörlema ja hõõrdumisest tugevasti kuumenema.

Kettülekanne (joon. 121) koosneb kahest ketirattast ja neid ühendavast kalibreeritud rullketist. Iseseisvalt, ilma vastava seadeldiseta, on sellist ketti raske valmistada.

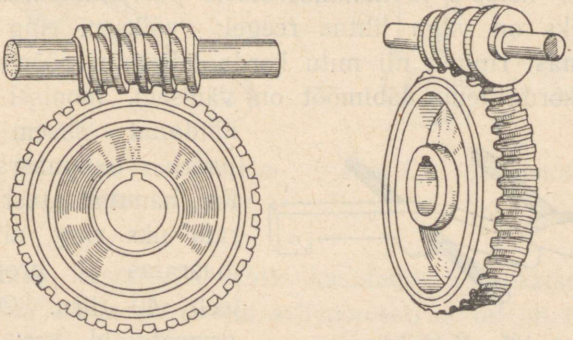
Hammasülekanne (joon. 122) silindriliste hammasratastega on kasutami-

sel rööbiti asetsevatel võllidel, kooniliste hammasratastega aga võllidel, mis asetsevad mitmesuguste nurkade all (võllid lõikuvad).



Joon. 122. Hammasülekanne: *a* — silindriliste hammasratastega, *b* — kooniliste hammasratastega.

Tiguülekanne (joon. 123) koosneb tigukruvist ja hammasrattast. Kruvi pöörlemine kantakse üle ham-

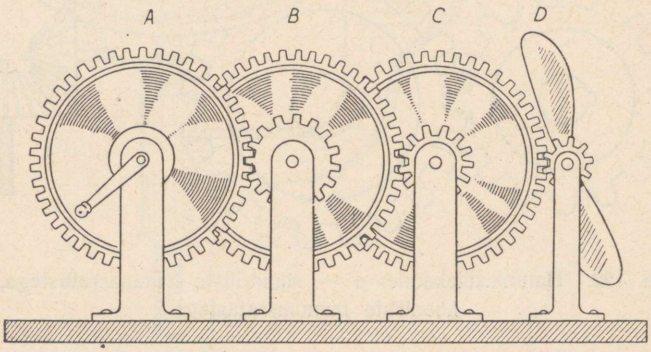


Joon. 123. Tiguülekanne.

masrattale, mitte aga ümberpöördult. Hammasratta abil ei või kruvi pöörata. Tiguülekanne on pöörlemiskiiruse mitmekordseks vähendamiseks, näiteks kui kiire käiguga

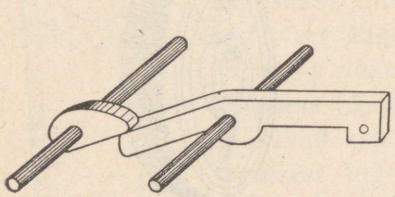
elektrimootor paneb liikuma suure tõstetava silla või kanali lüüsi vesiväravate mehhanismi.

Ülekannete abil on võimalik suurendada ja vähendada tiirude arvu ja pöörlemise jõudu. Rihmarataste, täht-



Joon. 124. Ülekande skeem kolme paari hammasratastega.

rataste, ketas e ja hammasrataste pöörlemiskiiruse arvutamiseks on väga lihtne reegel: väiksem ring hakkab suuremast ringist nii mitu korda kiiremini pöörlema, kui mitu korda tema läbimõõt on väiksem. Joonisel 124 on näidatud skeem kolme paari hammasratastega. Kui hammasratast *A* pöörata üks ring, siis hammasratas *D* propelleriga teeb 40 tiiru. On asjaarmastajaid, kes ehitavad sel viisil «ülivõimsaid» masinaid. Et mitte korrata nende vigu, tuleb kindlalt meeles pidada, et igasugune kiiruse suurendamine vähendab proportsionaalselt pöörde jõudu ja vastupidi. Võimsusekaod aga on alati paratamatud hõõrdumise tõttu võllidel laag-

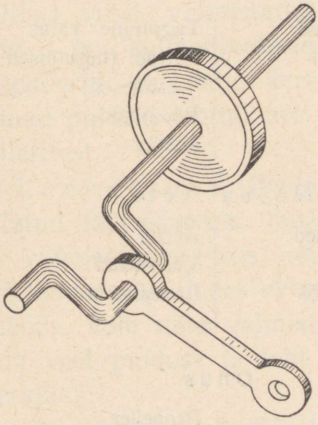


Joon. 125. Nokkülekanne.

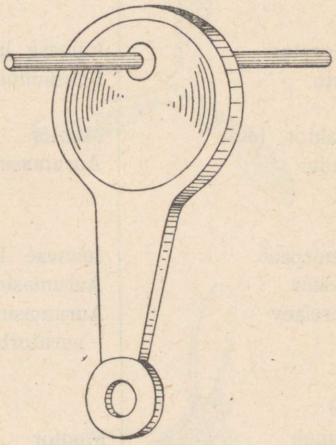
rites, kolvidel silindrites ja isegi rihma- ja hooratastel liikumisel õhus.

Mitmesuguste klappide, siibrite ja lülitite automaatne töötamine toimub pöörlevalt võllilt nokkülekande abil (joon. 125).

Pöörlevat liikumist võib muuta edasi-tagasi liikumiseks ja vastupidi keps-väntvõllmehhanismi abil (joon. 126).



Joon. 126. Keps-väntvõllmehhanism.



Joon 127. Ekstsentrik.

Samaks otstarbeks võib kasutada ka ekstsentrikut (joon. 127), mis on parem sellepoolest, et tal on tavaline sirge võll, mitte väntvõll.

Kui väntvõll ja keps asetsevad ühel sirgel, siis on nad «surnud punktis». Igas väntvõlli pöördes on kaks niisugust asendit (kaks surnud punkti). Et väntvõll ületaks surnud punkti ning saavutaks ühtlase käigu, asetatakse võllile tavaliselt massiivne hooratas, võimalikult suure

läbimõõduga. Mida suurem on hooratta läbimõõt, seda väiksem võib olla tema kaal.

Edasiliikumise tehnikas on hädavajalik kindlasti teha vahet energiaallika ja rakendaja vahel.

Nimetus	Energiaallikas	Rakendaja
	Mööda maad	
Jalgratas	Inimese lihased	Tagumine ratas
Auto	Bensiinimootor	Rattad (tagumised või esimesed)
Traktor, tank	Mootor	Roomikud
Vedur	Aurumasin	Rattad
	Mööda vett	
Sõudepaat	Inimese lihased	Aerud
Jõelaev	Aurumasin	Vesirattad
Merelaev	Aurumasin või auruturbiin	Laevakruvi
	Õhus	
Lennuk	Mootor	Propeller

Propeller. Peatükis «Lennu- ja õhusõiduasjandus» on näidatud, kuidas valmistada puidust kahetiivalist propellerit. Selline propeller on kasutatav ainult lennukimudelitel ja liugpaatidel. Puidust valmistatakse tavaliselt ainult kahetiivalisi propellereid. Kui on vajalik mootori sama võimsuse juures kasutada väiksema läbimõõduga propellerit, näiteks liugpaadil, siis võib propelleri valmistada kolmetiivalisena.

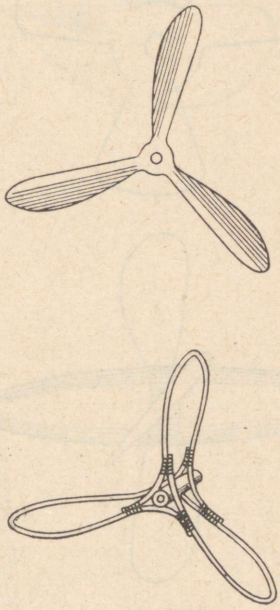
Joonisel 128 on näidatud, kuidas valmistada kerge ja tugev propeller traadist, niidist ja vatist.

Painutades propellerile plekist torukese-puksi, kinnitatakse selle külge niidiga kolm traadist propelleri tiivaraami. Täites raami sisevahed vatiga, mähitakse tiivad hoolikalt valge peene niidiga ümber, keerd keeru kõrvale. Tiibade kinnituskohad puksi juures ja nende pinnad kaetakse kaseiinliimiga, millele värvuse andmiseks on lisatud pruuni vesivärvi.

Kui liim on kuivanud, kaetakse propeller lakiga. Sellisel viisil valmistatud kahe- ja kolmetiivalised propellerid on palju kergemad puidust tehtud propelleritest.

L a e v a k r u v i. Peale valatud laevakruvide, mille valmistamise viis on kirjeldatud alljaotuses «Valutööd», võib neid valmistada veel puidust ja lehtmetallist.

Alumiiniumpleki-tükist raiutakse välja kruvi kuju vastavalt joonisele 129. Propelleri iga tiib tuleb nii välja viilida, et selle ees- ja tagaserv oleksid teravad (eriti tagaserv).

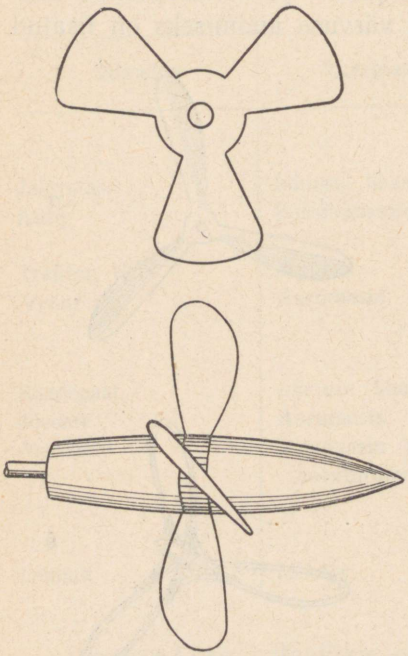


Joon. 128. Traadist valmistatud propeller: *a* — valmis propeller, *b* — raamistik.

Tiivad tuleb nii painutada, et nad annaksid laevale edasikäigu. Kruvirummu võib valmistada puidust. Saagides rummu risti pooleks kahte ossa, asetatakse ta tihkelt koos propelleriga võllile. Süvendid tiivaaluste ja rummu vahel täidetakse kitiga. Tuleb meeles pidada, et liiga

suur kruvi ja liiga järsult pööratud tiivad vähendavad mudeli kiirust.

Et leida kruvi, mis vastab mootori võimsusele, tehakse mitu eri suurusega ja kujuga kruvi ja teostatakse mudeliga vastavad katsed, kontrollides iga kord selle kiirust ja teisi omadusi.



Joon. 129. Laevakruvi.

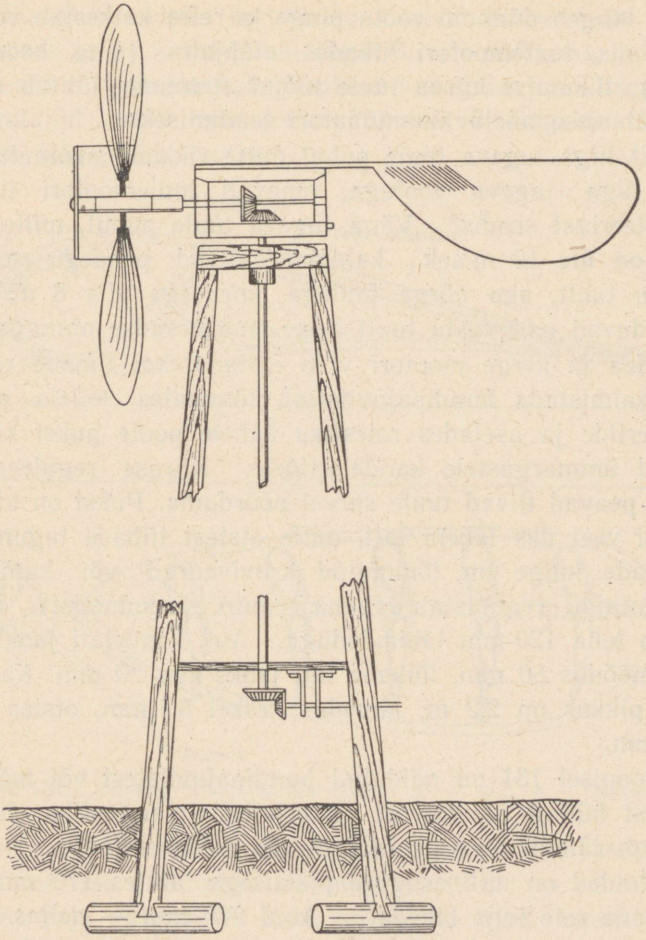
3. Tuulemootorid.

Üks lihtsamaid jõumasinaid, mis kasutab tuulejõudu, on tavaline tuuleveski.

Väiksemate seadeldiste jaoks ehitatakse tuulemootorid väiksema arvu tiibadega. Joonisel 130 on kujutatud kahetiivalise tuulemootori ehituse skeem. Niisugune seadeldis võib pumbaga ühendatult pumbata vett ojast, jõest või kaevust aedade niisutamiseks või majapidamise vajadusteks.

Tuulemootor võib samuti dünamot ringi ajada, mis omakorda laadib akumulaatorit valgustamiseks. Ükskõik kuidas ka tuulemootorit ei rakendataks, jõuülekandeks kasutatakse kaht koonilist hammasratast ja pikka püstülekandevõlli. Tuulemootori torni all ühendatakse ülekandevõlliga hammas-, rihm- või hõõrdülekande abil dünamo või keps-väntvõllmehhanismi abil veepump.

Tuule kiirus on väga ebapüsiv, seepärast ei ole kohane voolu kasutamine otse dünamost, mida käitab tuule-



Joon. 130. Kahetiivalise tuulemootori skeem.

mootor, sest valgus osutub väga ebaühtlaseks. Seepärast juhitakse vool dünamost relee kaudu akumulaatorisse ja

nii toimub viimase laadimine. Akumulaatori energiavaru kasutatakse valgustamiseks. Kui tuule kiirus väheneb, langeb dünamo voolu pinge ja relee katkestab voolu. Kui siis, tuulemootori liikudes «tühjalt» (ilma koormuseta), liikumise kiirus tuule mõjul suureneb, lülitab relee uuesti sisse ahela akumulaatori laadimiseks.

Et liiga tugeva tuule puhul mitte rikkuda akumulaatorit liiga tugeva vooluga, omavad tuulemootori tiivad reguleerivat seadist. Väga tugeva tuule puhul, mille kiirus on üle 10 m/sek., kalduvad tiivad peaaegu serviti vastu tuult, aga nõrga tuulega, kiirusega alla 8 m/sek., pöörduvad nad vastu tuult kogu oma eesmise pinnaga.

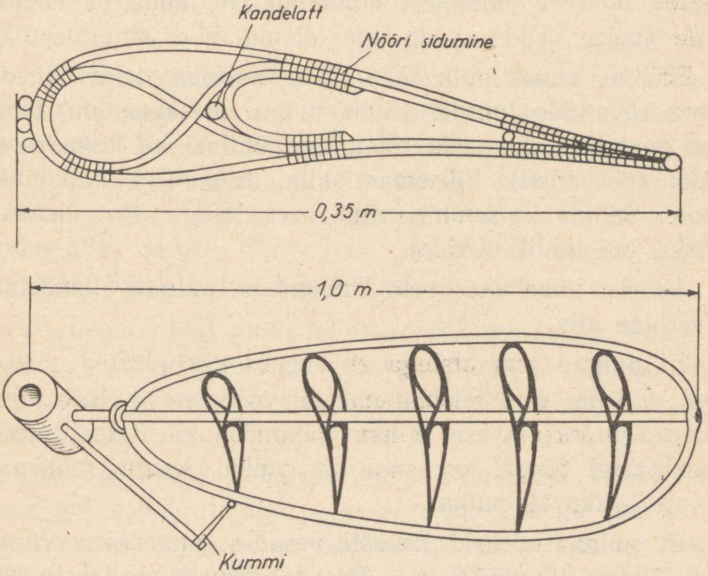
Hea ja kerge mootori võib ehitada, kui tiibade roiestik valmistada hundipajuvitstest, tõmmates sellele peale purjeriide ja asetades roiestiku kahele poole puksi kinnitatud ümmargustele kandelattidele. Kiiruse reguleerimiseks peavad tiivad tuule survel pöörduma. Puksi on kinnitatud veel üks lühem latt, mille otstest tiibade tagumiste servade külge on tõmmatud kruvivedrud või kummist pingutajad (valmistatud vanast auto sisekummist). Puks tuleb teha 120-mm läbimõõduga. Auk kandelati jaoks on läbimõõdus 60 mm, lühema lati jaoks aga 20 mm. Kandelati pikkus on 2,2 m, jämedus keskel 60 mm, otstes aga 50 mm.

Joonisel 131 on näidatud hundipajuvitstest või mõnest teisest küllalt painduvast materjalist tiivaroiestiku ehitus. All on täielik roiestik, ülal üksiku roide ehitus.

Roided on mitmesuguse pikkusega: alates 170 mm — esimene roie telje lähedal — kuni 270 mm — neljas roie. Roiestiku asetamisel kandelatile peab tiiva nõgus pind olema pööratud vastu tuult 75° all tuule suunas. Kui tuule kiirus on suurem kui 8 m/sek., siis regulaatori kummist pingutajad, venides pikemaks, lasevad tiiva (tuule sur-

vel) pöörduda, ja siis nurk ei ole enam 75°, vaid palju väiksem (näiteks 5—10°).

Niisugune seadis kaitseb tuuleratast purunemise eest, laskmata sellel tormi puhul liiga kiiresti pöörlema hakata. Niipea kui torm lakkab, tõmbavad regulaatori kummist pingutajad uuesti tiiva pinna 75°-se (või isegi suurema) nurga alla tuule suunas.



Joon. 131. Vitstest tiivaroiestiku ehitus: *a* — roie, *b* — roiestik.

Joonisel 131 on näidatud tiivaroiestik. Ta on asetatud juba puksisse kinnitatud kandelatile.

On vaja valmistada kuus pulka ja need kandelatist läbi pista. Pulkade ülesandeks on kindlalt hoida tiibade roiestikku, et see ei libiseks kandelatilt. Libisemine võib toimuda tsentrifugaaltungi mõjul tuuleratta kiirel pöörlemisel.

Ülemisele pulgale puuritakse pesa tiiva tipus oleva tipuroide juurde, ülalpool roiet. Sel puhul toetub roie ka kõige väiksemalgi libisemisel ülespoole vastu pulka. Teine pulk hoiab teist roiet samuti libisemast mööda kandelatti ülespoole. Selleks puuritakse teise pulga pesa teise roide lähedale pealepoole roiet.

Kuid ka sellest on vähe. On vaja teha veel kolm niisugust hoidvat pulgakest kolmanda, neljanda ja viienda roide jaoks. Üldse peab aga olema viis kinnituspulka.

Eriline, kuues pulk tuleb sisse asetada telje lähedal oleva tüveroide juurde. Selle pulga ülesanne on teine. See peab kaitsma seda roiet, aga ühtlasi ka kogu roiestikku (või tiiba) libisemast alla, tuuleratta keskpunkti poole. Selline libisemine võib aset leida tiiva ülemises seisus, kui tuulik ei tööta.

Selleks puuritakse pesa kuuendale pulgale kandelatti tüveroide alla.

Et pulgad oma otstega ei suruks vastu tiiva pealistust, ei tehta neid pikematena, kui on vastava roide laius. Pulgad valmistatakse 8-mm läbimõõduga terastraadist. Kummalegi tiivale on vaja 6 pulka, seega mõlemale tiivale kokku 12 pulka.

Et pulgad oleksid kõvasti pesades, puuritakse viimased 7-mm läbimõõduga. Pesade puurimist teostatakse kandelatipinna suhtes mitmes suunas, et kandelatti mitte lõhki ajada. Pesade asukohad märgitakse pliiatsiga tiiva esimesel sobitamisel kandelatile.

Et kaitsta roideid vigastuste eest kokkupuutumisel kinnituspulgaga (tiiva töötamisel), tuleb iga pulga ja roide vahele asetada lapik raudrõngas (seib). Tähendab, on vaja 6 seibi kummalegi tiivale, seega kahele tiivale kokku 12 tükki.

Seibi läbimõõt peab võrduma roide paksusega. Seibi auk tehakse nii suur, et seib vabalt liiguks kandelatil.

Aga kuidas pääseb seib oma kohale, kui roiestik on juba asetatud kandelatile? Asi seisabki selles, et roiestik tuleb võtta maha ja uuesti asetada kohale, kuid seda tehakse järk-järgult. Seejuures asetatakse seibid kandelatile alles sel silmapilgul, kui roiestiku kohaleasetamisel kandelati ots on just läbinud vastava roide.

Näiteks, enne tüveroide paigutamist kandelatile asetame sellele esimese seibi ja niipea kui kandelati ots on vaevalt läbinud tüveroide, on sellele kohe vaja asetada teine seib. Kui kandelati ots on läbinud järgmise (teise) roide, on vaja asetada kohale kolmas seib. Neljas seib asetatakse kohale siis, kui kandelati ots läbib keskmise (kolmanda) roide. Viies seib asetatakse kohale pärast neljandat roiet, kuues aga pärast tipuroiet.

Vaatleme nüüd pulkade pesadesse asetamise korda ja seibide kohalepaigutamist vastava pulga ja sellele lähedase roide vahele (pärast seda kui roiestik on juba asetatud kandelatile).

Esimese pulga kohaleasetamist alustame tipuroidest. Enne pulga paigutamist pessa surutakse käega seib vastu tipuroiet. Löönud pulga selliselt pessa, et tema otsad ulatuksid kandelatist võrdselt välja, võetakse käsile samasugune operatsioon teise pulga ja seibiga neljanda roide juures. Pärast seda asetatakse kolmas pulk ja neljas seib kolmanda (keskmise) roide kohale, neljas pulk ja kolmas seib aga sobitatakse teise roide kohale. Enne viienda ja kuuenda pulga sisselöömist ülal- ja allpool tüveroiet ei tohi unustada kohale asetamast seibe roide ja pulkade vahele. Seejuures tuleb püüda, et mõlemad pulgad ei suruks seibe liiga tugevasti vastu roiet, vaid et

roiestikul jääks võimalus pöördumiseks kandelati ümber nii ühele kui ka teisele poole.

Sellega oleme kõrvaldanud tiiva libisemise võimaluse piki kandelatti. Nüüd tuleb suurendada roiestiku jäikust. Sel otstarbel seotakse kõrvutiasetsevate roiete otsad nööriga ristamisi teineteise külge. Sellega otsekui luuakse tiiva kandekonstruktsioon, mis kindlustab temale küllaldase jäikuse. Seda tehakse järgmiselt.

Nööri sidumist alustatakse kandelati ülemisest otsast. 20 mm kaugusel allpool sellest kohast, kus kandelati ots läbib roiestiku äärmist pesa, lõigatakse kandelati ümber noaga väike ringsoon. Siia seotakse kõvasti ja kindlalt enne üks tükk nööri, seejärel aga ka teine. Esimene nöör tuleb suunata tipuroide ümardatud (esi-) serva juurde, teine aga selle terava (taga-) serva juurde. Mõlemate nööride külgesidumisel tuleb jätta pikad otsad. On vaja jälgida, et esimese nööri sõlm kandelatil oleks sellel küljel, kus asetseb roide ümardatud serv. Teise nööri sõlm tehakse sellele küljele, mis on pööratud sama roide terava serva poole. Üks vaba nööriots tõmmatakse roide ümardatud otsast läbi, sealt kohalt, kus see on seotud tiiva serva vitste külge. Seejärel, tõstes selle otsa üles, pingutatakse teda kergelt ja seotakse ta sama nööri teise vaba otsaga. Sellega saadakse kerge pingutus roide ümardatud osa ja kandelati ülemise otsa vahel.

Sama tehakse ka teise nööriotsaga (kandelati teisel küljel). On vajalik, et ka neljanda roide ümardatud otsa ja kandelati ülemise otsa vahel oleks samasugune kerge pinge. Seejuures tuleb tähele panna, et üks nööridest läheks eestpoolt kandelatti, teine aga tagantpoolt. Risti selle nööriga peab tulema neljas nööriots, mis läheb ühe roide ümardatud otsa juurest teise roide terava serva juurde ja on veidi pingutatud. Samuti ristuvad nööri-

paarid ülejäänud roidepaaride vahel, kuni viimase roideni, tüveroideni.

See nööride sidumine lõpeb sellega, et tüveroide ümardatud ots ja terav serv tõmmatakse nööriga kandelati aluspunkti juurde. Selleks otstarbeks kruvitakse 10 mm kõrgemale kohast, kus kandelatt läbib pesa roiestiku alumises osas, kandelati eri külgedesse kaks puidukruvi. Allapoole neid kruvisid seotakse nöör, mis tuleb tüveroide mõlema serva poolt. Nöör peab olema selles kohas maksimaalselt pingutatud ja täiesti kindlalt seotud kandelati külge. Ei tohi olla ka mingisuguseid nööri jätkamisi ja sõlmimisi roiete vahel.

Lõpetanud töö mõlema tiiva roiestikuga, kontrollitakse nende kaalu ja kui selles ilmneb väikseimgi vahe, lisatakse kergemale tiivale raskust juurde.

Alles pärast seda asutakse mõlema tiiva roiestiku katmisele riidega. Present ja eriti kotiriie ei ole selleks otstarbeks nii kohased, nagu näiteks tihe linane riie (millega kaetakse lennukimudelite tiibu). Kui ei ole tihedat riiet, võib leppida ka presendiga. Soovitav on, et riie oleks hästi pingutatud igalt poolt, et ei esineks lohke ega pilusid ning ei oleks katmata osi.

Peale tiibade riidega katmise lõpetamist teostatakse nende kaalu teistkordne kontrollimine ja lõplik tasakaalustamine; siis asutakse valmistama reguleerivat seadeldist.

Puidust varras (regulaatori varras), jämedusega 20 mm ja pikkusega 300 mm, asetatakse kindlalt rummusse puuritud pessa. Varda otste külge, mis ulatuvad kandelatist ühekaugusele, kinnitatakse kaks kummist pingutajat. Mõlema pingutaja teised otsad kinnitatakse tüveroide terava serva äärmisse punkti.

See muudatus laseb peaaegu kolmekordselt vähendada

regulaatori varda pikkust, mille tõttu kõrvaldatakse tuuleenergia kadu, mida põhjustab tiiva ees asetsev varras.

Sabajuhtpinna valmistamisel on vaja anda sellele tugevus ja jäikus püstsuunas. Võetakse 6 vitsa, painutatakse ja seotakse sabalati külge. Selleks võetakse kitsas liist, mis oma pikkuselt võrduks juhtpinna kahekordse laiusega, asetatakse see lapiku poolega vertikaalselt vastu juhtpinda (umbkaudu juhtpinna keskel) ja seotakse traadiga kõvasti nii juhtpinna alumise kui ka ülemise poole vitste külge, samuti ka sabalati külge. Selleks puuritakse liistusse mõned augud, millest liistu sidumisel sabalati külge pistetakse läbi traat.

On küllaldane, kui sabalatt on 2 m pikkune; selle ots tuleb kõvasti kinnitada tuulikupea korpuse külge. Pesad tuulikupea korpuse vahepealsetes kloppides, kuhu asetatakse sabalati ots, tehakse korpuse alumise laua juurde. Latt lüüakse kloppide külge naeltega, mis läbivad ka korpuse alumise laua.

Et anda sabajuhtpinnale ja latile jäikust, kasutatakse traadist pingutajat. Üks pingutaja ots kinnitatakse sabalati külge samas kohas, kus selle külge on köidetud püstliist. Tõmmates traadi pingule, kinnitatakse selle teine ots konksu või kruvi külge, mis spetsiaalselt selleks otstarbeks on kruvitud tuulikupea korpuse ülemise laua sisse.

Sabajuhtpinna ülesandeks on ka tasakaalustada tuuliku esiosa koos tuuleratta ja dünamoga, ja tuleb jälgida, et ei rikutaks seda tasakaalu. Kui kontrollimisel ilmneb, et tasakaal puudub, siis lisatakse kergemale poolele vastav raskus. See soodustab tuuliku kergemat tuule järgi pöördumist (sabajuhtpinna abil) tuule suuna muutudes.

Vitsad ühendatakse omavahel nööriste mähisega. Pärast seda on soovitav nööride tugevdamiseks immutada

neid mõne lakiga. Present tõmmatakse roiestikule veidi niiskelt, õmmeldakse kokku kõva niidiga ja värvitakse õlivärviga. Enne värvimist tuleb presenti tingimata uuesti veega niisutada, muidu imeb ta enesesse palju värvi. Tuulemootori torn ehitatakse kolmest postist, mis ülal on ühendatud rõduga.

Kaasaegsed tuulemootorid kasutavad umbes 30% nendele mõjuvast tuule-energiast.

Et kindlaks määrata, missuguse suurusega tuleb ehitada tuulemootor, kasutatakse lihtsat valemit:

$$N = \frac{D^2}{10}.$$

Selles valemis on N — nõutav võimsus hobujõududes, D — tiibade otste vahekaugus.

Kui $D = 2$ m (tuule kiirus 8 m/sek.), siis on mootori võimsus 0,4 hobujõudu ehk umbes 300 vatti (1 hobujõud võrdub 736 vatiga).

Et aga tuule keskmine kiirus tavaliselt ei ole üle 5 m/sek., siis ehitatakse dünamo võimsusega ainult 150 vatti või siis tehakse suurem tuulemootor. Noor tehnik, olles tähelepanelikult läbi lugenud kõik selle raamatu vajalikud jaod, oskab ehitada ise oma väikese pumbamaja või elektrijaama tuulemootoriga.

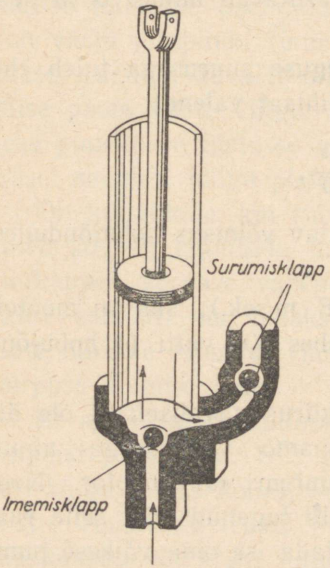
4. Pumbad.

Tehnikas kasutatakse mitmesugust tüüpi pumpasid, kuid kõige rohkem on levinud kolb- ja tsentrifugaalpumbad.

Kolbsurupumba põhidetailid on: silinder, kolb varvaga, imemis- ja surumisklapp (joon. 132).

Sellist pumpa võib kohandada vee andmiseks käsitsi või tuule- ja veemootori abil. Mida kõrgemale tuleb suruda vett, seda rohkem kulub jõudu kolvi liikumapanemiseks.

Kui vett on vaja tõsta 10 m kõrgusele, siis tuleb, hõõrdumist arvestamata, kolvi igale ruutsentimeetrile rakendada tung 1 kg, 30 meetri kõrgusele tõstmisel aga 3 kg. Kui kolvi pind on 10 cm^2 ja veetõstmise kõrgus 30 m, siis peab vastav tung olema 30 kg. Seepärast tuleb meeles pidada, et ainult vee tõstmisel väikesele kõrgusele võib pumba kolvi ja silindri teha suure läbimõõduga. Mida kõrgemale tõstetakse vett, seda väiksem tehakse pumba läbimõõt, muidu ei suuda mootor pumpa käitada.



Joon. 132. Kolbsurupumba läbilõige.

Kui kolb liigub ülespoole, siis tekib silindris õhuhõre ruum. Välissurve sunnib klappi, kuuli või õhukest plaati tõusma oma pesast ja avama sisselaskeava. Vesi täidab silindri. Jõudes oma ülemisse seisu, jääb kolb seisma ja laskudes hakkab suruma silindrit täitvale veele. Silindris oleva vee survel imemisklapp kohe sulgub, surumisklapp aga avaneb. Vesi surutakse silindrist kolvi abil veetorustikku ja liigub seal siis edasi vastavalt vajadusele.

Pumba silindri võib valmistada 25- kuni 50-mm läbi-

mõõduga veetorust. Kolvi varb on raudvarras 8—15-mm läbimõõduga. Kolvi võib teha kõvast puidust ja läbi immutada värnitsaga, et ta vees ei tursuks. Kolvile mähitakse ühtlane kiht head takku või niiti ja immutatakse vaseliiniga.

Silindrit lihvitakse seestpoolt algul jämedateralise ja pärast peeneteralise mirglipulbri ja masinaõliga, kuni tema pind on muutunud täiesti siledaks.

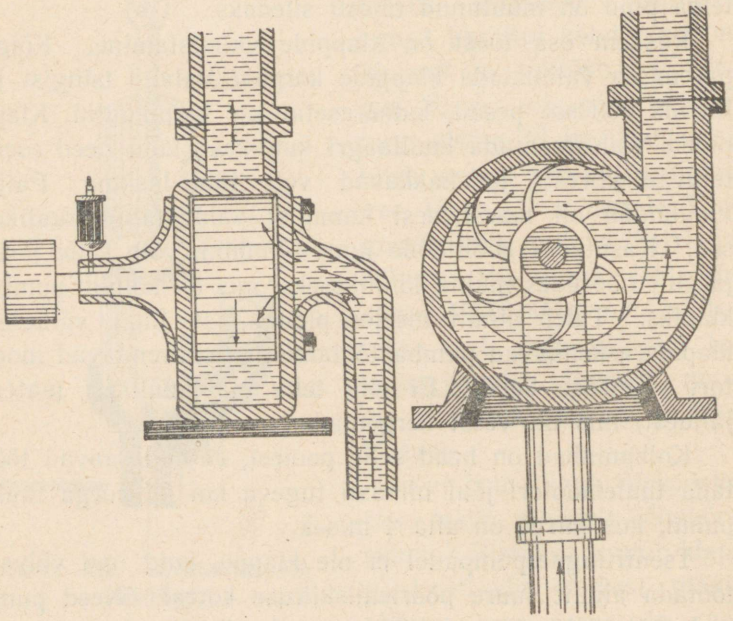
Raskem osa tööst on klappide valmistamine. Kõige parem on valmistada klappide korpuse valand tsingist ja lihvida sellesse pesad, kuhu asetatakse klapikuulid. Klappidele võib kasutada kuullaagri kuulikesi, kuid need roostetuvad kiiresti ja hakkavad vett läbi laskma. Palju kindlamad on massiivsest kummist valmistatud kuulikesed. Kasutades koolitööde juures kummi, võib selle järkjärgult hõõrudes muuta kuulikeseks, mis on kõlblik pumba klapiks. Tuleb ainult meeles pidada, et liiga väikesed klapid raskendavad pumba töötamist ja suurendavad mootori võimsuse kadu. Ei tohi teha klapikuulikesi materjalidest, mis on veest kergemad.

Kolbpumbad on head selle poolest, et nad saavad töötada tuulemootori jõul niihästi tugeva kui ka nõrga tuule puhul, kus kiirus on alla 4 m/sek.

Tsentrifugaalpumpadel ei ole klappe, kuid nad võivad töötada ainult suure pöörlemiskiiruse korral. Need pumbad töötavad suure tootlikkusega, kuid võivad vett pumbata väikesele kõrgusele. Suurendades pumba tiirude arvu võib tsentrifugaalpumpa, kui ta töötab tuule- või veemootori jõul hammas- või rihm-ajami abil, edukalt kasutada aedade ja põldude niisutamiseks. Väikese omavalmistatud pumba tiirude arv minutis peab olema 200—300.

Joonisel 133 on kujutatud lihtsaim tsentrifugaalpump, mille korpus ja tiivik on valatud tsingist või mõnest tei-

sest kergesti sulavast sulandist. Pumba valmistamiseks valatakse kolm detaili: pumba korpus avaga võlli jaoks ja väljalasketoruga, tiivik sellesse paigutatud võlliga ja korpuse kaas imemistoruga. Väiksema seadeldise tiiviku läbimõõt tuleb võtta 70—100 mm ja sellest lähtudes, kasutades joonist, tuletada kõik ülejäänud mõõtmed.



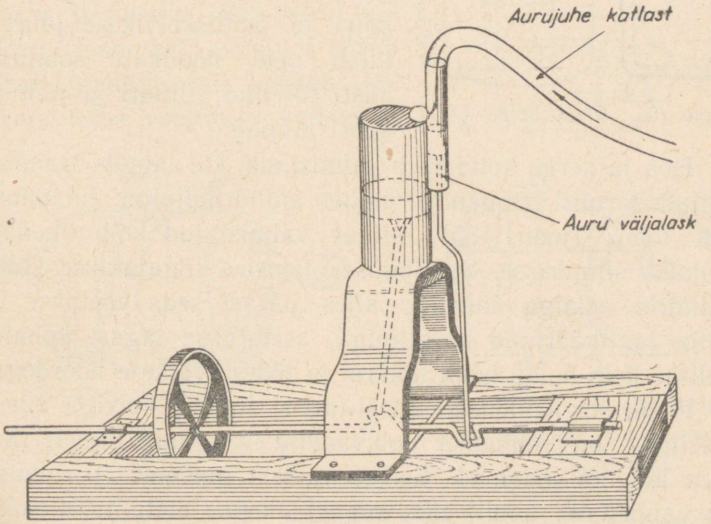
Joon. 133. Tsentrifugaalpump.

Mudelid valanditele tehakse tavaliselt parafiinist või vahast, vormid aga meditsiinilisest kipsist või ehituskipsist. Nii mudelid kui ka vormid tuleb valmistada väga hoolikalt ja täpselt, muidu võib tiivik korpuses kinni jääda või, vastupidi, pump hakkab töötama ebaökonoomselt suurte vahede tõttu tiiviku, korpuse ja kaane vahel.

Pärast valamist viimistletakse detaile ettevaatlikult seestpoolt peeneteralise mirglipulbriga, väljastpoolt aga peene viiliga.

5. Aurumasinad.

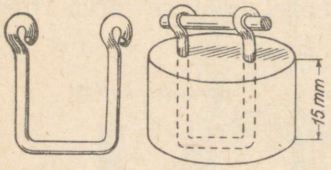
Kolbaurumasin koosneb alusraamist, kolvisilindrist, väntvõllmehhanismist, aurujaotusseadeldisest ja hoorattast. Praegu kasutatakse aurumasinaid seal, kus on vaja suurt pöörlemisjõudu koos võrdlemisi väikese arvu tiirudega.



Joon. 134. Vertikaalaurumasin.

Lihtsaim aurumasin, mis on kohane mere- või jõekaubalaeva mudelile, on näidatud joonisel 134. Selle silinder on valmistatud 15-mm läbimõõduga ja 50 mm pikkusest vasktorust ning on joodetud alusraami ülemises

osas olevasse avasse, kuna raam ise on valmistatud plekiribast, mille servad on valtsitud, et anda raamile tugevust. Alusraami alumise osa võib teha plekist, kummuli pööratud kasti kujulisena, kolme sisselõikega — hoorattale, väntvõllile ja jaotussiibri kepsule. Painutades masinavõlli, tuleb arvestada, et jaotussiibri vänt peab võlli pöörlemise suunas ennetama põhivänta veerand pöörde võrra (nurk 90°). Sellega kindlustatakse õigeaegne auru sisse- ja väljalask. Kolvi käigul alla (töökäik) toimub auru sisselask, aga liikumisel üles auru väljalask.



Joon. 135. Tinapaberist kolb.

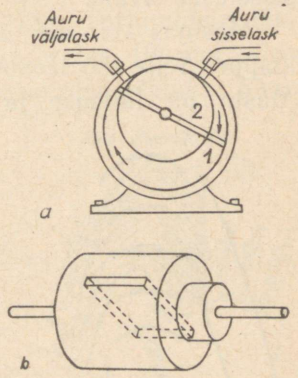
Et aur ei tungiks välja peakolvi ja jaotuskolvikese juures, tuleb neid hoolikalt sobitada hästi lihvitud silindri ja jaotussiibri pinnaga.

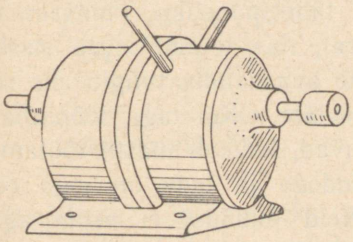
Hea ja kerge kolvi võib valmistada, kui taguda traadist tehtud šarniiri (liigendi) ümber silindrikujuline tinapaberist tomp (joon. 135), nii et valmistatud kolb tihedalt mahuks silindrisse. Sobitamise otstarbel liigutatakse kolbi silindris esialgu kuivalt; alles pärast seda võetakse ta välja ja, määrinud vaseliiniga, asetatakse tagasi kohale. Selline kolb hoiab hästi määret ja töötab väikese hõõrdega.

Peale sirgjooneliselt edasi-tagasi liikuva kolviga aurumasinate on mudeliks sobivamaid masinaid nimelt tiirleva kolviga masinad. Sellist väikest masinat on võimalik valmistada ainult siis, kui on olemas metallitöötlemispink. Selliseid masinaid nimetatakse rotatiivseteks (tiirlevateks) masinateks. On olemas mitu rotatiivmasinate konstruktsiooni. Siin on kirjeldatud masina ehitus ja töötamine, mida võib mootorina käitada auru või suruõhuga, aga mida võib kasutada ka õhupumbana. Töötades õhupumbana, on rotatiivmasin võimeline andma õhku mitmele

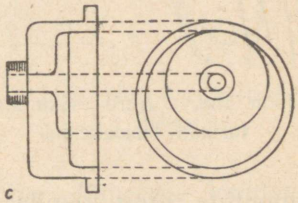
jootetorule, väikesele ääsile, turbiinimudeli käitamiseks ja ka teisteks vajadusteks.

Joonisel 136 on näidatud üldvaade mootorist, mis väliselt sarnaneb kinnise elektrimootoriga. Ümmarguses kaitsekeres võllil, mis asetseb kõrgemal ümbritseva katte ringi keskpunktist, tiirleb trummelrootor. Rootori läbiulatuvasse täisnurkse läbilõikega avasse on asetatud kaks plaati, millede vahel on vedru. Kui parempoolsesse torukesse lasta auru või õhku (joon. 137), siis see surub ühele plaadile, mis hakkab tiirlema koos rootoriga kellaosuti suunas, järk-järgult väljudes vedru mõjul täisnurksest avast. Kui plaat asetseb all, on tema tööpind kõige suurem.





Joon. 136. Rotatiivmootori üldvaade.

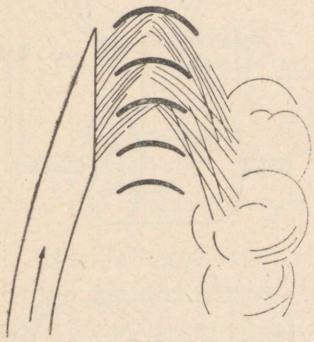


Joon. 137. Mootori ehitus: *a* — läbilõige, *b* — rootor, *c* — kere pool.

Liikudes edasi, jõuab plaat ülemisse punkti ja, välja tõrjudes auru- või õhujäägi läbi väljalaskeava, asetub sisselaskeava taha ja alustab uut töökäiku. Samal ajal lõpetab teine plaat oma töökäigu, tõrjudes silindrist välja auru- või õhujäägid, mis surusid esimest plaati.

Masina töökambris (mis on sirbikujuline) toimub pidevalt üks töökäik teise järel muutumatus suunas. Kui on vaja muuta tiirlemise suunda, siis asetatakse auru sisselaske toru mitte masina paremale, vaid vasakule auru sisselaske avale.

Masinas ei ole mingisuguseid erilisi aurujaotamisklappe. Selle töö teostavad plaadid ise oma liikumise ajal. Masin on lihtsuse ja mugavuse eeskuju, kuid omab üht olulist konstruktiivset puudust. Väga raske on teda ehitada nii täpsena, et aur nii vähe kui võimalik läbi tungiks rootori, silindri ja plaatide vahelt. Silindri, rootori ja plaatide ka kõige suurema täpsusega teostatud viimistlemise ning õigeaegse ja tähelepaneliku määrimise korral, mis toimub auru sisselaske ava kaudu, tungib aur ikkagi läbi. Kui aga tööpinnad kuluvad, hakkab masin töötama kadudega ja teda on vaja remontida ning reguleerida. Neid puudusi ei esine aga ühel parimal mootoril — auruturbiinil.



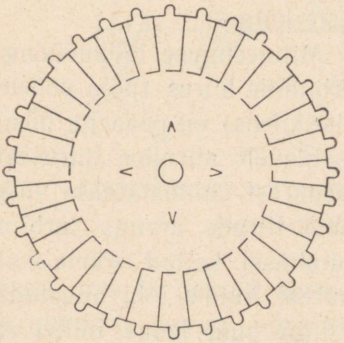
Joon. 138. Auru liikumine turbiini labidakestel.

Auruturbiinid ei kasuta aurusurvet, vaid aurujoa suure kiirusega tormavate osakeste lööke. Töötamise printsiibilt on turbiin niisama lihtne kui harilik vesiratas. Lihtsaim turbiin on ratas rennikujuliste labidakestega, mille vastu lööb aurujuga.

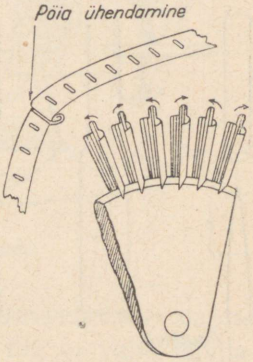
Rakendame oma auruturbiinis peaaegu sama printsiipi, mis on kasutamisel vabajoa-veeturbiini puhul, ainult ilma joa kaheks hargnemiseta. Viltulõigatud otsaga düüsist (toru, mis juhib auru labidakestele) (joon. 138) tungib

aur välja suurima kiirusega (enam kui 1000 m/sek.), lööb vastu labidakeste kumerdatud pinda, pöörab neid ja, kaotanud oma töövõime, lendab välja turbiini ketta vastaspoolselt küljelt.

Hea turbiiniketta saab valmistada raud- või messingkettast. Ketas on toodud joonisel 139. Turbiinidele läbimõõduga kuni 100 mm lõigatakse ketas 10 mm võrra suurem, sest et turbiini iga labidakese otsa jäetakse 5-mm



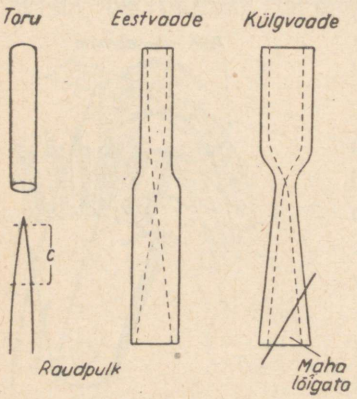
Joon. 139. Ketta jaotus kolmekümnekahetiivaliseks.



Joon. 140. Osa kettast ja pöiast.

keelekene kinnitamiseks pöia külge. Jämedate joontega on näidatud, kuidas tuleb labidakesed lahti lõigata. Iga labidake kinnitub ketta külge ainult $^1/_3$-ga oma aluse laiusest. Ülejäänud osa painutatakse kettast eemale, kui labidakesele antakse rennitaoline paine. Labidakeste keeltele asetatakse piklike aukudega plekiriba — pöid (joon. 140). Pöia laius võrdub painutatud labidakeste laiusega, pikkus aga turbiini ümbermõõduga (ilma keelekesteta), juurde arvates 8 mm pöia otste ühendamiseks. Pöid äraplooratud ühendusvaltsidega asetatakse keelekestele, mis painutatakse üks ühele, teine teisele poole, mille järel

ühendusvaltsid asetatakse teineteise sisse ja pigistatakse kinni lapiktangidega. Ketta tugevdamiseks on soovitav asetada selle keskpaika tühi saapamäärdekarp ja kinnitada 4—6 keelekesega. Karp tuleb kinnitada sellele poolele, kuhu on painutatud labidakesed. Hea võlli turbiinile saame valmistada kudumisvardast. Turbiini ketta võib võlli külge kinnitada jootmise teel. Suurte turbiiniide pöid tuleb peale keelekestega kinnitamise veel joota labidakeste külge.



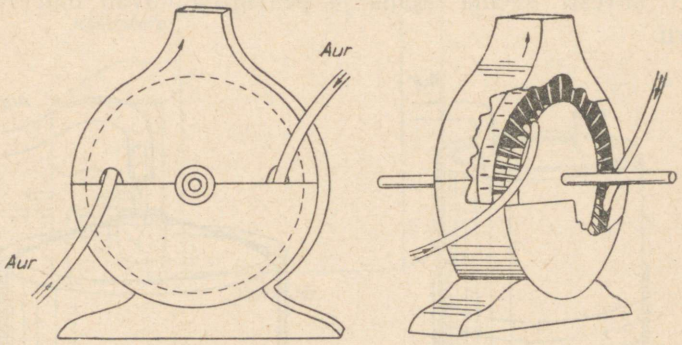
Joon. 141. Düüsi valmistamine.

Mitmesuguse läbimõõduga turbiinide kiirus (pöia pöörlemise kiirus) on peaaegu püsiv ja oleneb aurujoa kiirusest. Seepärast valmistatakse väiksema tiirude arvuga turbiini ehitamisel kettad võimalikult suured. Kuid ei tohi unustada, et liiga suur ketas, millel on samuti kaks düüsi nagu väiksemalgi, kaotab palju võimsust «tühjalt» liikuvate labidakeste hõõrdumisel õhus. Töötavad ju ainult need labidakesed, millele langeb düüsist väljuv aurujuga.

Turbiini düüs peab omama väljapoole laienevat koonilist kanalit. Düüsi kitsama osa läbimõõt peab olema 0,5—1 mm, aga laiemal, välimisel osal 4,5—8 mm. Väikesest raudnaelast tehakse viiliga kooniline raudpulk, millel on düüsi kanali täpne kuju (joon. 141). Võtnud telefonijuhtmelt tükikese pliist toru — juhtme katet, asetatakse pulk selle õõnde ja taotakse puitvasaraga klotsil düüs nii välja, et toru sisemine osa omandaks raudpulga kuju. Võtnud pulga välja, lõigatakse düüsi ots viiliga viltuselt.

Pliist toru asemel võib võtta ka vasktoru, kuid seda tuleb enne põletada, et ta muutuks pehmemaks.

Turbiin asetatakse puitkattesse (joon. 142), mille ülemine pool tehakse lahtivõetavana. Düüsid asetatakse ava-



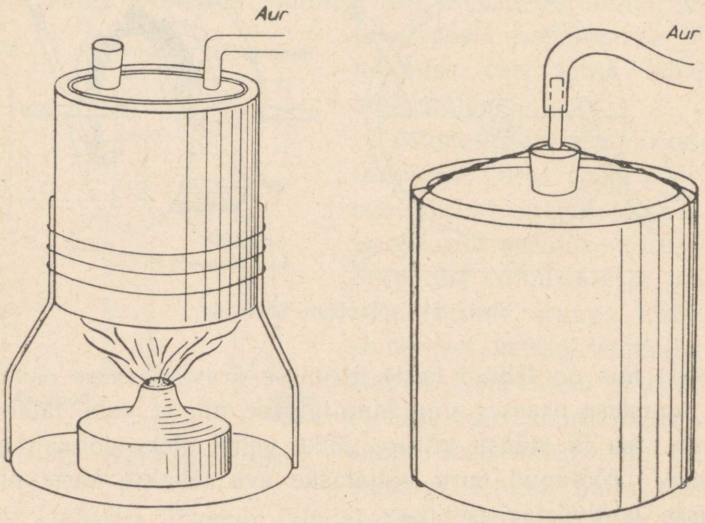
Joon. 142. Turbiini üldvaade.

desse, mis on tehtud katte ülemisse äravõetavasse osasse ja alumisse osasse, ning kinnitatakse nii, et vahe labidakeste rea ja düüsi viltuse lõike vahel oleks võimalikult väike. Töötanud auru väljalaske ava tehakse katte ülemisse lahtivõetavasse ossa.

6. Aurukatlad.

Aurumasinad ja -turbiinid saavad auru aurukateldest. Väikeste mudelite jaoks võib kasutada ükskõik millist plekkpurki. Õhukindlalt suletud purgi kaanesse tehakse kaks 5—8-mm läbimõõduga ava, milledest ühe külge joodetakse torujupp vee valamiseks katlasse ja teise külge toru, mis juhib auru masinasse (joon. 143). Päris lihtsates kateldes võib teha ainult ühe ava ja torukesi ei ole tarvis külge joota, vaid, täites katla veega, suletakse ava

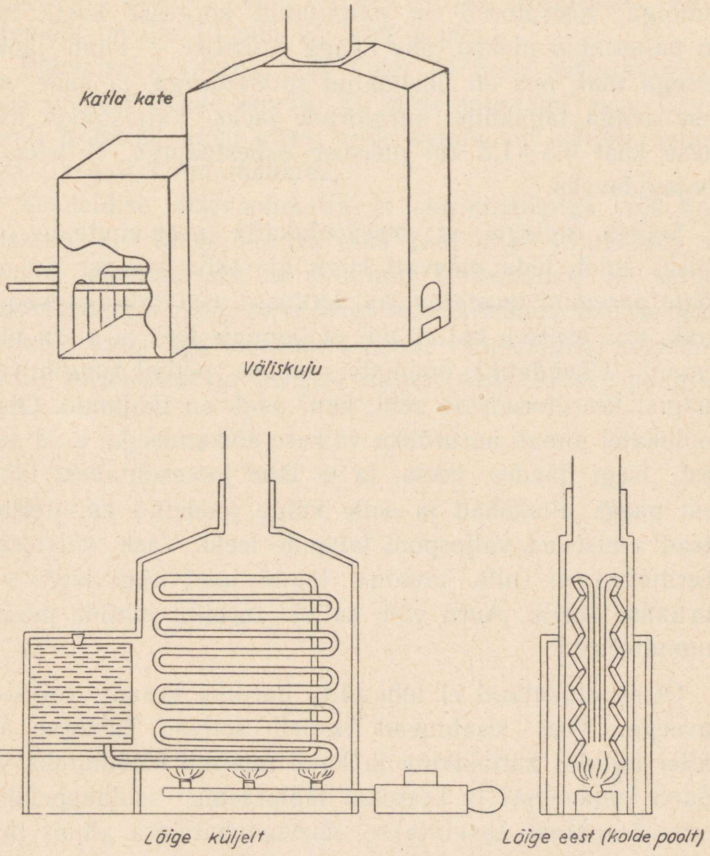
korgiga, millest on läbi pistetud toru, mis juhib auru masinasse. Katlad, millel on jootekohti, muutuvad tihti tarvitamiskõlbmatuteks. Niipea kui vesi on aurunud, läheb katel jootest lahti. Peale selle on niisugustes kateldes raske vett kiiresti keema ajada ja pealegi annavad nad vähe auru.



Joon. 143. Lihtsaim aurukatel.

Palju praktilisemad on katlad, mis koosnevad torudest. On olemas palju mitmesuguseid torukatlatüüpe. Kui katelt läbivad torud ja neid mööda liiguvad tuli ja kuumad gaasid koldest, siis nimetatakse niisugust katelt leektorukatlaks. Kui aga torudes on vesi ja torusid soojendatakse väljastpoolt, siis nimetatakse niisugust katelt veetorukatlaks. Uuemad kõrgrõhu-veetorukatlad tehakse otsevoolulised. Otsevooluliseks nimetatakse aurukatelt, mis koosneb pikast kruvitaoliselt keerutatud torust, mille alu-

misest otsast juhitakse vesi sisse ja ülemisest otsast saadakse auru.



Joon. 144. Kaherealise otsevoolukatla skeem.

Joonisel 144 on kujutatud turbiinsõjalaeva (eskaadri miinilaev, ristleja, liinilaev) kaherealise otsevoolukatla skeem.

Katel koosneb kahest ühesugusest keerdtorustikust, mida soojendatakse mitmetahilise petrooleumi-, õli- või piiritus-lambiga. Keerdtorud on paigutatud kõrgesse kasti, mis on painutatud plekist, ühe avaga eesküljel — lambi jaoks, teisega ülal, mis on ühendatud suitsutoruga, ja kahe väikese avaga tagaküljel aurutorude jaoks. Väljastpoolt kaetakse kast 0,5—1,5 cm paksuse asbestpapiga, et teha ta soojapidavaks.

Seoses sellega, et otsevoolukatla veemahutavus on väike, tuleb teda pidevalt kogu aja täita veega. See on kõige paremini teostatav, kui katlasse asetatakse isevoolupaak, mis asetseb katlas nii, et lampide leek ei ulatu otse temani. Ühendatud anumate seaduse põhjal tungib vesi paagist keerdtorudesse seni, kuni paak on tühjunud. Otsevoolukatel annab aururõhku väikese kõikumisega, kuid seeeest, isegi jäädes veeta, ta ei lähe jootekohtadest lahti, sest paagi liitekohad ja selle külge joodetud katlatorude otsad asetsevad väljaspool lampide leeki. Vask- või teraskeerdtorud ei sula tavalise lambi tulel isegi kogu vee aurumise korral. Auru võib katlast turbiini juhtida mööda kummitorusid.

Otsevoolukatlaid ei tohi täita hariliku kraani- või kaevuveega. Vees sisalduvad soolad setivad lühikese aja vältel torudes katlakivina ja katel muutub kõlbmatuks või nõuab kauaaegset ja keerukat läbipesemist soolhappelahusega. Seepärast kasutatakse otsevoolukateldes ainult destilleeritud vett või, halvemal juhul, vihmavett, mis on filtreeritud läbi kuivatuspaberi.

Seoses sellega, et silmapilkne auru tekkimine mõnedes katlatüüpides võib tekitada katla lõhkemise, tehakse tavaliselt selle vältimiseks kateldesse kaitseventiilid. Otsevoolukatla peentes torukestes on aga vähe vett, mille tõttu

plahvatust ei saa tekkida. Seepärast võib otsevoolukateldes läbi saada ilma kaitseventiilideta.

Ei ole soovitav teha keerdtorustikku torukestest, mille läbimõõt on üle 10 mm või alla 3 mm.

Põlemiseks vajalik õhk tuleb koldesse katte alumises osas olevate avade kaudu. Et mitte jahutada auru väljavoolu torukesi, tuleb avad, mille kaudu aur väljub, asbestiga tihedalt kinni mähkida.

Seadeldise otsevoolukatla ja auruturbiiniga võib valmistada nii kerge, et ta oma kaalult ja võimsuselt on kohane kasutamiseks mitte ainult laevamudeli või turboelektriveduri mudeli, vaid isegi lennukimudeli käitamiseks. Lennuki katel aga ehitatakse kaalu vähendamise otstarbel ainult torukestest ja kergest kattest ilma toiteveepaagita.



IV. ELEKTROTEHNIKA.

1. Elektrivoolu mõõtühikud.

Elektrivoolu mõõtmiseks kasutatakse kolme põhiühikut: volt, amper ja oom.

V o l t — elektrivoolu pinge mõõtühik, märgitakse harilikult tähega V.

A m p e r — voolutugevuse mõõtühik. Märgitakse tähega A.

O o m — juhtme takistuse mõõtühik. Märgitakse kreeka tähega Ω (oomega).

Elektrivoolu võimsust (N) mõõdetakse vattides (märgitakse tähega W). 1 vatt = 1 volt × 1 amper. Järelikult võrdub voolu võimsus (N) vattides voolu pingega (U) voltides korrutatud voolutugevusega (I) amprites [1]:

$$N = U\,I.$$

[1] Voolu tugevust, pinget, takistust ja võimsust märgitakse vastavalt tähtedega I, U, R ja N. Nende suuruste mõõtühikuid amprit,

Kui näiteks suur elektrilamp tarvitab 1000 vatti, aga pinge vooluvõrgus on 125 volti, siis juhtmeid läbib vool 8-amprise tugevusega. Arvestus on tehtud lähtudes valemist $N = UI$, kuid seda valemit on tarvitatud teises kombinatsioonis, kus otsitavaks suuruseks on voolutugevus, see on:

$$I = \frac{N}{U}.$$

Kui on vaja kindlaks määrata pinget, siis valem on järgmine:

$$U = \frac{N}{I}.$$

Praktikas arvestatakse voolu võimsust kilovattidega, mida märgitakse tähisega kW. 1 kilovatt võrdub 1000 vatiga.

Elektrienergia hulka mõõdetakse kilovatt-tundides. 1 kilovatt-tund võrdub energiahulgaga, mis kasutatakse 1 tunni jooksul võimsusega 1 kilovatt.

Elektrilamp võimsusega 50 vatti kasutab 1 kilovatt-tunni ära 20-tunnise põlemise korral, 500-vatine elektripliit aga kulutab 1 kilovatt-tunni 2-tunnise töötamise kestel.

Vee liikumist torustikus takistab veeosakeste hõõrdumine toru seinte vastu. Selline nähtus esineb ka juhtmetes. Mida avaram on toru, seda väiksem on takistus ja seda suurem on voolutugevus muutumatu surve puhul. Järelikult, mida suurem on takistus (mida kitsam on toru), seda väiksem on vee voolu tugevus. Sarnaselt sellega on elektrivoolu tugevus võrdeline pingega ja pöördvõrdeline juhtme takistusega. Märkides voolu tugevust tähega I,

volti, oomi ja vatti märgitakse vastavalt tähtedega A, V, Ω ja W. — Vast. toim.

pinget U ja takistust R, saame, samuti kui voolu võimsuse arvutamisel, kolm kombinatsiooni:

$$IR = U;\ I = \frac{U}{R};\ R = \frac{U}{I}.$$

Näiteks kui vooluvõrku on lülitatud elektripliit, mille traadi takistus on 20 oomi, siis läbib seda 120-voldise pinge puhul vooluttugevus:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{120}{20} = 6 \text{ amprit.}$$

Nüüd on kerge teada saada elektripliidi võimsust:

$$N = IU = 6 \times 120 = 720 \text{ vatti.}$$

Kõik metallid juhivad elektrivoolu, kuid parimaks juhiks peale hõbeda on punane vask, millel on kõige väiksem takistus.

Juhtmete arvestamiseks on vaja teada mitmesuguste metallide eritakistust. See on 1 m pikkuse ja 1-mm² ristlõikepinnaga juhtme takistus oomides. Tuleb meeles pidada, et temperatuuri tõusuga metallide eritakistus suureneb, söe ja grafiidi eritakistus aga väheneb.

Materjal	Eritakistus oomides	Materjal	Eritakistus oomides
Alumiinium	0,03	Plaatina	0,1
Raud	0,12	Elavhõbe	0,95
Konstantaan	0,49	Plii	0,21
Messing	0,07	Hõbe	0,016
Manganiin	0,42	Süsiharjad (kõvad)	40—60
Vask	0,017	Süsiharjad (pehmed)	0,05—0,3
Nikeliin	0,42	Süsielektroodid	70
Tina	0,12		

Koos voltide, amprite ja oomidega kasutatakse veel järgmisi elektri mõõtühikuid:

K u l o n — elektrihulk, mis läbib 1 sekundi vältel juhtme ristlõike, kui voolutugevus on 1 amper.

F a r a d — elektrimahtuvuse ühik. Kondensaatori mahtuvus on 1 farad, kui elektrilaeng 1 kulon tekitab plaatide vahel pinge 1 volt.

M e g o o m — miljon oomi.

M i k r o f a r a d — üks miljondik faradit.

P i k o f a r a d ehk mikromikrofarad — üks miljondik mikrofaradit.

Mahtuvuse ühik sentimeeter = 1,11 pikofaradit (1 pikofarad = 0,9 sentimeetrit).

M i l l i a m p e r — üks tuhandik amprit.

2. Alalis- ja vahelduvvool.

Tehnikas kasutatakse kaht vooluliiki: alalis- ja vahelduvvoolu.

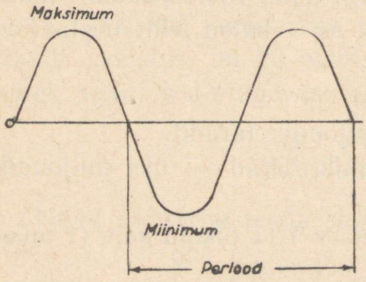
Alalisvooluks nimetatakse niisugust elektrivoolu, mis liigub juhtmes kogu aeg muutumatus suunas vooluallika positiivselt pooluselt (plusspoolus) negatiivsele poolusele (miinuspoolus) ehk, nagu lühidalt öeldakse, «plussilt» «miinusele» [1].

Vahelduvvooluks nimetatakse niisugust elektrivoolu, mille tugevus ja suund muutuvad pidevalt ja perioodiliselt. Voolu tugevus ja pinge muutuvad, suurenedes nullist maksimumini, seejärel aga vähenedes uuesti nullini, ja muutuvad samas järjekorras edasi nullist vastassuunas maksimumini ja sealt uuesti nullini.

---

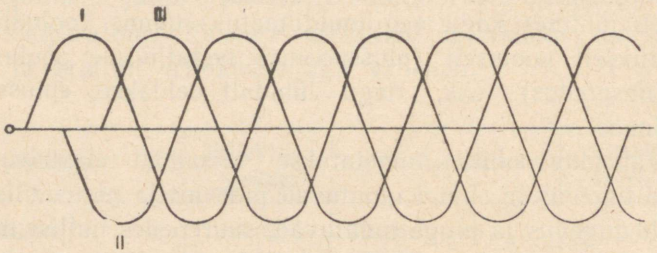
[1] Voolu suunaks välisjuhtmes peetakse kokkuleppeliselt suunda plusspooluselt miinuspoolusele. Tegelikult liiguvad elektrilaengukandjad elektronid just vastassuunas. — Vast. toim.

NSV Liidu elektrijaamade vahelduvvool muudab oma suunda 100 korda sekundis. Joonisel 145 on kujutatud sinusoid (kõver), mis näitab, kuidas muutub ühefaasine vahelduvvool, see on vool, mis tuleb jõujaamast üht juhet (faasi) pidi ja maandatakse või läheb tagasi jaama teist (null-) juhet pidi.



Joon. 145. Ühefaasise voolu graafik.

Voolu tugevuse muutumist nullist maksimumini, siis nullini, vastassuunalise maksimumini ja uuesti nullini nimetatakse voolu perioodiks. Et iga periood koosneb kahest voolu tugevuse täielikust muutumisest, siis võrdub perioodide arv sekundis viiekümnega. Seda arvu nimetatakse vahelduvvoolu sageduseks. Üht perioodi sekundis nimetatakse hertsiks. Tähendab, meie vahelduvvoolu sagedus on 50 hertsi.



Joon. 146. Kolmefaasise voolu graafik.

Praktikas antakse elektrijaamadest voolu tavaliselt kolme juhet pidi ja seda nimetatakse kolmefaasiseks vooluks. Kõik kolm faasi on täiesti ühesugused. Igas juhtmes liigub harilik ühefaasine vool, kuid maksimumide ja nulli

momendid on igas juhtmes nihutatud kolmandiku perioodi võrra kahe ülejäänud faasi suhtes (joon. 146).

Elektrivooluvõrkudes on tavaliselt 220- või 380-voldine pinge iga faasidepaari vahel.

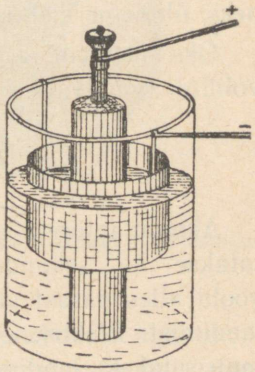
Igapäevaste tarvete jaoks liigub vool väga sageli mitte kahe faasi vahel, vaid faasilt nullile või maasse (maandamine) pingega 220 volti.

3. Galvaani elemendid.

Väikese võimsusega alalisvoolu saamiseks keemilisel viisil kasutatakse galvaani elemente.

Igasugune vedelikuga galvaani element kujutab enesest nõu, mis on täidetud elektrolüüdiga, s. o. keemilise ühendi vesilahusega, millesse on asetatud kaks elektroodi.

Leclanché element. Seda tüüpi elemendid on kõige enam levinud. Neid kasutatakse raadiopatareides, elektritaskulampides, mitmesugustes automaatseadeldistes ja signaliseerimisel.



Joon. 147. Leclanché elemendi üldvaade.

Lihtsaim Leclanché element (joon. 147) on klaaspurk, millesse on asetatud lai tsinkplekist silinder, keskele aga on paigutatud söe- (või ka grafiidi-) pulk, mis on ümbritsetud mangan-dioksüüdi ja grafiidi seguga. Silinder on üheks, söepulk teiseks elektroodiks.

Purki valatakse elektrolüüt (antud juhul salmiaagi vesilahus).

Kui koostada välisahel nii, et tsinksilinder, mis on negatiivseks (miinus-) elektroodiks, ühendada söega, mis

on positiivseks (pluss-) elektroodiks, siis liigub vool selles välisjuhtmes söelt tsingile.

Elemendi töötamise ajal lahustub negatiivne elektrood pidevalt elektrolüüdis.

Palju mugavam on kasutada kuivelemente, millest elektrolüüt ei voola välja, isegi mitte siis, kui purustada purk või kate. See saavutatakse sellega, et elektrolüüdis lahustatakse želatiini või tärklist, mis muudab selle tarretunud massiks, või elektrolüüti segatakse saepuru, paberimassi, kipsi, liiva või teisi selliseid aineid, mis imevad enesesse elektrolüüti, kuid ei astu sellega keemilisesse reaktsiooni.

Kuivelemendi väline nõu tehakse tavaliselt tsingist ja ta on ühtlasi negatiivseks elektroodiks. Olenevalt elemendi suurusest võetakse tsink niisuguse paksusega, et nõu laguneks ühtaegu elektrolüüdi nõrgenemisega.

Üks element annab pinget 1,5 voldist (uus) kuni 1 voldini (vana).

4. Akumulaatorid.

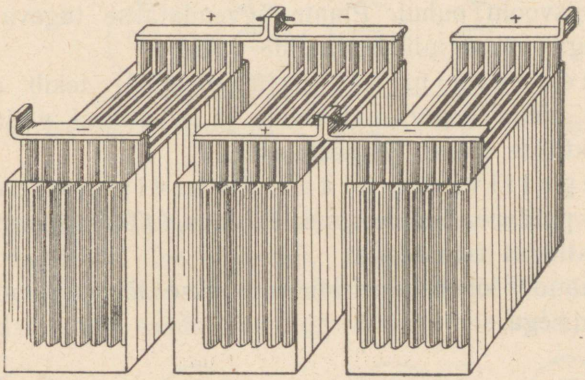
Akumulaatoreid ehk lühidalt akusid (joon. 148) nimetatakse ka sekundaarelementideks, sest nendest saame voolu alles pärast vastavat elektrivoolu läbijuhtimist, s. o. laadimist. Elektrienergia kogutakse akumulaatorisse (akumuleeritakse) laadimise teel ja kulutatakse voolu võtmisel.

Kõige sagedamini kasutatakse plii-akumulaatoreid. Tselluloidist või klaasist purki on paigutatud positiivsed plaadid puhtast pliist. Et suurendada plaadi pinda 7—8 korda või veel enam, tehakse nende pinnale hulk vaokesi, milles on pliioksüüd.

Negatiivsed pliist plaadid omavad sageli sõrestiku kuju, milles on pliisilu mass.

Positiivsed ja negatiivsed plaadid asetatakse purki mõnemillimeetriste vahedega selliselt, et äärmised plaadid on alati negatiivsed. Ühenimelised plaadid joodetakse pliijoodisega väljaspool asetsevate pliist lintide külge ja viimaste peale tehakse pooluste märgid (+ ja —).

Akumulaatori töötamine põhineb sellel, et plaatide ja akumulaatorisse valatud lahjendatud väävelhappe vahel toimub keemiline reaktsioon. Laadimisel moodustub posi-



Joon. 148. Kolmest akumulaatorist koosneva patarei järjestikkuühenduse skeem.

tiivsetel plaatidel pliiülihapend, negatiivsetel aga urbne plii. Kui akumulaator tühjeneb, muutuvad mõlemad ained pliisulfaadiks.

Akumulaatorites tarvitatakse erilist puhast akumulaatori väävelhapet ilma mingisuguste lisanditeta. Happe lahjendamiseks kasutatakse ainult destilleeritud vett või äärmisel juhul hästi selitatud ja filtreeritud vihmavett.

Akumulaatorite täitmiseks kasutatava happe erikaal peab olema 1,18. Akumulaatori täielikul laadimisel tõuseb see 1,20-ni ja langeb tühjenemisel 1,15-ni. Akumulaatori

laadimisastet määratakse elektrolüüdi erikaalu ja klemmide pinge järgi. Laaditud ja korras akumulaatoril võrdub klemmide pinge 2,05 voldiga ja tühjal 1,75 voldiga. Akumulaatorit tühjaks laadida alla viimast pinget on kahjulik. Tõsisemad akumulaatorite rikked on järgmised:

Aktiivmassi väljalangemine plaatidest tekib ülelaadimisel ja laadimisel liiga tugeva vooluga, millega kaasneb elektrolüüdi tugev pulbitsemine.

Plaatide kõverdumine tekib liiga tugeva tühjendamisvoolu puhul. Plaate õgvendatakse tugeva pigistamisega eriliste pliist plaatide vahel.

Endapurgimine (isetühjenemine) tekib akumulaatori põhja kogunenud setete ja plaatidest väljalangenud aktiivse massi tükikeste tõttu.

Negatiivsete plaatide kivistumine tekib nende pindade oksüdeerumisel õhus. Oksüüdikorra võib ettevaatlikult eemaldada.

Plaatide lõhenemine kõrvaldatakse lõhede jootmisega pliijoodisega.

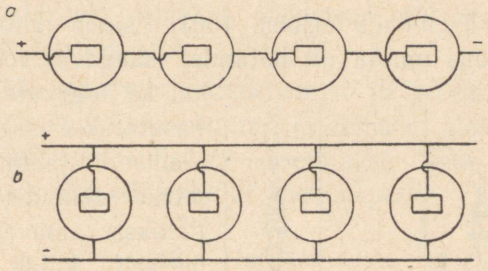
5. Ühendus- ja lülitusviisid.

Et muuta mitmest galvaani elemendist või akumulaatorist koosnevast patareist saadava voolu tugevust või pinget, on nende ühendamiseks rühmadesse kolm viisi:

Järjestikku-ühendus. Kui on vaja suurendada pinget (voltaaži), siis ühendatakse mitu elementi järjestikku. Esimese elemendi pluss ühendatakse teise elemendi miinusega, teise elemendi pluss kolmanda elemendi miinusega jne. (joon. 149*a*). Järjestikku-ühenduse puhul võrdub pinge patarei kõikide üksikelementide pingete summaga, see on 10 Leclanché elementi annavad peaaegu 15-voldise pinge, 10 akumulaatorit aga 20-voldise pinge.

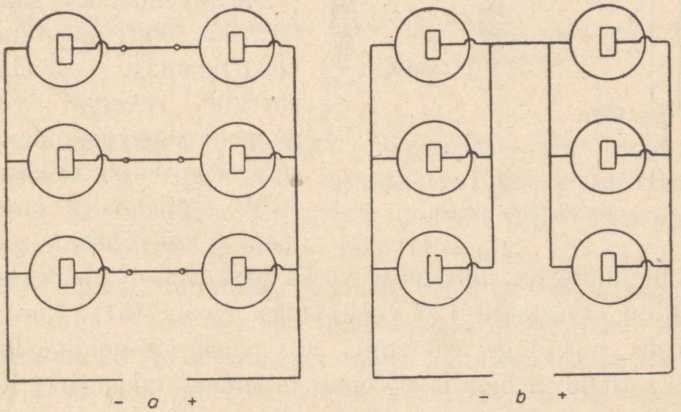
Taskulambipatareis on järjestikku ühendatud kolm elementi, mis omavahel on eraldatud pappvaheseintega.

Paralleelühendust (joon. 149*b*) kasutatakse siis, kui on vaja suurendada voolu tugevust, muutmata



Joon. 149. Elementide ühendamine patareiks: *a* — järjestikku, *b* — paralleelselt.

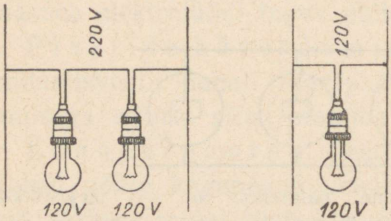
voolu pinget. Kahe elemendi paralleelselt ühendamine annab tegelikult ühe elemendi, mis asetseb kahes lahusolevas nõus, kuid suurendatud elektroodide pinnaga. Tähendab, et saada voolutugevust (amperaaži), mida



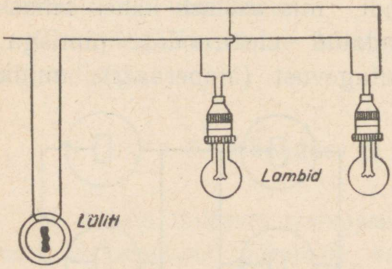
Joon. 150. Kaks segaühendussüsteemi: *a* — järjestikku-paralleelselt, *b* — paralleelselt-järjestikku.

saab anda üks suur element, on vaja ühendada paralleelselt nii mitu väikest elementi, et nende elektroodide üldine pind oleks võrdne suure elemendi elektroodide pinnaga.

S e g a ü h e n d u s (joon. 150). Esineb juhtumeid, kus tekib vajadus muuta nii patareist saadava voolu pinget kui ka tugevust. Sel juhul kasutatakse segaühendust. Elemendid jaotatakse võrdseteks rühmadeks ja ühendatakse omavahel paralleelselt, kuid neid võib ühendada ka nii, nagu on näidatud joonisel 150*b*. Seejuures jäävad voolutugevus ja pinge samaks nagu esimesel juhul.



Joon. 151. Lampide ühendamine vooluvõrguga.



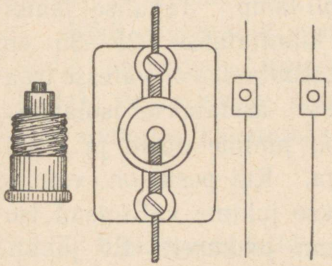
Joon. 152. Lüliti vooluvõrguga ühendamise skeem.

Kirjeldatud ühendussüsteeme rakendatakse samuti ka siis, kui kasutatakse elektrijaamast saadavat energiat. Reeglid voolu pinge ja tugevuse muutmiseks elektrienergiat kasutavates seadeldistes on samad. 120-voldise pinge puhul juhtmetes lülitatakse võrku paralleelselt elektrilamp, mis on arvestatud 120 voldi jaoks (joon. 151). Kui aga võrgus on pinge 220 volti, siis põleb 120-voldine lamp läbi. Selle hõõgniit ei oma küllaldast takistust. Kuid kaks sama võimsusega 120-voldist lampi, mis on lülitatud järjestikku, asendavad ühe 220-voldise lambi. Tram-

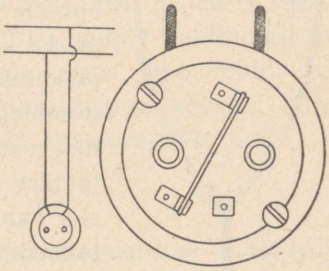
mides on voolu pinge 600 volti ja 120-voldised lambid lülitatakse võrku järjestikku 5-lambiste rühmadena.

Lülitid ühendatakse lampidega alati järjestikku (joon. 152). Kui me, pöörates lüliti nuppu, katkestame ahela (voolu tee), lakkab elektrivool liikumast mööda juhtmeid ja lamp kustub.

Et vältida juhtmete kuumenemist ja põlemasüttimist, mida põhjustavad ülekoormatus ja lühised elektrijuhtmetes või elektriseadeldistes, asetatakse igale juhtmele temaga järjestikku ühendatud kaitsmepesa (joon. 153),



Joon. 153. Kaitsmepesa kaitsekorgiga.



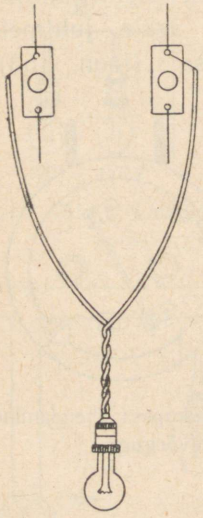
Joon. 154. Pistikupesa ühendamine vooluvõrguga.

millesse keeratakse kaitsekork. Kaitsekorgi sees on peenike traat, mis on kõige nõrgemaks lüliks elektrivoolu ahelas. Kui vooluahel on ülekoormatud, sulab traadike, vool ahelas katkeb ja avarii jääb tulemata.

Pistikupesa lülitatakse vooluvõrgu juhtmetesse paralleelselt, aga kaitsetraadike pistikupesas järjestikku ühe tema kontakti ja ühe võrgust tuleva juhtmega (joon. 154). Kui pistiku abil lülitada võrku seadeldis, milles tekkis lühis, siis kaitsetraadike pistikupesas sulab ja vool ahelas katkeb.

6. Võrgu rikete kõrvaldamine.

Suurem osa rikkeid ja vigastusi elektrivõrgus tekib ülekoormatusest, niiskusest, isolatsiooni riketest ja puudulikest ühendustest juhtmetes ja armatuurides. Kui näiteks pistik ei asetse küllalt kindlalt pesas, võib ühenduskoht nii tugevasti kuumeneda, et sellest süttivad juhtmed ja pesa. Logisema hakanud lüliti võib samuti väga tugevasti kuumeneda ja isegi õige väikese koormuse juures.



Joon. 155. Kaitsmete kontrollimine.

Et leida riket võrgus, on vaja teha enesele kontroll-lamp. Tavalise lambipesa külge kinnitatakse 25—35 cm pikkune juhe. Lambipesas olevatesse traadihoidepesadesse asetatakse isolatsioonist vabastatud juhtme otsad ja kinnitatakse kruviga. Kui pesa on valmis, siis vabastatakse juhtme välisotsad isolatsioonist 2 cm pikkuselt. Et juhtme kate ei libiseks kohalt ära ja ei hakkaks narmendama, kinnitatakse kate paljaste otste juures isoleerpaelaga. Pessa kruvitakse 25—40-vatine lamp.

Igal kaitsmel on olemas ülemised ja alumised klemmid juhtmete kinnitamiseks. Puudutame kontroll-lambi juhtme otstega kaitsme ülemisi klemme (joon. 155). Kui lamp põleb, tähendab see, et vool välisvõrgust tuleb korteri jaotuskilbile. Eemaldamata üht kontroll-lambi juhtme otsa vasaku kaitsme klemmilt, puudutame teise otsaga parempoolse kaitsme alumist klemmi. Kui lamp põleb, tähendab see, et parempoolne kaitse on korras. Viies kontroll-lambi juhtme ühe otsa parempoolse kaitsme

ülemisele klemmile, teise aga vasakpoolsele alumisele, kontrollime vasaku kaitsme korrasolekut. Kui lamp ei põle, tuleb kaitsekork välja kruvida ja asendada uuega või siis joota korki uus traat läbipõlenud traadi asemele.

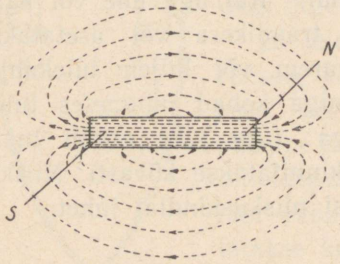
Peale korteri kaitsmete võivad kaitsmed läbi põleda ka maja kaitsmekarbis. Nende korrasolekut kontrollitakse samal viisil ja kordaseadmine toimub samuti. Tavalise juhtme ühekordset traadikiudu kasutatakse 5-amprise koormuse puhul, see on kuni 600 vatti 120 voldi puhul või kuni 1100 vatti 220 voldi puhul. Kui aga ühe või kahe kiu asemel tehakse vormitu traadikera või asetatakse pessa metallese, siis tekib varem või hiljem tulekahju.

Kõik vigastatud isolatsiooniga kohad juhtmetes tuleb kohe parandada isoleerpaelaga (iga juhe eraldi mähkida). Armatuuride klemmid kinnitatakse kõvasti. Niisketes kohtades kasutatakse erilist niiskuskindlat juhet.

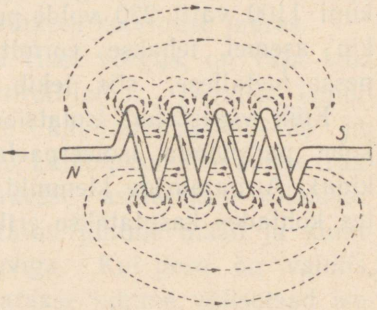
7. Elektromagnetid ja elektromagnetiline induktsioon.

Püsivaks magnetiks nimetatakse kõva terast, mis tõmbab külge rauda, terast, malmi, niklit ja mõningaid sulandeid. Magnetilised omadused säilivad kauemini ainult kõvas terases. Pehme raud lakkab kiiresti olemast magnet. Paljud arvavad, et teras võib omandada magneti omadused, kui teda hõõruda magnetiga. Tegelikult toimub magneetimine teisiti. Et terasel tekiksid magnetilised omadused, peab ta mõnda aega asuma magnetväljas, mis ümbritseb iga magnetit. Magnetväljaks nimetatakse piirkonda, kus magnet märgatavalt mõjub rauale või teisele magnetile. Tavaline, pulgakujuline magnet tõmbab rauda kõige tugevamini külge otstes, mida nimetatakse poolusteks. Kui riputada niisugune magnet niidi otsa, nii

et ta saab vabalt pöörelda horisontaalpinnas, siis võtab ta põhja-lõuna suuna. Otsa, mis näitab põhja poole, nimetatakse magneti põhjapooluseks ja tähistatakse tähega N; vastaspoolset otsa nimetatakse lõunapooluseks ja tähistatakse tähega S. Kui katame magneti paberiga ja raputame paberile rauapuru, siis näeme, et viimane koondub pooluseid ühendavaiks joonteks. Need jooned kujutavad magneti tungjooni, mille alguseks peame N-poolust ja



Joon. 156. Tungjoonte suund magnetis.



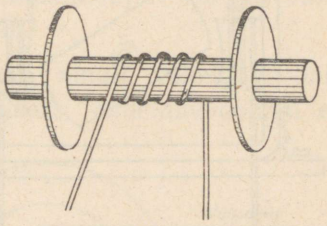
Joon. 157. Solenoid.

lõpuks S-poolust (joon. 156). Tungjooni on tihedamalt seal, kus magneti mõju on tugevam.

Kui kruvina mähitud isoleeritud traadist lasta läbi elektrivool, siis selle ümber tekib magnetväli (joon. 157). Niisugust mähist nimetatakse solenoidiks. Ajal, mil vool on sisse lülitatud, püüab solenoid enesesse tõmmata raudesemeid. Seda solenoidide omadust kasutatakse laialdaselt tehnikas.

Raudsüdamiku asetamine solenoidi suurendab tugevasti tema magnetilisi omadusi, sest et südamikus toimub tungjoonte tihenemine. Papist pooli sellele keritud isoleertraadist mähisega ja pooli asetatud raudvarvaga —

südamikuga — nimetatakse elektromagnetiks (joon. 158). Mida suurem on mähist läbiva voolu tugevus ja mida rohkem on mähitud traadikeerdusid, seda tugevam on elektromagnet. Kui südamik on tehtud väga pehmest rauast, siis kaotab ta peale voolu väljalülitamist magnetilised omadused. Kui aga pooli asetada karastatud terasest varb, siis muutub ta püsivmagnetiks. Sel teel on võimalik ise valmistada magneteid ja uuesti magneetida magnetilised omadused kaotanud magneteid. Tuleb aga meeles pidada, et magneetimist võib teostada ainult alalisvooluga. Vahelduvvoolu puhul muutuvad meie varva poolused 100 korda sekundis ja ei jõua magneetuda.



Joon. 158. Elektromagnet.

Juhtme liikumine magnetväljas kutsub juhtmes esile elektrivoolu. Voolu võib saada ka liikumatutes juhtmetes, kasutades näiteks elektromagnetit, mille tugevust võib muuta. Sellist voolu tekkimist nimetatakse elektromagnetiliseks induktsiooniks.

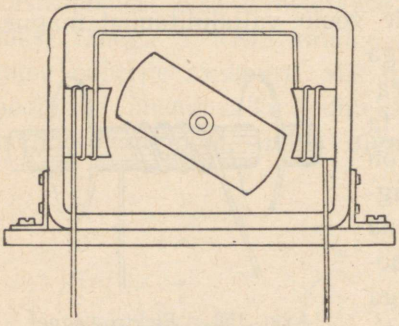
8. Elektrigeneraatorid ja -mootorid.

Elektrivoolu saamiseks kasutatakse masinaid, mida nimetatakse elektrigeneraatoriteks ehk dünamoteks.

Lihtsaim elektrivoolu generaator koosneb keerlevast kahepooluselisest magnetist — ankrust — ja kahest liikumatust isoleeritud traadist mähisega poolist (joon. 159).

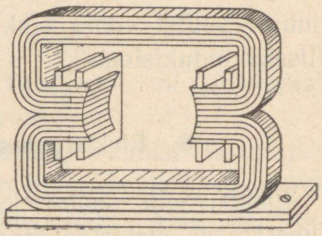
Ankru kiirel pöörlemisel, mis saavutatakse mõne mootori abil, tekib poolide juures muutuv magnetväli ja poolide mähises elektrivool. Poolid on omavahel ühendatud

järjestikku, ja vool juhitakse nende mähiste vabade otste kaudu välja valgustamiseks või teisteks vajadusteks. Selle põhimõtte järgi valmistatakse näiteks väikesi dünamomasinaid jalgratastele, taskulampidele ja omaehitatud elektrijaamadele.



Joon. 159. Lihtsaim generaator.

Väikese lihtsa generaatori poolidele võetakse 0,2- kuni 1,2-mm läbimõõduga traat. Mida suurem on generaatori võimsus, seda jämedam tuleb võtta mähise traat võrdse voolupinge (voltaaži) ja mähisetraadi võrdse pikkuse juures. Igale poolile mähitakse 120—150 traadikeerdu. Mida suurem on keerdude arv poolil ja mida kiirem on ankru pöörlemine, seda kõrgem on ka voolu pinge. Mida jämedam on traat ja mida massiivsemad on poolide südamikud ja ankru poolused, seda suurem on voolutugevus (amperaaž).



Joon. 160. Generaatori kere.

Generaatori poolid valmistatakse õhukesest tugevast papist. Südamikud koos magnetvälja haaravate iketega (mis on ühtlasi ka korpuse aluseks) valmistatakse painutatud plekiribadest (joon. 160). Ike mähitakse niidiga ja lakitakse.

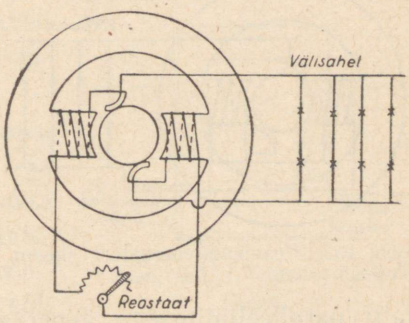
Generaatori ankru võib valmistada suurest lapikust viilist. Viili hõõgutatakse töötlemise kergendamiseks.

Temast lõigatakse vajaliku suurusega tükk, millesse puuritakse auk võlli jaoks ja millele antakse viilimisega või mirgelkäial käiamisega nõutav kuju. Pärast seda kuumendatakse ankrut ja karastatakse ilma külma vette kastmata.

Ankru magneetimine toimub akumulaatori või galvaani elementide vooluga solenoidi abil.

Lihtsaim dünamomasin annab ainult vahelduvvoolu, mis on kõlblik ainult valgustamiseks. Vahelduvvooluga ei tohi laadida akumulaatoreid, samuti ei tohi seda kasutada galvaanilistele vannidele.

Alalisvoolugeneraatori valmistamine on palju keerulisem. Vajaduse korral laadida akumulaatoreid tuule- või veeelektrijaamas on seepärast parem muretseda juba auto- või traktoridünamo.



Joon. 161. Haruvoolugeneraatori skeem.

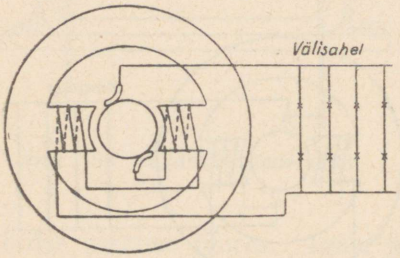
Alalisvooludünamos on raudankrul elektromagnetid mähistega. Vool läheb mähistesse läbi kollektori, mis on kokku pandud vaskplaadikestest. Need plaadikesed on üksteisest eraldatud isolatsioonikihiga. Kollektorilt kogutakse vool selle pinda mööda libisevate harjadega — erilise söe tükikestega. Kollektorit puhastatakse aeg-ajalt ja lihvitakse peene klaasipaberiga, et vältida tugevat sädelemist ja harjade põlemist.

Mähiste lülitusviisi järgi on väiksemad alalisvoolugeneraatorid kolme tüüpi:

Haruvoolugeneraatorid (šuntmähisega). Ankru ja paigalseisvate elektromagnetite mähised nendes generaatorites lülitatakse omavahel paralleelselt (joonis 161).

Peavoolugeneraatorid (seeriageneraatorid). Nendes masinates on ankur ja paigalseisvad elektromagnetid lülitatud järjestikku (joon. 162).

Kompaundgeneraatorid. Nendes masinates mähitakse paigalseisvate elektromagnetite poolustele kaks mähist teineteise peale: üks neist on ühendatud ankruga paralleelselt, teine aga järjestikku.



Joon. 162. Peavoolugeneraatori skeem.

Iga alalisvoolugeneraator võib, saades voolu väljastpoolt, töötada elektrimootorina. Mootorina töötavat generaatorit nimetatakse vastavalt: paralleellülitusega generaatorit — haruvoolumootoriks, järjestikku-lülitusega generaatorit — peavoolumootoriks ja segalülitusega generaatorit — kompaundmootoriks.

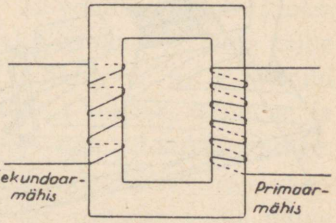
Haruvoolumootorid töötavad püsiva pööretearvuga. Peavoolumootorid püsivat pööretearvu ei oma, kuid säilitavad ka kõige väiksema pööretearvu korral suure võimsuse ja omandavad selle käitamise momendist alates. Seepärast kasutatakse trammides, elektrirongides, elektritõstemasinatel ja vintsidel peavoolumootoreid. Neid mootoreid ei tohi lasta käia tühjalt. Nende pöörlemiskiirus tühikäigul võib kasvada, kuni ankur tsentrifugaaltungi mõjul viimaks puruneb tükkideks.

Kompaundmootorid ühendavad eneses tunduval määral haru- ja peavoolumootorite väärtuslikke omadusi. Nad

püüavad säilitada ühtlast pööretearvu, kuid suure koormuse puhul, mis vähendab pöörlemiskiirust, säilitavad siiski võimsuse.

9. Transformaatorid.

Valgustusvõrgust mudelite ja aparaatide käitamiseks saadav elektrivool ei ole alati kõlblik. Ta omab liiga kõrget pinget, mis võrdub 120 või 220 voldiga. Et vähendada vahelduvvoolu pinget mõne voldi peale, kasutatakse seadiseid, mis kannavad transformaatori ehk trafo nimetust.



Joon. 163. Transformaatori skeem.

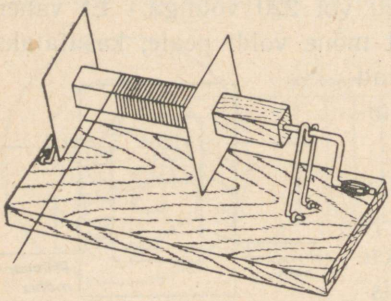
Kui muuta raudsüdamiku magnetvälja tugevust ja suunda, siis indutseeritakse sellele asetatud pooli mähistes elektrivool. Sellele põhimõttele on rajatud kõikide transformaatorite ehitus. Transformaatorid võivad töötada ainult vahelduvvooluga, sest et ainult selline vool saab luua elektromagneti südamikus vahelduva magnetvälja.

Iga transformaator on oma olemuselt harilik elektromagnet, millel peale põhi- (primaar-) mähise on veel lisa- (sekundaar-) mähis (joon. 163). Primaarmähist läbiv valgustusvõrgust tulev vool loob raudsüdamikus ja selle ümber vahelduva magnetvälja sagedusega 50 hertsi. Sekundaarmähises, mis asetseb vahelduvas magnetväljas, tekib elektrivool samuti sagedusega 50 hertsi.

Transformaatori arvestusreegel on väga lihtne. Kui mitu korda tahame vähendada voolu pinget, niisama palju

kordi peab sekundaarmähisel olema vähem keerdusid kui primaarmähisel.

Transformaatorit ei ole raske ise valmistada. Täisnurksel puitalusel ristlõikega 3×2,5 cm vormitakse tugev papist pool pikkusega 8 cm ja kleebitakse selle otstesse paled, mille suurus on 10×10 cm. Aluse otstesse lüüakse kaks peenikest naela ja üks neist painutatakse vändataoliselt kõveraks. Pärast seda asetatakse pool kerimiseks traadist tugedele (joon. 164), parema käega pööratakse pooli «vändast», vasakuga aga juhitakse mähitavat traati. Traadi ots tuuakse välja pales oleva väikese ava kaudu. Primaarmähist mähitakse poolile üldse 900 keerdu [1], kusjuures traat peab olema läbimõõduga 0,25 mm ja omama head kahekordset puuvillast või siidist isolatsiooni (ПБД, ПШД). Primaarmähise iga viie kihi järel pannakse vahele õhuke parafiinpaber. See kaitseb mähist isolatsiooni «läbilöömiste» eest.



Joon. 164. Transformaatori pooli mähkimine.

Kui primaarmähis on valmis, siis mähitakse sellele sekundaarmähis. Mudelitele ja väiksematele seadistele kasutatakse tavaliselt 4-, 8- ja 12-voldist pinget. Kui val-

---

[1] Eesti NSV-s kasutatava vahelduvvoolu pinge on enamikus 220 V. Trafo arvutus on tehtud 120-V primaarpingele. 220-V pingega võrku lülitamiseks tuleb primaarmähise keerdude arvu vastavalt suurendada ja mähkida $\frac{220}{120} \cdot 900 = 1650$ keerdu. — Vast. toim.

gustusvõrgu vool on 120-voldise pingega, siis tuleb seda vastavalt vähendada 30, 15 ja 10 korda. Niisama palju kordi tuleb vähendada ka sekundaarmähise keerdude arvu, tähendab, neid läheb vaja 30, 60 ja 90 keerdu. Praktiliselt tuleb omavalmistatud transformaatorites anda sekundaarmähises veidi rohkem keerdusid, kui on nõutav arvestuse alusel. Seepärast on parem, kui mähkida vastavalt 40, 80 ja 120 keerdu. Mähkinud poolile 40 keerdu, viiakse välja pikk silmus 4 voldi jaoks ja jätkatakse mähkimist. Jõudes 80 keeruni, tehakse samasugune silmus 8 voldi jaoks, aga 120 keeru ots läheb 12-voldise pinge jaoks. Sekundaarmähise esimene ots, kaks silmust ja tema teine ots viiakse välja transformaatori puitalusele nelja klemmi alla. Esimene ja teine klemm annavad 4-voldise, esimene ja kolmas 8-voldise, esimene ja neljas aga 12-voldise pinge.

Sekundaarmähis tehakse jämedast traadist, mille läbimõõt on 1,2 mm. Nii mitu korda kui vähenes voolu pinge sekundaarmähises, niisama palju kordi suurenes tema voolu tugevus. Peenike traat ei kannata sellist voolutugevust välja, vaid kuumeneb ja isolatsioon hävib.

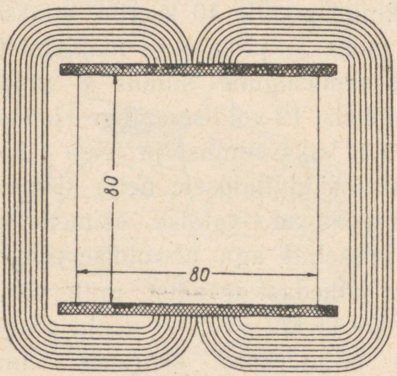
Südamiku valmistamiseks kasutatakse õhukest katuseplekki. Lõigates 90—100 plekiribakest laiusega 3 cm ja pikkusega 30 cm, seotakse need traadiga kimpu ja hõõgutatakse, kuumutades neid ahjus, punase värvuseni. Hõõgutatud rauda on kergem painutada. Peale selle magneetub südamik palju paremini ja transformaator kaotab vähem energiat kasutuks kuumenemiseks, mis võib tõusta õige kõrgele, kui südamik on tehtud terasest või massiivsest hõõgutamata rauast.

Võttes poolist välja puitsüdamiku, asetatakse pooli plekiribade kimbuke — südamik — nii, et pleki otsad ulatuksid poolist välja mitmesugustes pikkustes. Siis ei lange ümber pooli painutatud raua ühenduskohad ühte

(joon. 165). See kergendab kokkupanekut ja parandab magnetvälja töötamist. Painutatud ribakesed tuleb kõvasti kokku pigistada ja tugevasti siduda niidiga.

Primaarmähise otsad ühendatakse aluse külge kinnitatud kahe klemmiga, mida saab pistikseadise abil lülitada valgustusvoolu võrku.

Kui transformaator on lülitatud vooluvõrku ilma koormuseta, siis ta soojeneb õige vähe. Kasutades transformaatori voolu mudeli käitamiseks või töötamiseks mõne aparaadiga, soojeneb transformaator veidi tugevamini. Kui transformaator koormuse all kuumeneb nii tugevasti, et on võimatu hoida kätt mähisel ja südamikul, tuleb koormust vähendada. Koormusega sisselülitamisel ülekuumeneb ainult hooletult valmistatud või riketega transformaator.



Joon. 165. Südamiku konstruktsioon.

10. Voolu soojuslik toime. Reostaadid.

Iga juhe kuumeneb teda läbiva voolu mõjul. Seda juhtme omadust kasutatakse mitmesuguste soojendusriistade valmistamiseks. Samuti kasutatakse seda omadust ka sulavkaitsmete valmistamiseks. Kui elektrivõrku läbib liiga tugev vool, sulab kaitsme peenike traat läbi.

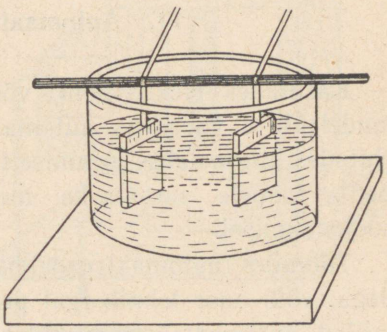
Et soojendada 1 l vett 1° võrra, selleks kulub 1 kilokalor (suur kalor) soojust. Ühes kilokaloris on tuhat väikest kalorit.

Lenz-Joule'i seaduse järgi on soojuse hulk, mis tekib juhtmes voolu läbimisel,

$$Q = 0{,}24 \cdot I^2 Rt.$$

Selles valemis on Q — juhtmes voolu läbimisel tekkiv soojuse hulk väikestes kalorites; I — voolu tugevus amprites; R — juhtme takistus oomides; t — voolu kestus sekundites.

Et teada saada soojuse hulka kilokalorites, tuleb peale arvutust saadud arv jagada tuhandega. Kasutades seda valemit, võib nõutava soojusehulga alusel määrata, missuguse võimsusega tuleb ehitada soojendusaparaat.



Joon. 166. Vesireostaat.

Mõned lahused juhivad elektrivoolu, soojenedes seejuures. Kasutades lahuste juhtivust, tehakse voolu reguleerimiseks vedelikuga seadiseid — nn. vesireostaate. Väikese reostaadi töötamiseks elektrifiitseeritud mudelitega võib valmistada teeklaasist. Klaasi servadele asetatakse klaaskepike või -toruke, mille külge on riputatud kaks metallplaadikest, mis on varustatud neist väljuvate juhtmetega. Klaasi valatakse vett, millele juhtivuse suurendamiseks on lisatud veidi keedusoola. Kui vette asetatud plaadikesi teineteisest mööda klaaspulka eemaldada, suureneb reostaadi takistus, kui aga lähendada, siis väheneb. Selline reostaat (joon. 166) lülitatakse elektrivoolu ahelasse järjestikku. Keskmiste ja suurte võimsuste jaoks valmistatakse reostaat tavaliselt metalltraatidest, kuid töö-

tamiseks väikeste mudelitega on täiesti küllalt vesireostaadist[1].

Kui vesireostaat koormuse all töötades tugevasti kuumeneb, tuleb võtta veidi laiem nõu ja suurema pinnaga plaadid. Sellega väheneb koormus plaatide pinna 1 cm²-le.

Vesireostaadi põhimõttel valmistatakse aparaate vee soojendamiseks. Seejuures kasutatakse suurepinnalisi alumiiniumplaate. Raudplaadid teevad vee mustaks, vaskplaadid aga mürgiseks.

11. Automaatseadeldised.

Kasutades elektrivoolu, võib luua palju automaatide mudeleid ja ka päris automaate. Kõiki neid automaate ehitades tuginetakse peamiselt solenoidide ja elektromagnetite toimele, samuti ka metallide omadusele paisuda soojendamisel.

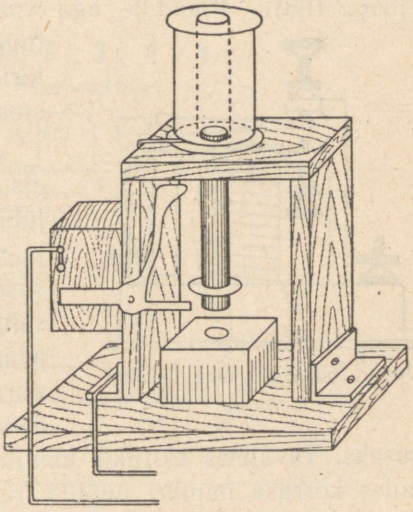
Tutvudes automaatseadeldiste töötamise põhiprintsiipidega, võib noor tehnik igal praktilisel juhul ise otsustada, millist automaatsüsteemi tuleb temal rakendada.

Seadis solenoidiga. Lihtsa automaadi näitlikuks seadiseks on solenoidvasar (joon. 167), millega on hõlpus teostada väiksemate detailide neetimist, väiksemaid vermimistöid jne.

Ümmargune raudvarb liigub vabalt toendile kinnitatud solenoidis. Solenoidi pooli ava kulumise vältimiseks asetatakse sellesse õhukesest messingplekist kokkukeeratud torukene. Varva alumise otsa alla paigutatakse väike alasi. Kui vool sisse lülitada, siis tõmbub varb solenoidi

[1] NB! Töötamine valgustusvoolu võrgust saadava vooluga nõuab erilist ettevaatust, sest isoleerimata juhtmete puudutamine on elukardetav. — Vast. toim.

ja tõuseb alasi kohale. Voolu väljalülitamisel varb langeb ja lööb alasi või sellele asetatud eseme pihta. Voolu iga vasaralöögi juures sisse ja välja lülitada ei ole tarvis. Las selle töö teeb vasar ise. Siis on löögid tihedamad, täpsemad ja ühtlasema tugevusega. Metallplaadist või traadist teeme kolmeharalise kangi — ümberlüliti — ja kinnitame selle šarniirselt vasara vasakpoolse toendi külge. Kangi haru hakkab ise voolu sisse ja välja lülitama, kui ta satub lauakese külge kinnitatud kontaktile ja eemaldub sellest, vastavalt vasara liikumisele.

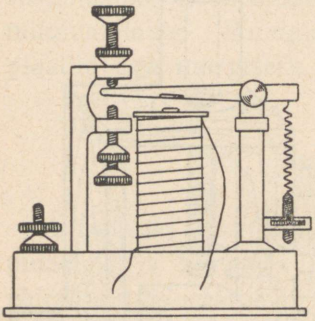


Joon. 167. Solenoidvasar.

Solenoid-automaatvasar töötab väga kiiresti. Kui teda kohandada mitte «sepatöödeks», vaid elekterkõlisti jaoks, annab ta küll vähem sagedaid võnkeid kui vasarake tavalises kõlistis, kuid heliseb seejuures palju tugevamini.

Nagu näeme, võib solenoid automaatselt sisse ja välja lülitada ükskõik millist temaga ühendatud süsteemi. Majaka mudelis võib kerge varvaga solenoid sisse lülitada «vilkuvat tuld». Väntvõlli ja kepsuga solenoid võib asendada väikest elektrimootorikest. Asetades horisontaalselt mööda ringi terve rea solenoide kirjeldatud automaat-ümberlülititega, saame solenoidtee, kus raudplekist voolujooneline vagunike lendab õhus vahetpidamata läbi poolide.

Elektromagnetiline relee. Solenoidist tundelisem aparaat on elektromagnetiline relee. Lihtsaim elektriline relee on elektromagnet, mis tõmbab enese külge väikese raudplaadikese, kui tema mähisesse on lülitatud vool, ja laseb plaadikese lahti, kui vool välja lülitada (joon. 168). Plaadike aga võib sisse ja välja lülitada tugeva voolu, mis läheb mootori, aparaadi või signalisatsiooniseadeldise juurde.



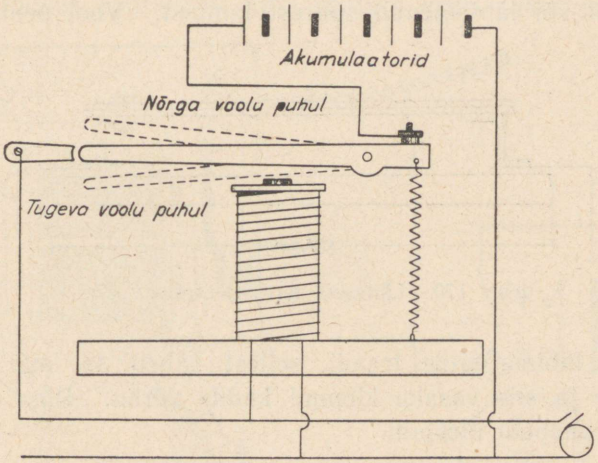
Joon. 168. Elektromagnetiline relee.

Järelikult, relee on seadis, mis võib tema mähisesse juhitud nõrga voolu abil sisse ja välja lülitada suure võimsusega voolu. Relee võib samuti lülitada mehhaanilisi päästikuid mitmesuguste sulgurite, lukkude ja teiste keeruliste mehhanismide käitamiseks. Tavalises tõstukis käivitab tõstuki kasutaja, vajutades korruse numbri nupule, relee, mis sunnib suuremat lülitit laskma voolu võimsasse mootorisse.

Et mitte rikkuda akumulaatoreid liiga tugeva vooluga nende laadimisel tuule-elektrijaamas ja et automaatselt katkestada ahelat, kui tuul nõrgeneb, kasutatakse maksimaal-minimaalreleed (joon. 169). Nagu nähtub jooniselt, on relee mähis lülitatud ahelasse paralleelselt. Niipea kui pinge ahelas tõuseb üle normaalse, tõmbab relee tugevneva magnetvälja mõjul ankru enese külge ja lahutab ahela. Kui pinge ahelas väheneb, tõmbab vedru ankru endisse asendisse ja ahel on jälle ühendatud. Tuule nõrgenedes ja voolu pinge vähenedes tõmbab relee vedru ankruõla alla ja ahel on katkestatud. Et maksimaal-minimaalrelee töötaks laitmatult, tuleb teda hoolikalt

reguleerida, muutes vastavalt vajadusele pooli mähise keerdude arvu ja vedru pinget.

Termoelektriline relee. Aparaatide ja mudelite puhul, milles kasutatakse tugevaid voole, võib rakendada lihtsat termoelektrilist releed. Termoelektrilise

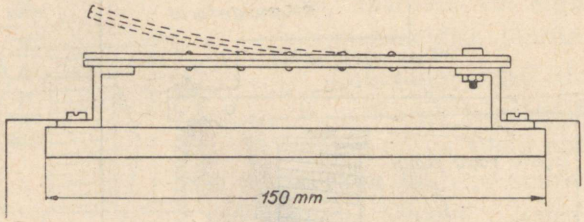


Joon. 169. Maksimaal-minimaalrelee.

relee töötamine põhineb sellel, et eri metallid paisuvad temperatuuri ühesuguse tõusu korral erinevalt.

Kaks õhukest ja kitsast riba, üks alumiiniumist ja teine rauast, asetatakse teineteise peale ja needitakse mõne väikese neediga kokku. Tavalisel toatemperatuuril püsib selline kahekordne riba sirgena. Kui aga riba kuumendada, venib ta alumiiniumipoolelt pikemaks ja muutub rauapoolelt nõgusamaks, nii et riba ei ole enam sirge, vaid kaarekujuline. See on tingitud asjaolust, et alumiinium paisub kuumendamisel peaaegu kaks korda rohkem kui raud.

Kui lülitada niisugune ribake vooluahelasse järjestikku mingi mootori, pliidi või lambiga, siis ta kaardub, kuumenedes läbiva voolu mõjul, ja katkestab vooluahela (joon. 170). Nõrgema voolu puhul on vaja riba ümber mähkida õhuke vilgukivikiht ja kerida sellele veel mõned keerud peenikest traati, kas vanast elekterkeetja küttetraadist või läbipõlenud suurest lambist. Vool peab see-



Joon. 170. Lihtsaim termoelektriline relee.

juures läbima enne traadi, sellest läheb ta aga juba ribasse ja siis vasaku klemmi kaudu võrku. Riba asetatakse rauapool ülespidi.

12. Elektrisignaalid.

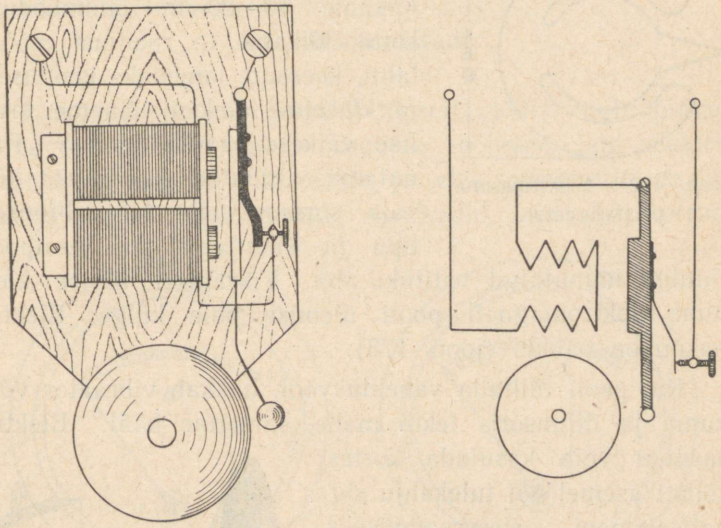
Kõige enam levinud elektrisignaaliks on tavaline elekterkõlisti (joon. 171).

Elekterkõlisti koosneb elektromagnetist, ankrukesest vasaraga ja kellukesest.

Kõlisti lülitamisel vahelduvvooluvõrku teeb ankruke elektromagneti pooli muutuva magnetvälja mõjul 100 võnget sekundis, sundides vasarakest lööma kellukesele. Kui vool ei katkestuks, siis kõlisti ei töötaks.

Seadeldis voolu katkestamiseks. Katkesti koosneb kontaktist — teravikust, mis on kinnitatud

kõlisti aluslauakesele — ja teisest kontaktist, mis on joodetud või kruvitud ankrukese külge. Ankur on kinnitatud vetruva terastraadikese külge. Kui kõlisti ei tööta, eemaldub ankruke elektromagnetist ja puutub kokku teravikkontaktiga. Kui lülitada vool sisse, tõmmatakse ankur elektromagneti jõul pooli vastu ja ta ise katkestab voolu, eemaldudes kontaktist. Ilma vooluta asub ankur oma esi-



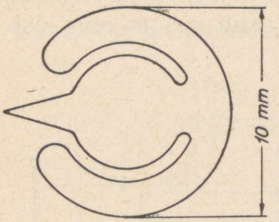
Joon. 171. Elekterkõlisti.

algsesse asendisse, lülitab voolu sisse ja tõmmatakse uuesti vastu pooli. Järelikult, ankur katkestab võnkudes kogu aja voolu ja tema vasarake, lüües kellukese pihta, tekitab helinat.

Võib valmistada ka signaali, millel on palju meeldivam hääl kui kõlistil. Baritoni laulva inimese hääl teeb madalatel nootidel keskmiselt 50 võnke ümber sekundis. Tähendab, kasutades vahelduvvoolu, võib konstrueerida

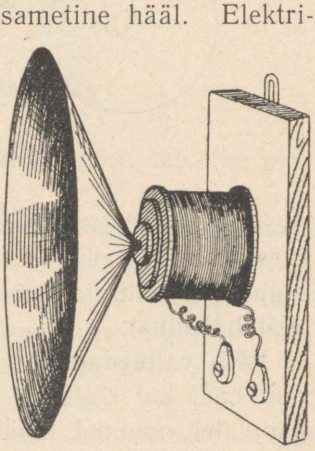
signaali, mis hakkab «laulma» baritoni. Niisugust seadeldist on kergem teha kui elekterkõlistit.

Valmistame tavalise elektromagneti, mille südamikuks on tihe kimp hõõgutatud raudtraadi ühepikkusi tükke, ja kinnitame selle püstloodis lauakesele. Ankrukese asemel lõikame välja plekist plaatvibraatori (joon. 172). Tihkest paberist lõikame 10—20-cm läbimõõduga ketta, lõikame ta raadiust mööda lahti, keerame lamedaks koonuseks ja kleebime kokku. Saame tavalise väikese raadiodifuusori. Painutame vibraatori keele otsa kõrvale, surume selle läbi difuusori tipu ja kinnitame siis seestpoolt liimiga immutatud vatitüki abil. Vibraatori äärise kleebime elektromagneti pooli ülemise pale külge. Elektripasun on valmis (joon. 173).



Joon. 172. Elektripasuna plaatvibraator.

Kui pooli lülitada vahelduvvool, hakkab vibraator võnkuma ja difuusoris tekib mahe, sametine hääl. Elektripasunat võib kasutada korteri kõlisti asemel või tulekahju signalisatsiooni sisseseadmiseks. Viimasel juhul tuleb elektripasun ühendada järjestikku ühe või mitme releega, mis on asetatud tuleohtlikesse kohtadesse. Niipea kui mõne relee juures temperatuur tõuseb kõrgemale tavalisest, kõverdub selle plaat, lülitab voolu ahelasse ja pasun hakkab andma pidevat häiresignaali.

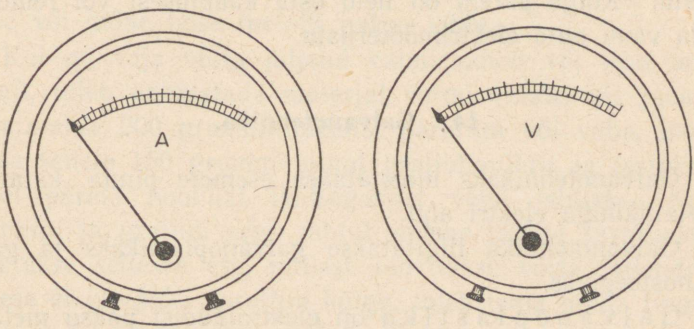

Joon. 173. Elektripasun.

Pasuna võib muuta ka hoolikaks öövalvuriks, kui korteri ukse raami külge kinnitada lihtne kontakt pasuna juurde viivate juhtmetega. Kui ust pisutki avatakse, annab pasun sellest otsekohe teada oma kaugele kuulduva heliga.

Alalisvoolu kasutamisel tuleb pasuna vibraatori juurde ehitada katkesti.

13. Mõõteriistad.

Elektrotehnikas on vajalik täpselt mõõta voolu pinget ja tugevust. Töötamisel «huupi» põlevad läbi elektrilambid, mootorite, solenoidide ja elektromagnetite mähised ja paljud mudelid ning aparaadid, mis olid korras,



Joon. 174. Ampermeeter ja voltmeeter.

lakkavad töötamast. Proovimine näpuga või keelega, näiteks taskulambipatareide kontrollimisel, näitab ainult, kas voolu on või ei ole. Samuti ei anna kontroll-lambikesega kontrollimine nõutavat täpsust.

Voltmeeter. Voolu pinge mõõtmiseks kasutatakse voltmeetrit. See on riist, mille elektromagnetiline seadis paneb liikuma osuti astmikul. Voltmeetri mähis on pee-

nikesest traadist ja ta lülitatakse vooluahelasse paralleelselt, samuti nagu lambid. Noore tehniku tööde jaoks on tavaliselt küllalt voltmeetrist, millega saab mõõta 30-voldist pinget. Kui on vaja mõõta suure patarei pinget, siis mõõdetakse üksikute elemendigruppide pinge ja tulemused liidetakse.

Ampermeeter. Voolutugevuse mõõtmist teostatakse ampermeetri abil. See riist omab jämedat ning lühikest mähist ja ta lülitatakse ahelasse ainult järjestikku. Paralleelselt ahelasse lülitamisel tekib lühis ja ampermeeter põleb läbi. Väliselt sarnaneb ampermeeter (joon. 174) voltmeetriga, kuid voltmeetri astmikul on suur täht V, ampermeetril aga A.

Ise on raske valmistada küllalt täpseid elektrimõõteriistu. Kõige parem on neid osta kauplusest või remontida vanu auto elektrimõõteriistu.

14. Galvanotehnika.

Galvanotehnikaks nimetatakse esemete pinna katmist metallikihiga elektri abil.

Galvanotehnika liigitatakse galvanoplastikaks ja galvanosteegiaks.

Galvanoplastika on elektrolüüdist paksu metallikihi sadestamine elektrivoolu abil stampide, jäljendite ja teiste massiivsete esemete saamiseks.

Galvanosteegia on õhukese metallikihi sadestamine teise metalli pinnale, et kaitsta seda roostetumise eest, et anda tootele ilusat välimust jne.

Mõlema meetodi puhul sadestatakse metallikiht esemele mitmesugustest vees lahustatud metalliühendeist, mis on valatud nõusse, mida nimetatakse elektrolüütiliseks vanniks.

Väiksemate esemete jaoks võib kasutada klaaspurki. Kui nõusse, milles on mõne metalliühendi vesilahus — elektrolüüt, asetada kaks metallelektroodi ja lasta läbi alalisvool, siis hakkab positiivne elektrood — anood — elektrolüüdis pikkamööda lahustuma, negatiivsele elektroodile — katoodile — sadestub aga metallikiht, mida vool eraldab elektrolüüdist.

Anood valmistatakse enamikul juhtudel samast metallist, millega on vaja katta katoodile riputatud eset.

Galvanotehnikas rakendatakse ainult alalisvoolu, mida saadakse dünamomasinatest, väga väikeste tööde juures võetakse seda aga akumulaatoritest ja galvaani elementidest.

Galvanoplastika abil võib plastilisest elektrit juhtivast materjalist valmistatud vormi või mudeli katta vase, nikli, raua või mõne teise metalli paksu kihiga.

Kui on vaja võtta jäljend valmistootelt või teha uus detail, tuleb valmistada materjal vormi (matriitsi) jaoks. Sulatatakse 200 grammi tavalist parafiini või vaha, lisatakse sellele 150 grammi peent grafiidipulbrit ja lastakse sellel pärast hoolikat läbisegamist veidi jahtuda. Kui parafiini ja grafiidi segu jahtub pehme taigna sarnaseks, surutakse sellesse ese, millest soovitakse võtta jäljendit. Et ese ei kleepuks parafiini külge, tuleb tema pinda tingimata enne puuderdada grafiidipulbriga.

Kui tehakse täiesti uus detail, siis vorm (kumer või nõgus) lihtsalt voolitakse või lõigatakse noaga, kusjuures vormi ülaosa külge kinnitatakse juhe, mille kaudu hakatakse juhtima voolu.

Kui vorm on valmis, siis selle kõik osad, milledele ei taheta lasta metalli sadestuda, kaetakse väikese pintsli abil sooja mastiksiga, mis koosneb 10 grammist parafiinist ja 10 grammist tärpentinist. Pindasid, mis on mää-

ratud metalliga katmiseks, hõõrutakse paremaks elektri juhtimiseks grafiidipulbriga.

Kui ese on lapik või peaaegu lapik, näiteks inimese pea reljeefne kujutis plaadil või mudeli plaat-pealiskiri, siis tehakse ka lahustuv anoodplaat lapik. Kui aga ese on ruumiline, näiteks kunstipärane kujuke, siis valmistatakse anood laia poolrõnga kujuline või isegi rõngakujuline.

Lahus (elektrolüüt) vaskesemete saamiseks või vasetamiseks: 1 liitri vee kohta võetakse 200 g vasevitrioli ja 30 g väävelhapet.

Kaugus anoodi pinnalt katoodi pinnani peab olema 12—15 cm piirides.

Voolupinge — 1,5 kuni 12 volti.

Voolutugevus toote pinna iga 100 cm^2 kohta — 1 amper.

Elektrolüüdi temperatuur — 15° kuni 35°.

Galvanoplastika abil võib teha töid, mida ei suudaks teostada isegi kõige parem kunstnik. Näiteks võib peale masinadetailide valmistada metallist linde, sisalikke, putukaid ja isegi puuvilju, õisi ja lehti. Selleks kaetakse surnud põrnikas, kiil või roos, et teha neid elektrit juhtivaiks, enne õige õhukese hõbedakihiga, asetades nad peeglite valmistamise lahusesse (vt. «Kasulikud nõuanded ja retseptid»). Hõbetamise järel sadestatakse galvanoplastilises vannis hõbedakihile 0,1 kuni 0,5 mm paksune vasekiht. Vähem märgatavas kohas tehakse metallitud kujutisele väike ümmargune auk; siis kuumutatakse kujutist ettevaatlikult, et sisu ära põletada, ja tuhk raputatakse välja. Tugevuse andmiseks valatakse tootesse sama augu kaudu pärast väljapõletamist sulatatud parafiini või pliid. Lilli ei põletata, sest et need metallkestas ei lagune.

Valmis vaskese hõbetatakse väljastpoolt uuesti, asetades ta peeglite valmistamiseks kasutatavasse lahusesse.

Ühe metalli elektrolüütiliseks katmiseks teise metalli kihiga (galvanosteegia) kasutatakse samu seadeldisi nagu galvanoplastikaski. Erinevus seisneb üksnes selles, et galvanosteegia puhul omab metalleseme pind head elektrijuhtivust ja peab ainult olema hoolikalt puhastatud mustusest, oksüüdist ja rasvast pesemise teel sooda ja puhta veega.

Vannide omadused	Raud	Nikkel
Elektroodide-vaheline kaugus 12—15 cm		
1 liitri vee kohta tuleb võtta:	Rauavitrioli 130 g, kloorammooniumi 100 g, sidrunhaput naatriumi 3 g	Niklivitrioli 50 g, kloorammooniumi 25 g
Vanni pinge	0,5 volti	2,3 volti
Voolutugevus toote pinna 100 cm^2 kohta	0,1 amprit	0,5 amprit
Elektrolüüdi temperatuur	15—20°	15—20°
1 tunni jooksul sadestuva kihi paksus	0,001 mm	0,06 mm
Anoodide materjal	Pehme raud, mille pind peab võrduma katoodide pinnaga	Puhas nikkel, mille pind on pool katoodide pinnast

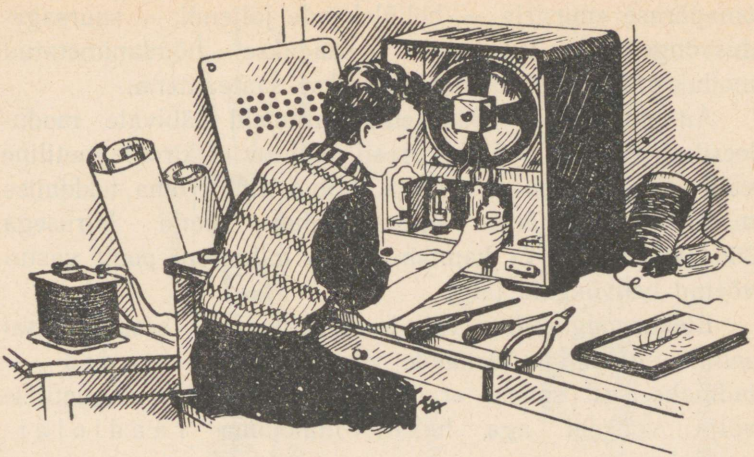
Märkus. Plii, tina, tsink ja pehmetest sulanditest esemed kaetakse enne õhukese vasekihiga.

Nikkel sadestub hästi vasele või õhukese vasekihiga kaetud esemetele.

Pärast eseme katmist metallikihiga poleeritakse selle pinda tavalisel viisil (vt. «Metallide töötlemine»).

Nii galvanoplastikas kui ka galvanosteegias võib kõrvalekaldumine 100 cm^2 kohta ettenähtud voolutugevusest

põhjustada metallikihi kvaliteedi halvenemist. Kui voolutugevus on normist väiksem, hakkavad ühtlase kihi asemel sadestuma suured üksikud metallikristallid. Liiga tugeva voolu ja nõrga elektrolüütlahuse puhul ei saada mitte ühtlane metallikiht, vaid jäme, rabe, sageli pulbritaoline sadestis.



V. RAADIOTEHNIKA.

1. Raadiosaade.

Raadioülekande protsess algab mikrofonist. Mikrofon püüab kinni kõne-, laulu- või muusikahelid ja muudab need helisageduslikeks elektrivõngeteks.

Mikrofonist tulevad helisageduslikud elektrivõnked võimendatakse väikesagedus-võimendaja abil ja saadetakse seejärel juhtmete kaudu modulaatorisse (joon. 175).

Juhtsaatjas tekitatakse elektronlampide abil elektrivoolu võnked väga suure arvu võngetega sekundis. Sellised elektrivõnked said suursagedusvõngete nimetuse, vahetegemiseks väikesagedusvõngete suhtes, mille sagedus on tunduvalt väiksem. Ka suursagedusvõnked juhitakse modulaatorisse (joon. 175). Modulaatoris toimub helisagedusvõngete liitmine suursagedusvõngetega. Seda protsessi nimetatakse moduleerimiseks. Moduleerimine seisneb selles, et helisageduslikud elektrivõnked vajutavad

omapärase «mustri» — heliülekande jäljendi — suursagedusvõngetele. Tulemusena saadakse nõndanimetatud moduleeritud võnked, mis juhitakse saateantenni.

Antenni ümber tekib tema juhtmeid läbivate moduleeritud voolude mõjul kiiresti muutuv elektromagnetiline väli. See väli on antenniga seotud ainult oma tekkimise momendil, seejärel aga kandub ruumi kiirusega 300 000 km/sek. Ta kannab eneses mikrofoni poolt vastuvõetud helivõngete jälgi.

Elektromagnetiline väli levib radiaalselt, seepärast sai selline signaalide ülekande viis nimetuse r a a d i o — ladinakeelsest sõnast «radius» (kiir), elektromagnetilise välja võnkeid aga hakati nimetama r a a d i o l a i n e t e k s.

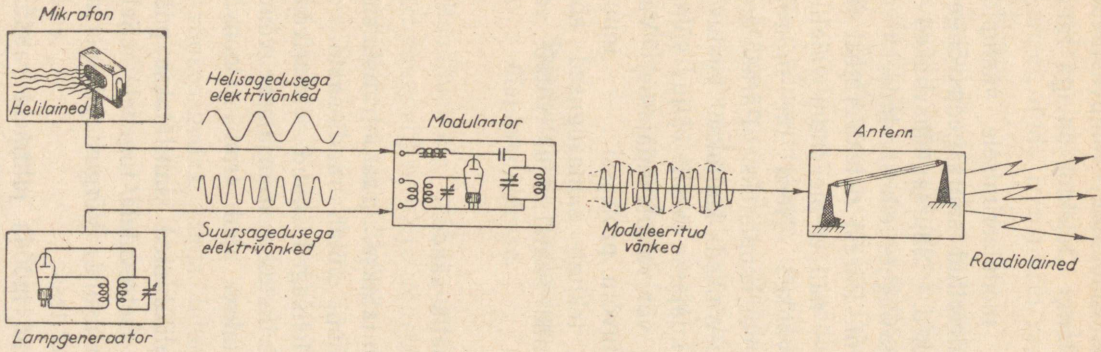
2. Raadiosaate vastuvõtmine.

Levides saatejaamast igale poole, jõuavad raadiolained vastuvõtuantennideni ja tekitavad neis äärmiselt nõrku elektrivõnkeid, mis täpselt vastavad saatejaama-antennis tekkivatele võngetele. Need elektrivõnked juhitakse antennist vastuvõtjasse (joon. 176).

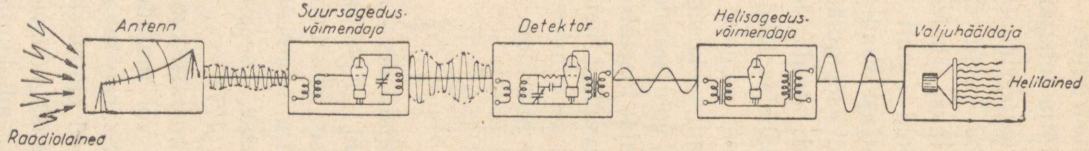
Et raadiojaamad saate vastuvõtmisel üksteist vastastikku ei segaks, töötab iga raadiojaam temale määratud pikkusega raadiolainel (jaama kandelaine). See tähendab, et iga jaam saadab välja niisuguse sagedusega elektromagnetilisi võnkeid, mis temale on määratud.

Et häälestuda soovitavale jaamale, on vastuvõtjas eriline seadeldis. See võimaldab valida antennis tekkivatest võngetest ainult selle jaama võnkeid, mida tahetakse kuulata. Raadiovastuvõtjasse saabunud võnked enne võimendatakse ja seejärel detekteeritakse.

Seda osa raadiovastuvõtjast, kus toimub võngete detekteerimine, nimetatakse detektoriks. Lihtsaimas vastu-



Joon. 175. Raadioülekande skeem.



Joon. 176. Raadiosaate vastuvõtu skeem.

võtjas täidab seda osa kristalldetektor, lampvastuvõtjas aga elektrontoru ehk raadiolamp. Detektor on iga raadiovastuvõtja lahutamatu osa.

Detekteerimisel toimub moduleerimisele vastupidine protsess: vastuvõetud moduleeritud suursagedusvõngetest eraldatakse helisagedusvõnked. Suursagedusvõnked on vajalikud ainult helisagedusvõngete edasiandmiseks raadiosaatjast raadiovastuvõtjani. Pärast detekteerimist need võnked «sõelutakse välja» — nad ei ole enam vajalikud. Jäävad ainult helisagedusvõnked. Need on mikrofoni elektriahelas loodavate võngete koopiateks. Pärast detekteerimist saadud helisagedusvõnked kantakse vastuvõtuaparaadi väikesagedusvõimendajasse ja siit väljuv võimendatud vool antakse telefoni või valjuhääldajasse. Valjuhääldaja lõpetab raadiovastuvõtu protsessi — muudab elektrivõnked helivõngeteks, tekitab samasugused kõne-, laulu- või muusikahelid, mida samal ajal võtab vastu saatja mikrofon.

3. Kohalik saade.

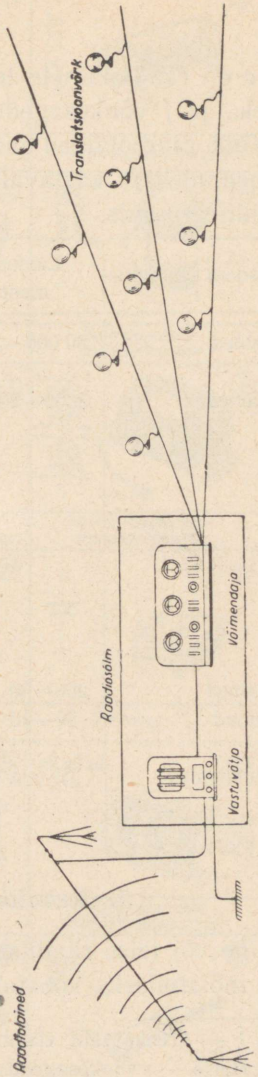
Kohalikuks saateks ehitatakse raadiotranslatsioonpunktid. Kohalik raadiosõlm võtab raadiosaate vastu tavalise vastuvõtjaga. Helisageduslikud elektrivõnked juhitakse võimendamiseks erilistesse võimsatesse võimendajatesse, seejärel saadetakse nad translatsioonvõrku (joon. 177).

Translatsioonvõrgu metalljuhtmed kinnitatakse postide külge või majade katustel asetsevatele tugedele. Selline võrk haarab tavaliselt kogu asula. Võrgust viiakse harujuhtmed elamutesse ja korteritesse.

Helisagedusvoolud levivad mööda juhtmeid raadiosõlmest raadiokuulajate korteritesse. Raadiosõlme abonent,

lülitades valjuhääldaja translatsioonvõrgu juhtmestikku, kuuleb ülekannet, mida transleerib raadiosõlm.

Aeg-ajalt annab raadiosõlm ülekandeid oma stuudiost. Siis ei ole talle raadiovastuvõtjat vaja. Helisagedusvõnked lähevad mikrofonist otse raadiosõlme võimendajasse, seejärel aga translatsioonvõrku. Raadiotranslatsioonsõlmi ehitatakse mitte ainult asulatesse, vaid ka laevadele ja reisirongidele.



Joon. 177. Kohaliku saate skeem.

4. Raadiolainete jagamine diapasoonidesse.

Raadiolainete pikkus oleneb elektromagnetilise välja võngete sagedusest. Lainepikkuseks on see vahemaa, mida laine jõuab katta ühe võnke ajal. Et kõikide raadiolainete levimise kiirus on üks ja sama, siis mida suurem on võnkesagedus, seda lühem on ühe võnke kestus, seda lühem on raadiolaine. Võnkesageduse vähenemisega suureneb lainepikkus.

Kui on teada võnkesagedus — f, siis on kerge arvuta-

da, lainepikkust λ [1] meetrites valemi järgi:

$$\lambda = \frac{c}{f},$$

kus c on raadiolainete levimiskiirus, mis võrdub 300 000 000 m/sek., ja f võnkesagedus hertsides [2].

Kõik raadiolained jaotatakse üksikuteks diapasoonideks (lainealadeks), vastavalt iseärasustele, mida omab nende levimine ruumis.

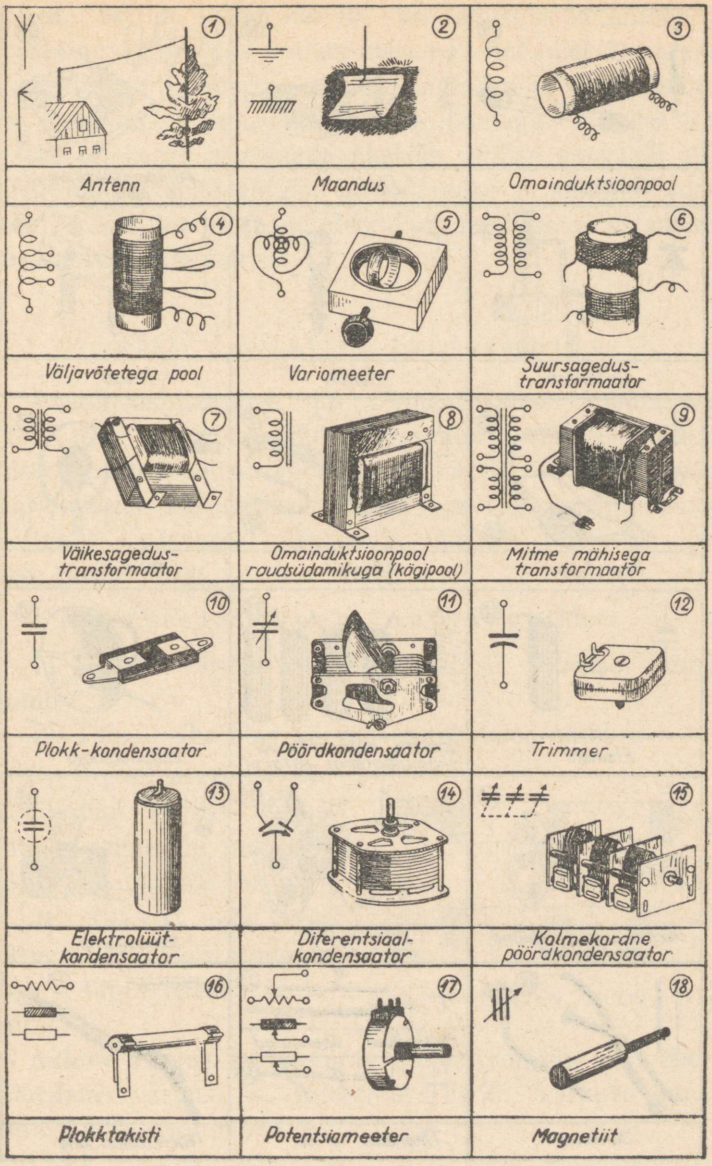
Diapasooni nimetus	Lainepikkus meetrites	Märkusi
Pikklained	30 000—3000	Käesoleval ajal ei ole nimetamisväärselt kasutatavad.
Kesklained	3000—200	Diapasoon 2000—14 m on NSV Liidu ja teiste Euroopa riikide raadiosaate diapasooniks ja jaotatakse tingimisi järgmiselt: pikad raadiosaatelained — 2000—650 m, kesklained — 575—200 m ja lühilained — 50—14 m. 600-meetrine laine on eraldatud avariisaadeteks, SOS signaali saatmiseks.
Vahelained	200—50	Raadioamatööride praktikas nimetatakse lühilaineteks kogu diapasooni 200—10 m.
Lühilained	50—10	
Ultralühilained	10—0,01	Kasutatakse raadiosides ja raadiosaates, pildiraadios ning raadiolokatsioonis.

5. Raadiodetailide tingmärgid.

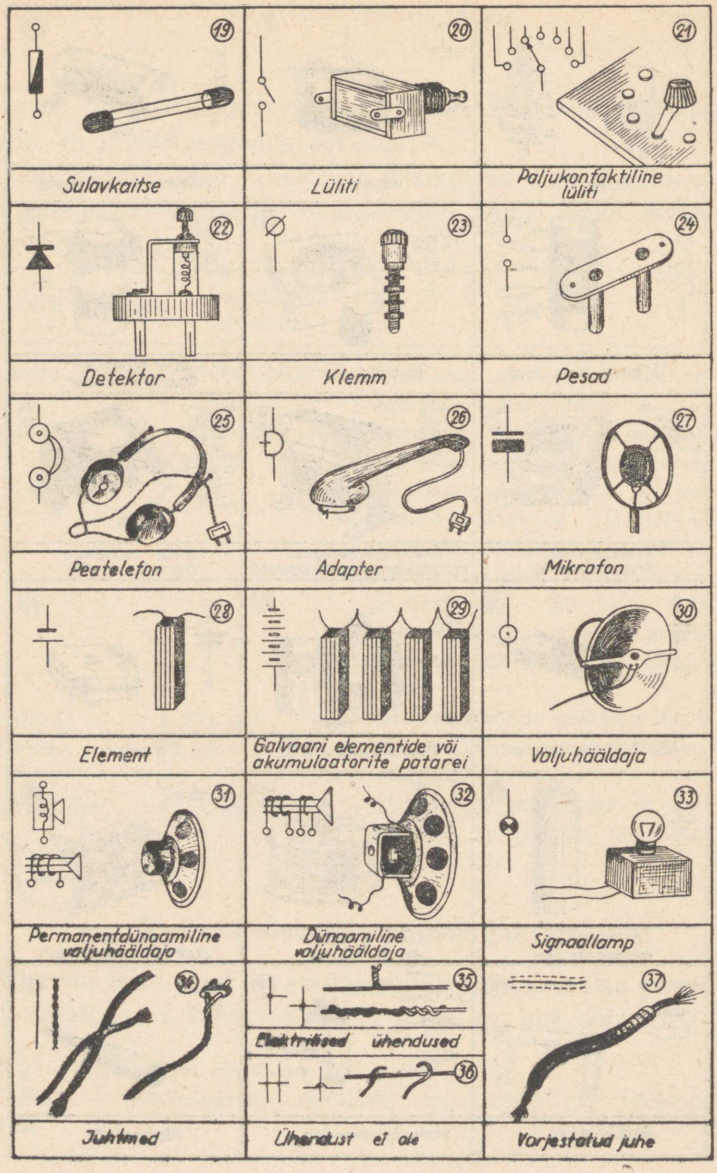
Ühe või teise raadioaparaadi ehituse ja töötamise printsiibi mõistmiseks koostatakse nn. printsiip- ehk põhimõtte-

[1] λ — kreeka täht «lambda».

[2] Herts — võnkesageduse mõõtühik, mis võrdub ühe võnkega sekundis.



Joon. 178. Raadiodetailide tingmärgid.



Raadiodetailide tingmärgid (joon. 178 järg).

skeem. Selline skeem näitab, missugustest detailidest on koostatud aparaat ja kuidas need on omavahel ühendatud.

Igal detailil on oma eriline tingmärk ja detailidevahelisi elektrilisi ühendusi näidatakse joontega. Tundes tingmärke on kerge aru saada ükskõik millise aparaadi skeemist, mõista selle ehitust ja töötamise printsiipi. Joonisel 178 on toodud raadiotehnikas detailide tähistamiseks kasutatavad tingmärgid.

«TO» takistite tähistamine.

Raadiovastuvõtjates ja võimendajates kasutatavaid «TO» tüüpi (õhukesekihilisi pressitud) takisteid tähistatakse kokkuleppelise värvuskoodi abil. Takisti suuruse märkimiseks kasutatakse kolme värvuse kombinatsiooni. Neljanda värvuse olemasolu näitab tolerantsi suurust (joon. 179):

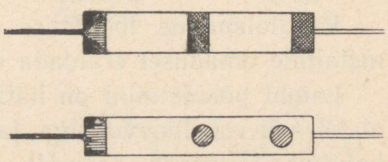
Värvuste süsteem on järgmine:

1) Kapsli värvus annab takistuse suuruse esimese numbri.

2) Takisti ühe otsa värvus annab teise numbri.

3) Keskel asetseva vööd̈i või täpi värvus näitab kahele esimesele numbrile lisatavate nullide arvu.

4) Takisti teise otsa värvus vöödi või ümmarguse täpi näol tähistab:



Joon. 179. «TO» tüüpi takisti.

kuldne värvus — tolerants ± 5% (rohkem või vähem), hõbedane värvus — tolerants ± 10%, värvuse puudumine — tolerants ± 20%.

Värvuste tähenduse tabel.

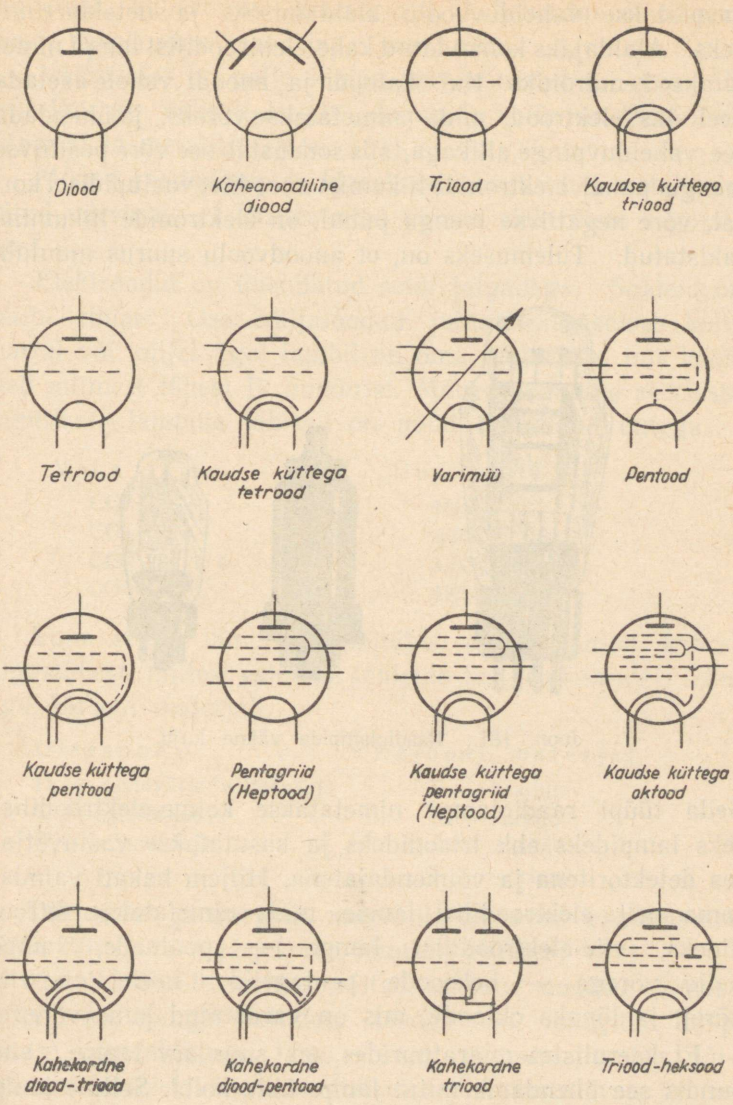
Värvus	Põhivärvuse tähendus (esimene number)	Kapsli otsa värvuse tähendus (teine number)	Vöödi või täpi värvuse tähendus (lisatavate nullide arv)
Must	—	0	—
Pruun	1	1	0
Punane	2	2	00
Oranž	3	3	000
Kollane	4	4	0000
Roheline	5	5	00000
Sinine (helesinine)	6	6	000000
Violetne	7	7	—
Hall	8	8	—
Valge	9	9	—

Näide. Takisti on värvitud pruuni värviga, üks ots on roheline, teine ots hõbedane, vööt punane. See tähendab suurust 1500 oomi tolerantsiga ± 10%.

6. Raadiolambid.

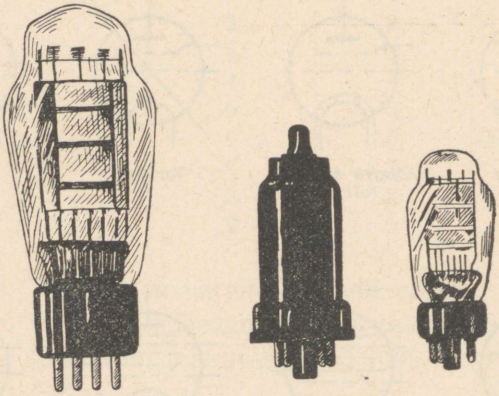
Raadiolampide töötamise printsiip põhineb hõõguvate metallide omadusel eraldada elektrone.

Lambi põhidetailid on kütteniit (katood), kuumendatav alalis- või vahelduvvooluga, ja kütteniiti ümbritsev silindrikujuline elektrood (anood). Elektroodid on paigutatud õhust tühjakspumbatud klaaskolbi. Elektroodide otsad on kolvist välja toodud. Katoodi kuumendamisel suunduvad negatiivse elektri algosakesed ehk elektronid anoodile ja tekitavad selle ahelas elektrivoolu. Seda tüüpi raadiolampi nimetatakse kahe-elektroodiliseks lambiks ehk dioodiks ja



Joon. 180. Mitmesuguste raadiolambitüüpide skeemid.

kasutatakse vahelduvvoolu alaldamiseks ja detekteerimiseks. Alaldajaks kohandatud kahe-elektroodilist lampi nimetatakse kenotroniks. Kui katoodi ja anoodi vahele asetada veel üks elektrood, mida nimetatakse võreks, ja ühendada see vahelduvpinge allikaga, siis soodustab see võre positiivse laengu puhul elektronide liikumist anoodile; vastupidisel korral, võre negatiivse laengu puhul, on elektronide liikumine takistatud. Tulemuseks on, et anoodvoolu suurus muutub.



Joon. 181. Raadiolampide väline kuju.

Seda tüüpi raadiolampe nimetatakse kolme-elektroodilisteks lampideks ehk trioodideks ja kasutatakse vastuvõtjates detektoritena ja võimendajatena. Hiljem hakati valmistama nelja-elektroodilisi lampe, mida nimetatakse tetroodideks, viie-elektroodilisi lampe — pentoode, lampe nelja võrega — heksoode, pentagriide, millel on viis võret, ja lõpuks oktoode, mis on varustatud kuue võrega.

Et keerulistes aparatuurides on suur arv lampe, siis sundis see ühendama mitut lampi ühte kolbi. Selline lamp hakkab täitma juba mitut funktsiooni ja omab vastavat

nimetust: kahekordne diood-triood, kahekordne diood-pentood, kahekordne triood jne. (joon. 180).

Nüüdisajal on palju lampe, mis erinevad nii oma tüübilt kui ka väliselt kujult. Lampide kolbe on kaht liiki: klaasist ja metallist (joon. 181).

Mõned raadiolampide klaaskolvid on kaetud metalliseeritud värviga, et kaitsta neid väliste elektriliste segajate eest.

Elektroodid on ühendatud sokli jalgadega. Sokleid on palju tüüpe. Osa väljatoodud juhtmetest asetseb kolvi harjal või küljel. Igal lambil on oma tüübitähis, mis koosneb mitmest tähest ja numbrist. Mõnede vanasse seeriasse kuuluvate lampide tähised on nüüd asendatud uutega.

Vana tähis	Uus tähis
СО—118	4Н4С
СО—122	4Ф5С
СО—124	4Ж5С
СО—148	4К5С

Vana seeria lampide tüübitähis on koostatud kahest algustähest, millest esimene tähistab lambi ülesannet, teine aga katoodi materjali.

Ülesanne	Katoodi materjal
П — vastuvõtja võimendaja	Б — baarium
С — spetsiaalne	К — karbiid
У — võimendaja	О — oksüüd
	Т — toorium

Tähtedele järgnevad numbrid näitavad raadiolambi tüübi täiustamise järjekorra numbrit tehases.

Metall-lampide seerias näitab esimene number (ümardatult) küttepinget voltides, tähega on märgitud lamp tehase nomenklatuuri järgi (tüüp), viimane number näitab aga lambist väljatoodud elektroodide otste arvu, arvestamata korpuse juhet.

Uues raadiolampide tunnuste süsteemis näitab esimene number küttepinget voltides (täisarv), tähte kasutatakse lambi tüübi ja ülesande tähistamiseks (vt. tabel), teine number näitab tüübi täiustamise järjekorra numbrit, viimane täht näitab lambi väliskuju:

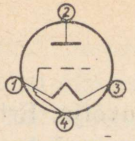
С — klaaslamp
М — väikese gabariidiga (mõõtmetega) klaaslamp
Ж — tõrukujuline lamp

Viimase tähe puudumine näitab, et on tegemist tavalise metall-lambiga.

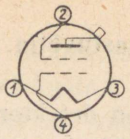
Raadiolampide tunnuste uus süsteem.

Lambi tüüp	Tingmärk
Kahekordne diood-detektor	Х
Triood keskmise võimendusega	С
Triood suure võimendusega	Ф
Kahekordne diood-triood keskmise võimendusega	Р
Kahekordne diood-triood suure võimendusega	Г
Lõpp-triood	У
Kahekordne lõpp-triood	Н
Pentood kahekordse dioodiga suursagedusvoolu võimendamiseks	Б
Pentood suursageduse võimendamiseks	Ж
Pentood muudetava tõusuga suursagedusvoolu võimendamiseks	К
Lõpp-pentood, juga-tetrood	П
Muundus-heptood	А
Segustus-heptood	Л
Triood-heksood	Д
Häälestamise elektron-indikaator («maagiline silm»)	Е
Alaldaja	Ц

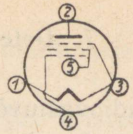
Joonisel 182 on näidatud mõnede lampide soklid, mida kasutatakse vastuvõtjates БИ-234, ЭЧС-3, СИ-235, «Pioneer», СВД-9, 6Н-1, «Rodina», «Rekord».



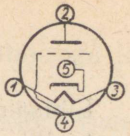
УО-104 УБ-107 УБ-110
УБ-132 УБ-152 УО-186



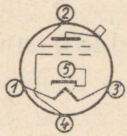
СБ-112 СБ-147
СБ-151 СБ-154



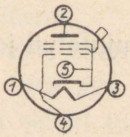
СБ-155



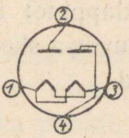
СО-118 ПО-119



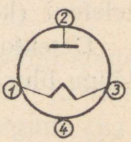
СО-124 СО-148



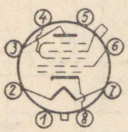
СО-122



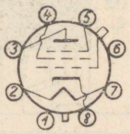
ВО-116 ВО-125
ВО-188 ВО-202 2В-400



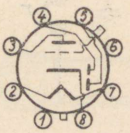
ВО-230



6А8



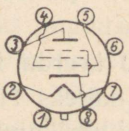
6Ж2М 6Ж3М
6К7 6Ж7



6Г7 6Р7



6Ф5 6Ф5М



6Ф6 6Ф6М
6Ф6С 15А6С



6Л6 6Л6С 6П3С
25П1С 30П1М



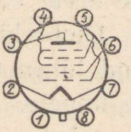
6Е5



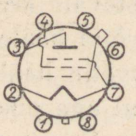
6Х6 30Ц6С



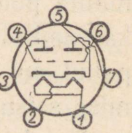
5Ц4 5Ц4С



СБ-242



2К2М 2Ж2М СО-241



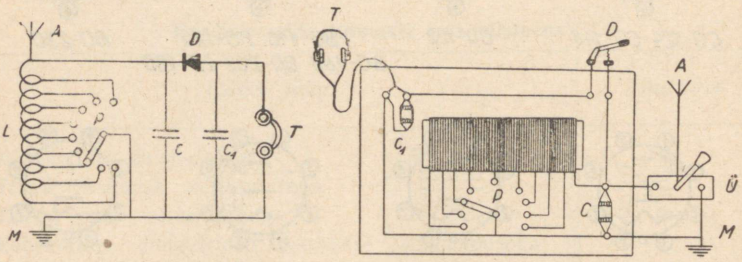
6А6

Joon. 182. Raadiolampide soklilülitused.

7. Detektorvastuvõtja.

Lihtsaim raadiovastuvõtja on detektorvastuvõtja. Erilisi vooluallikaid ta ei vaja ja töötab ainult vastuvõetavate raadiolainete energia arvel. Detektorvastuvõtu tugevus on väike ja seepärast on vastuvõtt võimaldatud ainult peatelefoni (kõrvaklappide) abil.

Detektorvastuvõtja skeem, kujutatud joonisel 183, on üks kõige lihtsamaid.



Joon. 183. Detektorvastuvõtja skeem: *A* — antenn, *L* — induktiivsus, *P* — ümberlüliti, *M* — maandus, *C* — kondensaator, *D* — detektor, C_1 — plokk-kondensaator, *T* — peatelefon, *Ü* — piksekaitse.

Omainduktsioonpoolil *L* on ligikaudu 230 keerdu isoleeritud juhet läbimõõduga 0,3—0,4 mm (näiteks ПЭ). Pooli kereks on umbes 6-cm läbimõõduga silindrikujuline papptoru. Iga 15 keeru järel on ots välja toodud.

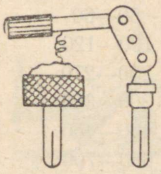
Asetades ümberlüliti *P* ühelt kontaktilt teisele, võib muuta pooli töötavate keerdude arvu. Sellejuures muutub ka raadiovastuvõtja häälestus. Ümberlüliti ülemise seisu puhul on vastuvõtja häälestatud lühemale lainealale, alumise seisu puhul aga pikemale lainele.

Kondensaator *C*, mis moodustab koos pooliga *L* võnkeringi, omab mahtuvust umbes 50—100 pikofaradit. Kui plokk-kondensaator vahetada pöördkondensaatoriga *C*, siis

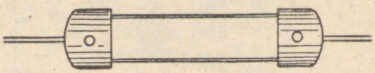
toimub vastuvõtja häälestamine mahtuvuse muutmisega ja poolist otsi välja ei tooda.

Detekteerimiseks on vastuvõtjas kristalldetektor (joonis 184). See on mõne metallimaagi elektrit juhtiv kristall, millele toetub metall-kruvivedru terav ots. Kasutatavamaks kristalliks on galeniit (ehk pliiläik). Galeniit on väävli ja plii keemiline ühend.

Et detektor töötaks hästi, otsitakse kristallil välja kõige tundlikum punkt. See aga murdub väga kergesti ja siis tuleb uuesti otsida sellist tundlikku punkti. Niisugune eba-



Joon. 184. Kristalldetektor.



Joon. 185. Tsvitektor.

stabiilsus töös ongi kristalldetektoriga vastuvõtja suurimaks puuduseks.

Tunduvalt paremate omadustega on nn. tsvitektor (joon. 185). See ei nõua reguleerimist ja kindlustab stabiilse detekteerimise. Seejuures on vastuvõtt tugevam.

Plokk-kondensaator C_1, mis on lülitatud paralleelselt telefoniga, eemaldab suursagedusvõnked telefonist. Selle mahtuvus on umbes 1000—1500 pikofaradit.

Telefoni parimaks töötamiseks ja tugevaima vastuvõtu saamiseks peab telefon omama vahelduvvoolule umbes niisama suurt takistust kui detektor. Galeniitdetektori takistus on võrdlemisi suur. Olenevalt sellest peab telefon olema suure oomilise takistusega, s. o. poolide takistus peab olema 1000 oomi või isegi rohkem.

Detektorvastuvõtja vastuvõtu ulatus oleneb kuulatava saatejaama võimsusest. Võimsuse suurenemisega suureneb ka vastuvõtu kaugus. Paremaid raadiovastuvõtu tulemusi saadakse öösi, samuti ka talvisel ajal. Muusikalised ülekanded on kaugemalt kuuldavad kui kõnesaated.

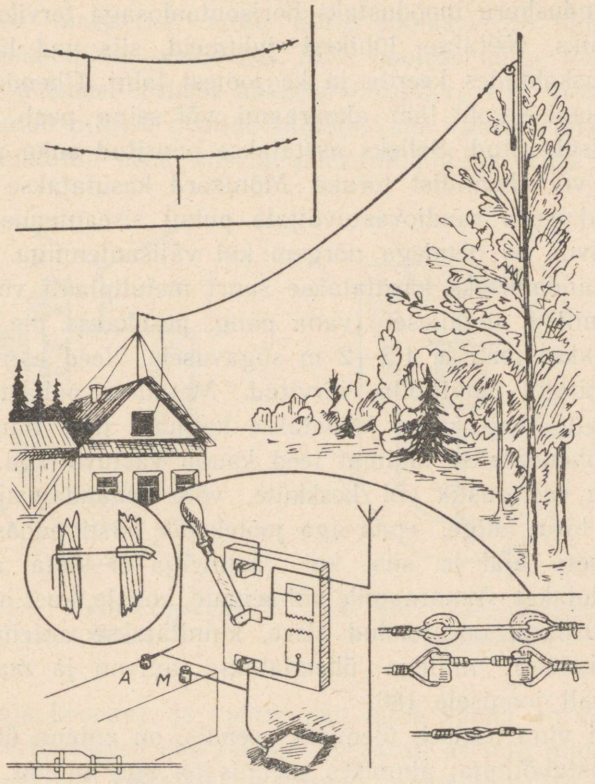
Peale selle on raadiovastuvõtt olenev ka saatejaama lainepikkusest.

Saatejaama võimsus kilovattides	Detektorvastuvõtja suurim vastuvõtukaugus kilomeetrites
1	30—40
4	50—60
10	100—120
20	250—270
40	300—320
100	400—450
500	680—700

8. Antenn ja maaühendus.

Omades head välisantenni ja maaühendust, võib saavutada kõrgekvaliteedilist raadiosaate kuuldavust. Antenn koosneb kahest osast: horisontaalsest ja vertikaalsest; viimast nimetame ühendusharuks. Horisontaalne osa, pikkusega umbes 20—30 m, kinnitatakse mastide või kasvavate puude külge 10—15 m kõrgusele ja linnas majade katustelt 5—10 m kõrgusele. Vastavalt sellele, kustkohast väljub ühendusharu, kas otsast või keskelt, eristatakse kaht tüüpi antenne: L-kujulised ja T-kujulised. L-kujulist antenni võib horisontaalosaga kinnitada ka kaldu, kuid selliselt, et ühendusharuga ots oleks teisest otsast madalam. T-kujulise antenni juures joodetakse ühendusharu horisontaalosa keskpaika. Sel juhul võetakse horisontaalse osa pikku-

seks umbes 30—40 m. Et antennil ei oleks mastide või puude kaudu ühendust maaga, kinnitatakse horisontaalne osa mõlemast otsast kahe-kolme isolaatori külge.



Joon. 186. Antenn ja maandus.

On spetsiaalseid isolaatoreid, kuid nende asemel võib kasutada tavalisi rull-isolaatoreid või pudeleid. Antenni ei tohi tugevasti pingutada, tingimata tuleb jätta 0,5—1,0 m ripet. Kui antenni mastiks on kasvav puu, siis enne kinnitatakse selle tüve külge plokk, mille üle seejärel asetatakse juhe otsaraskusega.

Antenni juhtmeks on kõige parem kasutada 1,5—2,0-mm läbimõõduga pronkstrossi või katmata vaskjuhet. Äärmisel juhul võib kasutada raudtrossi või -traati. Soovitav on, et ühendusharu moodustaks horisontaalosaga terviku. Kui antenniks võetakse lühikesi juhtmeid, siis nad lähevad ühenduskohtades keerdu ja ka jootest lahti. Ühendusharu sissetoomise koht läbi aknaraami või seina peab olema hästi isoleeritud. Selleks asetatakse puuritud auku portselanist või eboniidist toruke. Mõnikord kasutatakse suure tundlikkusega raadiovastuvõtjate puhul siseantenne, kuid kuuldavus on nendega nõrgem kui välisantenniga.

Maandamiseks kasutatakse suurt metallplaati või ükskõik millist metalleset (vana pang, pesukauss jne.), mis kaevatakse maasse 1,5—2 m sügavusele. Need esemed ei tohi mingil juhul olla värvitud. Metallese puhastatakse hoolikalt, tema külge joodetakse katmata juhe ning seejärel ühendatakse lühimat teed kaudu vastuvõtjaga. Seal, kus on veetorustik või keskküte, võib maandamisjuhtme joota toru külge, enne aga jootekohta hästi puhastades.

Äikese ajal ja siis, kui vastuvõtja ei tööta, antenn maandatakse. Aknaraamile või seinale, kohale, kust antenni ühendusharu on toodud sisse, kinnitatakse antennilüliti (piksekaitse), millega ühendatakse antenn ja maandus vastavalt joonisele 186.

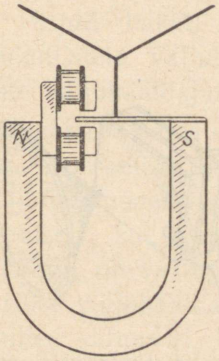
Kui vinn asetseb ülemises asendis, on antenn ühendatud vastuvõtjaga; alumises asendis on aga antenn maandatud.

9. Valjuhääldajate põhitüübid.

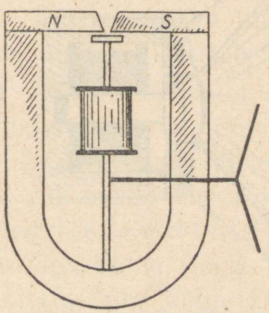
Valjuhääldaja on väikesagedus-vahelduvvoolu muutmiseks helivõngeteks. Mõnikord nimetatakse valjuhääldajat ka reproduktoriks, s. o. taastekitajaks. Praegu kasutatakse peamiselt nelja tüüpi valjuhääldajaid: 1) elektromag-

netilisi, 2) vabavõnkelisi, 3) dünaamilisi ja 4) pieso-elektrilisi valjuhääldajaid.

Elektromagnetilist tüüpi valjuhääldaja (joon. 187) koosneb magnetist, mille ühele poolusele on kinnitatud kaks südamikku poolidega. Teise pooluse külge on kinnitatud pehmest rauast ankruke-vibraator; vibraatori vaba ots ulatub pilusse poolide südamikkude vahel. Vibraatorile on kinnitatud nõel, mis on ühendatud difuusoriga (valju-



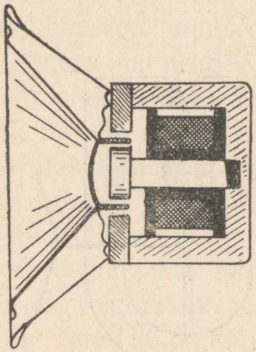
Joon. 187. Elektromagnetiline valjuhääldaja.



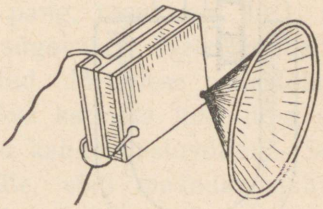
Joon. 188. Vabavõnkesüsteemiline valjuhääldaja.

hääldaja koonus), ja vedruplaat, mille kaudu on võimalik reguleerimiskruvi abil muuta vibraatori asendit pilus. Vastuvõtjast või translatsioonvõrgust tuleva, poolide keerde läbiva voolu mõjul muutub poolide magnetväli nii tugevuselt kui ka suunalt. Selle tõttu poolide magnetvoog kord tugevdab, kord nõrgendab vibraatori külgetõmmet südamikule, vibraator võngub ja annab oma võnked edasi difuusorile, mis tekitab heli. Sellesse valjuhääldajate tüüpi kuuluvad «Pioneer», «Zorka» ja «Rekord». Uutel «Rekord»-valjuhääldajatel on helitugevuse reguleerimise seadeldis.

Vabavõnkesüsteemilistes valjuhääldajates (Ф-1, Ф-3) ei ole vibraator asetatud otsikute pilusse, vaid pilu ette (joon. 188). Kui vibraator võngub, ei muutu vahe tema otste ja otsikute vahel. Selle tulemuseks on, et vibraatori võnked on tugevamad kui «Rekord»-tüüpi valjuhääldajal, ilma et ta seejuures puudutaks pooluseid. Vibraator läheb läbi pooli «akna» ja tema külge on kinnitatud nõelad, mis annavad võnked edasi difuusorile.



Joon. 189. Dünaamiline valjuhääldaja.



Joon. 190. Piesoelektriline valjuhääldaja.

Ei vabavõnkelistes ega ka elektromagnetilistes valjuhääldajates ei saa tekitada tugevat magnetvälja. Peale selle kandub ankrukese «oma» võngete arvel moonutusi ka ülekandesse.

Elektrodünaamilisel valjuhääldajal, mida nimetatakse lühendatult dünaamiliseks, puudub ankur; elektrodünaamilise valjuhääldaja konstruktsioon võimaldab tekitada tugevat magnetvälja. Dünaamilise valjuhääldaja töötamine põhineb voolu all oleva juhtme liikumisel magnetvälja mõjul. Dünaamilise valjuhääldaja läbilõige on toodud joonisel 189. Kerge võnkepool liigub kitsas ringpilus elektro-

magneti ääriku ja kärni vahel ja paneb liikuma pooli külge kinnitatud difuusori. Teist tüüpi valjuhääldajate seast paistab dünaamiline välja oma heade omaduste poolest. Ta on küllalt tundlik ja ei moonuta ülekannet. Kuid dünaamilise valjuhääldaja tähtsaim väärtus on selles, et ta annab suure tugevusega heli.

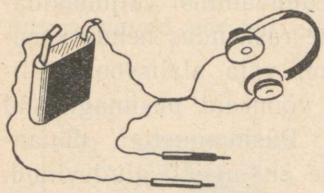
Kuni viimase ajani valmistati dünaamilisi valjuhäälda-jaid ainult elektromagnetitega. See raskendas nende kasutamist, sest et magneetimiseks oli vaja alalisvoolu allikat. Hiljuti hakati valmistama võimsaid püsimagneteid dünaamilistele valjuhääldajatele. Püsimagnetiga dünaamiliste valjuhääldajate kasutamine on õige laialt levinud.

Viimastel aastatel on meie tööstus hakanud välja laskma piesoelektrilisi valjuhääldajaid. Nende töötamine on rajatud mõnede ainete kristallide kokkutõmbumisele ja paisumisele, kui nende tahkudele rakendada elektripinge. See nähtus on vastupidine piesoelektrilisele efektile. Piesoelektrilise valjuhääldaja ehitus on väga lihtne (joon. 190). Koonilise difuusori tipp on kinnitatud ühe külge kahest kokkupandud plaadist, mis on välja lõigatud Seignette'i soola kristallist. Seignette'i sool on aine, mille kristallid omavad tugevat piesoelektrilist efekti. Plaadikeste vahele on asetatud õhuke alumiiniumileheke, mis on üheks elektroodiks. Teine elektrood on moodustatud kahest paralleelselt ühendatud alumiiniumilehekesest, mis katavad plaadikesi väljastpoolt.

Piesoelement on oma ehituselt väga sarnane kondensaatoriga, kuid siin on tavalise dielektriku (paberi, vilgukivi) asemel kasutatud Seignette'i soola. Väikesagedus-pinge antakse piesoelemendi plaatidele võimendustransformaatori kaudu, mis on asetatud valjuhääldajasse enesesse. Piesoelement on väga habras ja lakkab sageli töötamast, mis on seda tüüpi valjuhääldajate põhiliseks puuduseks.

10. Lihtsaim riketeotsija.

Enne kokkumonteerimist tuleb kõiki detaile hoolikalt kontrollida: kas i ole katkemisi poolides, kägipoolides ja transformaatorites, kas ei puutu kokku pöördkondensaatori plaadid, kas ühendused on küllalt hästi tehtud.



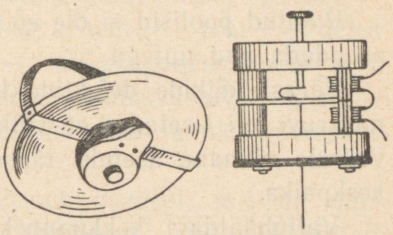
Joon. 191. Riketeotsija.

Väga lihtsa riketeotsija, nõndanimetatud «katsu», võib valmistada tavalisest telefonitorust või raadio peatelefonist ja taskulambipatareist (joon. 191). Telefonijuhtme üks ots kinnitatakse patarei ühe pooluse külge, teise otsa külge ja patarei teise pooluse külge kinnitatakse juhtmed, millede otsa asetatakse metallteravikud. Kui vooluring ei ole katkestatud, siis, puudutades katsu teravikkudega pooli otsi, kuuleme telefonis helilist plaksu. Kui vooluring on katkestatud, siis plaksu ei ole. Nii võib kontrollida iga detaili või vooluringi katkemist ja lühist. Peatelefoni asemel võib kasutada ka taskulambi pirni.

11. «Rekord»-tüüpi valjuhääldaja remontimine.

Enne kui rikkis valjuhääldaja lahti võtta, vaadake tähelepanelikult läbi juhe ja pistik, kas ei ole siin riket. Juhtme korrasolekut saab kontrollida elektrilaualambi või eelmises peatükis kirjeldatud riketeotsija abil. Kui valjuhääldaja töötab nõrgalt või ragiseb ning moonutab heli, võib arvata, et on vigastatud difuusor või ei ole korras nippel (puks difuusori tipus, mis pigistatakse kinni mehhanismi nõelale). Rebenenud koht difuusoril kleebitakse kirjutuspaberiga ja kontrollitakse, kas nipli mutter ja mehha-

nismi nõela hoidev külgkruvi on kõvasti kinni keeratud. Kui reguleerimiskruvi ei ole õigesti seatud, siis töötab ka valjuhääldaja nõrgalt ja heli on moonutatud. Pöörates reguleerimiskruvi vastu kellaosuti liikumise suunda, kuni ta on täiesti lahti, lülitatakse valjuhääldaja translatsioonvõrku ja hakatakse seejärel reguleerimiskruvi keerama kellaosuti liikumise suunas, kuni saadakse kõige tugevam ja puhtam heli. Reguleerimiskruvi ei tohi kasutada helitugevuse regulaatorina; teda võib keerata ainult valjuhääldaja korrastamisel. Kui valjuhääldaja vaikib, peab riket otsima mehhanismis. Selleks on vaja teha järgmist:



Joon. 192. Valjuhääldaja «Rekord» (ülevaade ja mehhanism).

1) Lahti keerata mõlemalt poolt suurte fassongpeadega kruvid ja eraldada valjuhääldaja kaartoelt.

2) Lahti keerata nipli külgkruvi.

3) välja keerata mõlemalt poolt kruvid, mis hoiavad mehhanismi plaati kaitsekatte äärisel, ja eraldada difuusor mehhanismist.

4) Lahti keerata kolm mutrit (nõela poolt), mis hoiavad katet, ja eemaldada viimane.

Mehhanism tähelepanelikult läbi vaadata. Võimalikud on järgmised rikked:

1) On lahti läinud juhtmete otsad, mis asetsevad valjuhääldaja klemmide all.

2) On katki vibraatori vedru, mille vastu toetub reguleerimiskruvi ots.

3) Puksid, mille vahele on kinnitatud ankru «sabake», ei ole õigesti asetatud. Mõlemal puksil on servikud.

Need servikud peavad olema suunatud ankru vaba otsa poole.

4) Ankur on paigalt nihkunud ja ei satu otsaga südamikkudevahelisse pilusse.

5) On kohalt nihkunud poolide südamikud.

6) Poolid on libisenud südamikkudelt ja puudutavad ankrut.

7) Poolides on traat katkenud (kontrollida riketeotsija abil).

Rikutud poolisid ei ole soovitav uuesti mähkida, parem asendada nad uutega.

Pärast kõikide defektide kõrvaldamist tuleb reguleerimiskruvi nii asetada, et väikesest surumisest vibraatori vedrule viimane asetuks täpselt südamikkudevahelise pilu keskpaika.

Valjuhääldaja kokkupanek toimub vastupidises järjekorras.

12. Raadiolampide kontrollimine.

Raadiolampide kontrollimiseks on olemas keerulisi aparaate, kuid lambi korrasolekut on osaliselt võimalik kontrollida ka riketeotsija abil. Sel puhul kontrollitakse, kas kütteniit on terve ja kas lambi sees esineb lühist tema üksikute osade ja jalgade vahel. Riketeotsija otste ühendamisel kütteniidi mõlema jalaga peab ta näitama «suletud ahelat». Katsu ühendamisel teise paari jalgadega ükskõik millises kombinatsioonis (kui lambil on kuplike, siis ka sellega), peab ta näitama «katkestust».

13. Raadiovastuvõtja ehitamine.

Raadiovastuvõtjad jagunevad oma iseloomult kahte liiki: nn. otsevõimendusvastuvõtjad ja superheterodüünvastuvõtjad. Siin kirjeldame ainult otsevõimendusvastu-

võtjaid, sest et superheterodüünvastuvõtjad ehk lühendatult superid on üsna komplitseeritud ja nende ehitamine nõuab küllalt suuri teadmisi, erilist aparatuuri ja töökogemusi.

Otsevõimendusvastuvõtjad koosnevad tavaliselt suursagedusastmetest, detektorastmest ja väikesagedusastmetest. Lihtsustatult märgitakse otsevõimendusvastuvõtjaid tavaliselt kolme märgiga, mis on omavahel sidekriipsudega ühendatud, kusjuures esimene märk — arv — tähistab suursagedusastmete arvu, teine — täht V — detektorastet, kolmas — arv — väikesagedusastmete arvu. Näiteks 2-V-1 tähendab otsevõimendusvastuvõtjat, millel on kaks suursagedusastet, detektoraste ja üks väikesagedusaste.

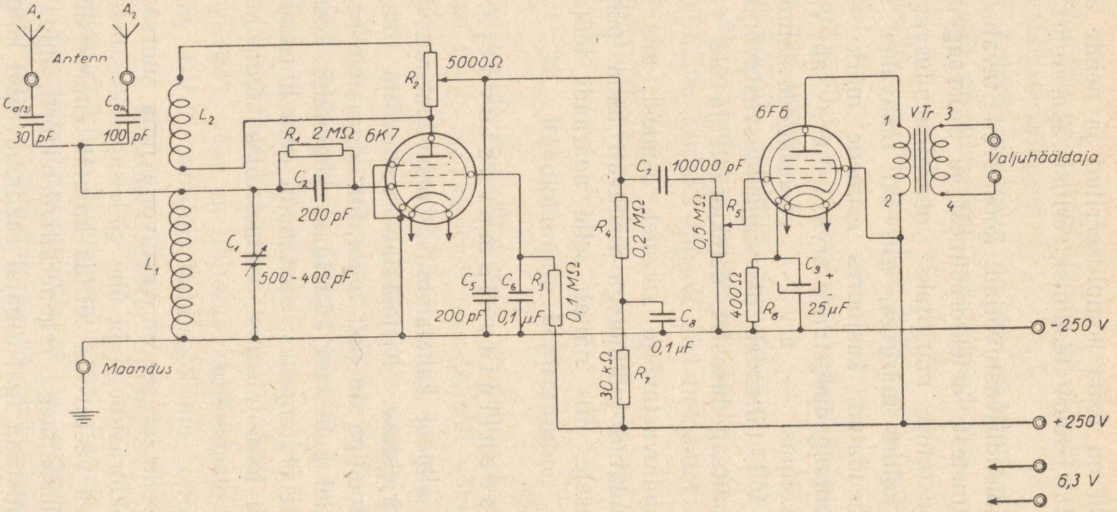
Iga raadiovastuvõtja koosneb osadest, mis on omavahel ühendatud juhtmetega vastavalt tema põhimõttelisele lülitusele, mis näitab selle aparaadi töötamispõhimõtet.

Iseehitatav lampvastuvõtja.

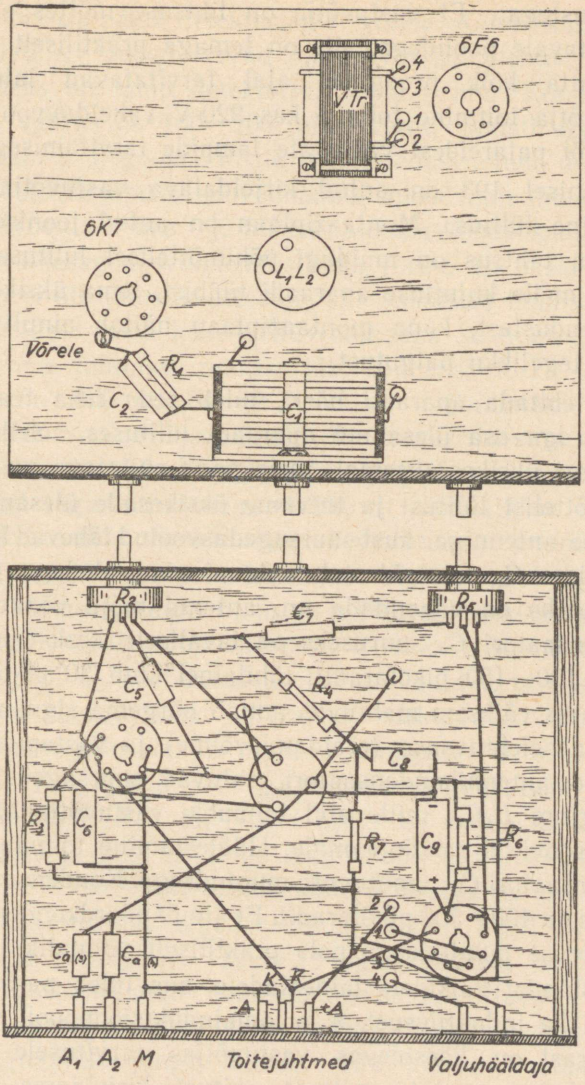
Toome allpool kahelambilise otsevõimendusvastuvõtja ehituse kirjelduse. Kirjeldatav vastuvõtja oma lihtsa konstruktsiooniga on just määratud algajatele raadiohuvilistele, kellel pole veel küllaldasi kogemusi keerukamate vastuvõtjate ehitamiseks; vaatamata oma lihtsusele annab ta küllaltki häid tulemusi, võimaldades kümnete saatjate rahuldavat vastuvõttu.

Vastuvõtja on koostatud lülituse 0-V-1 järgi, mis tähendab seda, et see on vastuvõtja ilma suursagedusastmeta, detektorastmega ja ühe väikesagedusastmega.

Esitatava vastuvõtja lülitus kujutab endast lihtsalt ühe väikesagedusastmega regeneratiivdetektorit, mida on võimalik valmistada igal algajal raadiohuvilisel kõige lihtsa-



Joon. 193. Kahelambilise regeneratiiv-vastuvõtja 0-V-1 lülitus.



Joon. 194. Vastuvõtja montaažiplaan.

mate tööriistadega ja kõige minimaalsemate praktiliste kogemustega. Et vastuvõtja on lihtsuse mõttes ehitatud vahetatavate poolidega, siis on temaga praktiliselt võimalik katta kõik praegusel ajal tarvitatavad lainealad. Vastuvõtja toitmine toimub kas 220-V vahelduvvoolu võrgust või patareidest vastavate lampide tarvitamisega.

Joonisel 193 on antud kirjeldatava vastuvõtja põhimõtteline lülitus. Montaažiplaan on antud joonisel 194. Suurem tähtsus on muidugi põhimõttelisel lülitusel, mis annab meile kujutluse aparaadi tüübist, tema üksikosadest ja ühendustest, kuna montaažiplaan näitab ainult üksikosade tegelikku paigutust.

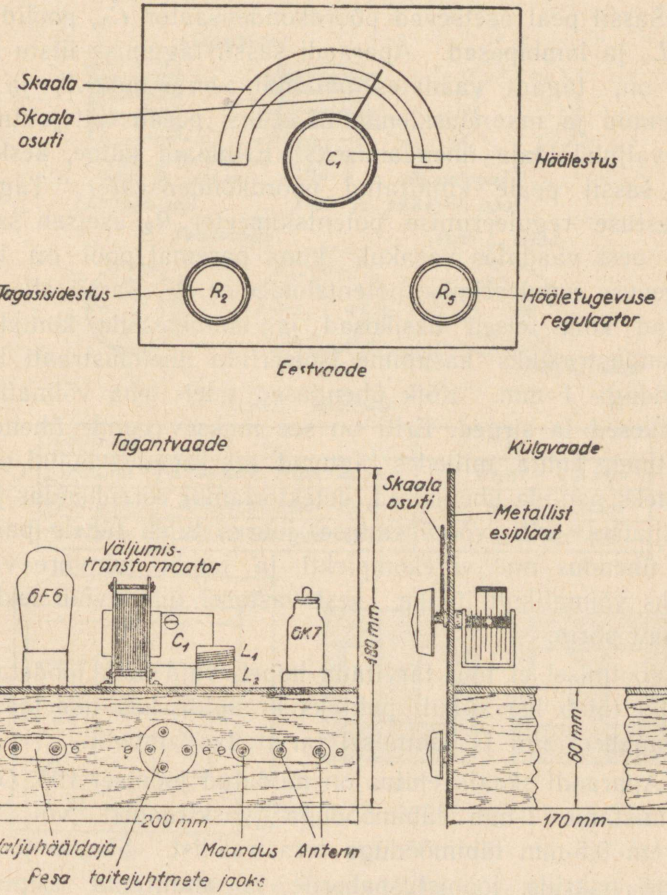
Et ehitada aparaati hästi, tuleb seda teha teadlikult, tundes iga osa ülesannet aparaadi lülituses. Sellepärast vaatleme üksikasjalisemalt meie poolt ehitatava vastuvõtja põhimõttelist lülitust ja tutvume üksikosade ülesannetega. Algame antenniga, kust suursagedusvoolud lähevad kondensaatorisse C_a, mis sidestab antenni võnkeahelaga ja mille ülesandeks on vähendada nn. antenni mõju võnkeringile. Kondensaatori C_a suuruseks on tavaliselt kesk- ja pikklainel 100—150 pikofaradit, lühilainel kuni 30 pikofaradit, kusjuures väiksem mahtuvus annab nõrgema signaali, kuid parema selektiivsuse (eraldamisvõime) ja vastupidi. Olles läbinud antennikondensaatori, satuvad suursagedusvoolud võnkeringi L_1C_1, mille abil toimubki vastuvõtja häälestamine soovitud raadiojaamale. Häälestamine toimub pöördkondensaatori C_1 mahtuvuse muutmisega. Kondensaatori C_1 suurus on 400—500 pikofaradit. Et ainult pöördkondensaatori mahtuvuse muutmisega pole praktiliselt võimalik teostada häälestamist kõikidele lainealadele, siis tuleb paralleelselt muuta ka induktiivsust, s. o. omainduktsioonpooli suurust. Seepärast on käesolevas vastuvõtjas tarvitusele võetud vahetatavad poolid, millede ehitust kirjeldame allpool.

Võnkeringist lähevad suursagedusvoolud läbi plokk-kondensaatori C_2 edasi detektorlambi võrele. Kondensaator C_2 ja takisti R_1 moodustavad nn. «võrekomplekti», mille ülesandeks on lamp detektorina tööle panna. Kondensaatori C_2 suurus on 100—200 pikofaradit, takisti R_1 suurus 1 kuni 3 megoomi. Peale suursagedusvoolude detekteerimist detektorlambis tekivad lambi anoodvooluahelas helisagedusvoolud, mis juhitakse sidestuskondensaatori C_7 kaudu väikesagedusvõimenduslambi võrele. Et ükski detektorlamp ei ole täiuslik detektor, siis pääsevad lambi anoodvooluahelasse koos helisagedusvooludega ka suursagedusvoolud, mis juhitakse maasse läbi kondensaatori C_5, mille suurus on 200 pikofaradit. Ühtlasi rakendatakse need suursagedusvoolud kasulikult nn. tagasisidestuses, mis tõstab suurel määral vastuvõtja tundlikkust ja võimsust. Niisugust tagasisidestusega detektorit nimetatakse regeneratiivdetektoriks. Selleks ongi detektorlambi anoodvooluringi lülitatud veel potentsiomeeter R_2 ja pool L_2, mis asetseb kõrvuti pooliga L_1 ja on mähitud eelmisega samale alusele. Olenevalt potentsiomeetri R_2 liikuva kontakti asendist on pool L_2 ühendatud ühel juhul lühidalt ja siis lähevad helisagedusvoolud otsekohe väikesagedusastmesse, kuna suursagedusvoolud lähevad kondensaatori C_5 kaudu maasse. Teisel juhul läbib aga osa anoodvoolust pooli L_2 ja potentsiomeetri R_2. Et poolid L_1 ja L_2 asetsevad kõrvuti ühel alusel ja neil on ühine magnetväli, siis moodustavad nad nn. suursagedustransformaatori, kusjuures anoodahelasse pääsenud suursagedusvoolud, läbides pooli L_2, kanduvad üle poolile L_1. Tekibki tagasisidestus, kusjuures need tagasikandunud suursagedusvoolud liituvad vastuvõetud suursagedusvooludega, mille tõttu detektorisse minevate signaalide pinge tõuseb, mis tähendab omakorda vastuvõtja tundlikkuse ja võimsuse tõusu. Et saavutada

nende voolude liitumist, peavad poolide L_1 ja L_2 mähised olema keritud ühesuunaliselt ja L_2 otsad peavad olema õigesti ühendatud. Potentsiomeetri R_2 suurus on 5000 oomi. Takisti R_3 annab varivõrepinget detektorlambile, tema suuruseks on 0,1—0,2 megoomi, kuna nn. šuntploki C_6 suurus on 0,1—0,25 mikrofaradit. Takistit R_4, mille suuruseks on 0,2—0,25 megoomi, nimetatakse detektorlambi koormustakistiks; temaga järjestikku olev takisti R_7 ja šuntplokk C_8 moodustavad nn. lahtisidestusfiltri, mille ülesandeks on võimalike kahjulikkude sidestuste vältimine; R_7 suurus on 30 000—50 000 oomi ja C_8 suurus 0,1—0,25 mikrofaradit. Teise lambi ülesandeks on võimendada detektorlambi anoodilt sidestuskondensaatori C_7 kaudu saabuvaid helisagedusvoole soovitava tugevuseni ja sellepärast nimetatakse teda heli- ehk väikesagedusvõimendajaks. Väikesagedusvõimenduslambi võre ja maa vahele on lülitatud 0,5-megoomine potentsiomeeter R_5, mille abil reguleeritakse helitugevust. Et võimenduslamp töötaks korralikult, moonutusteta, peab tema juhtvõre omama katoodi suhtes negatiivset pinget. See eelpinge saadakse 400-oomise takisti R_6 abil, mis on lülitatud lambi katoodi ja mis kandub võrele takisti R_5 kaudu. Paralleelselt katoodtakistiga on lülitatud šuntplokk C_8, mis on madalpingeline, võimalikult suure mahtuvusega (5—50 mikrofaradit) elektrolüütkondensaator. Võimendatud helisagedusvõnked lähevad lambi anoodvooluringist sinna lülitatud väljumistransformaatori *Vt* kaudu valjuhäälditesse. Väljumistransformaatori ülesandeks on valjuhääldaja sobitamine vastavale lambile ja sellega maksimaalse helitugevuse ja loomutruu ülekande kindlustamine.

Vastuvõtja montaaž.

Vastuvõtja šassii valmistame vineerist ja puust, mõõtmetega 200×170×60 mm. Esiplaadi suuruseks on 200×180 mm. Esiplaat tuleb seseküljelt katta õhukese ple-



Joon. 195. Aparaadi eest-, tagant- ja külgvaade.

kiga, mis on vajalik aparaadi varjestamiseks kuulaja keha mõju eest. Keha avaldab aparaadi häälestusele suurt mõju eriti lühilainetel. Varjestusplekk tuleb ühendada maaga, s. o. aparaadi üldmiinusega. Šassii ehitus ja üksikosade paigutus, aparaadi montaažiplaan, on üksikasjaliselt antud joonistel 194 ja 195.

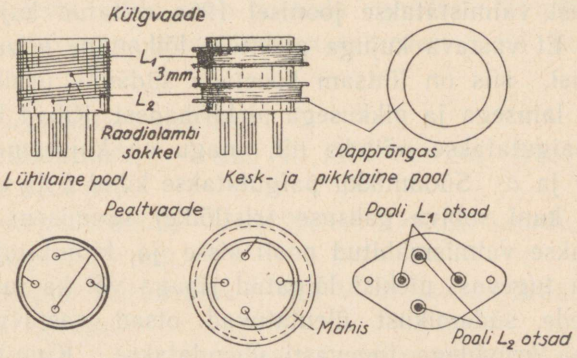
Šassii peal asetsevad pöördkondensaator C_1, poolid L_1 ja L_2 ja lambipesad. Aparaadi šassii tagumise liistu küljes on, tagant vaadates paremal, antennide A_1 ja A_2 klemmid ja maandusklemm M, edasi pesad toitejuhtmete ja valjuhääldaja ühendamiseks. Esiplaadi külge, keskele, on šassii peale kinnitatud pöördkondensaator. Tagasisidestuse reguleerimise potentsiomeeter R_2 asetseb šassii all, eest vaadates vasakul, kuna paremal pool on helitugevuse reguleerimise potentsiomeeter R_5. Šassii all asetsevad kõik teised üksikosad ja lambipesade kontaktid. Ühendustraadiks kasutame isoleeritud ühendustraati läbimõõduga 1 mm. Kõik ühendused tuleb teha võimalikult lühikesed ja sirged. Eriti on see maksev nende ühendusjuhtmete kohta, milledes liiguvad suursagedusvoolud, nagu näiteks poolide ühendused, detektorlambi võreühendus jne., kusjuures eriti võreühenduse juures tuleb tähele panna, et ühendus nn. võrekomplekti ja lambi juhtvõre vahel oleks võimalikult lühike, sest vastasel juhul võib tekkida segav põrin.

Jootmisel ei tohi tarvitada hapet, vaid kõik joodetavad otsad tuleb korralikult puhtaks kraapida kas noaotsa või liivapaberi abil ja jootmisel tarvitada kampolit.

Aparaadi skaala ehitus on näidatud joonisel 195. Osuti valmistame 1-mm läbimõõduga vasktraadist või veel parem 0,5-mm läbimõõduga terastraadist. Skaala joonistame paksule joonistuspaberile ja kinnitame esiplaadi külge.

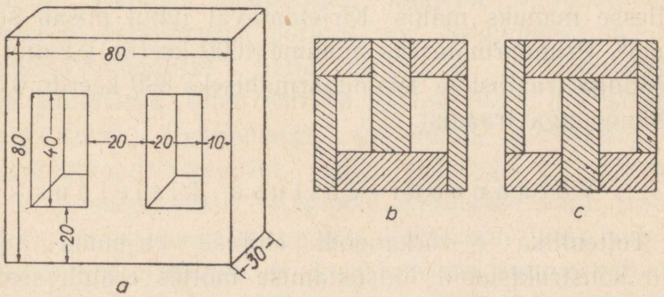
Poolide alusteks kasutame vanade, läbipõlenud raadiolampide sokleid, millised eraldame ettevaatlikult klaaskolvi küljest. Andmed poolide kohta ja nende ehitus on üksikasjaliselt esitatud joonisel 196.

Aparaadi väljumistransformaator tuleb meil ise valmistada. Et praegu on üldiselt laialt levinud valjuhäälda-



Poolide andmed

Laineala	L_1	L_2
Lühilaine	7 keerdu, traat-0,5 mm	5 k., traat – 0,2 mm
Kesklaine	80 keerdu, traat-0,2 mm	20 k., traat- 0,2 mm
Pikklaine	350 keerdu, traat-0,15 mm	80 k., traat- 0,15 mm



Joon. 196. Poolide ehitus ja andmed ning raadiotransformaatori südamiku koostamine.

jad translatsioonvõrgule, siis annamegi allpool kirjelduse niisuguse väljumistransformaatori ehitamisest, mille abil saame tööle rakendada igasugust translatsioonvõrgu valjuhääldajat.

Transformaatori ehitust on kirjeldatud eelmises peatükis p. 9. Raadioaparaadile sobiva transformaatori ehitamiseks tuleb aga kasutada erilist nn. transformaatoriplekki, millest valmistatakse joonisel 196*a* esitatud kujuga südamik. Et vastava kujuga plekitüki lõikamine nõuab eriseadeldisi, siis on lihtsam koostada südamik üksikuist vastava laiusega ja pikkusega plekiribadest. Ribad lõigatakse ja paigutatakse näiteks nii, nagu on kujutatud joonisel 196*b* ja *c*. Südamikku paigutatakse kihid *b* ja *c* vaheldumisi kuni sobiva paksuse (ristlõike) saamiseni. Südamik laotakse valmismähitud pooli sisse ja kinnitatakse otstes nelja tugevast plekist lõigatud ribaga või ka puitliistuga, millede südamikust üleulatuvad otsad vastavalt paarikaupa kruvidega tugevasti ühendatakse. Kinnitusviis on selgesti näha joonisel 197 kujutatud trafo juures.

Joonisel 196 on esitatud väljumistrafo ehituseks vajalikud andmed. Neid võib muuta, kuid oluliseks tingimuseks on, et raudsüdamiku, s. o. keskmise raudsamba puhta raua ristlõige oleks vähemalt 5,5 cm² ja aken nii suur, et sellesse mahuks mähis. Kirjeldataval juhul piisab selleks 8 cm². Primaarmähiseks mähime 4000 keerdu 0,2-mm läbimõõduga traadist ja sekundaarmähiseks 800 keerdu 0,5-mm läbimõõduga traadist.

Võrkanoodi ehituse kirjeldus.

Toiteallika — võrkanoodi ehituse kirjeldus antakse siin konstruktsiooni lihtsustamise mõttes eraldi, sest esiteks võivad noorel raadiohuvilisel tema väheste töökogemuste tõttu tekkida vastuvõtja ja võrkanoodi koosehita-

misel igasugused segavad põrinad ja teiseks võib seda võrkanoodi hiljem kasutada teise aparaadi jaoks, ilma et oleks vaja võrguosa uuesti monteerida.

Võrgutrafo ehitamiseks vajaliku raudsüdamiku ristlõige on 7 cm². Kasutada võib igasuguse kujuga trafoplekke, mille mähiseakna suuruseks on 12—15 cm². Trafo mähkimisel tuleb iga mähisekihi vahele panna kiht parafineeritud siidpaberit, mida saab hankida vanadest, läbipõlenud, suure mahtuvusega plokk-kondensaatoritest neid lammutades.

Transformaatori andmed:

1) Primaarmähis — 220 V. 1350 keerdu, traat läbimõõduga 0,35 mm.

2) Sekundaarmähis — 2×250 V. 2×1625 keerdu, traat läbimõõduga 0,20 mm.

3) Lampide küttemähis — 6,3 V. 41 keerdu, traat läbimõõduga 1,0 mm.

4) Alaldaja lambi küttemähis — 5 V. 33 keerdu, traat läbimõõduga 1,0 mm.

Alaldaja lambiks kasutame kahepoolset alaldajat 5Ц4С. Otseselt alaldajast saadud vool on pulseeriv, s. t. tema pinge kõigub perioodiliselt nullist maksimumini. Toites niisuguse vooluga vastuvõtjat, kuuleme valjuhääldajast tugevat madalatoonilist põrinat, nn. võrgumüra, mis teeb vastuvõtu võimatuks. Selle vältimiseks, s. t. pulseeriva voolu silumiseks, tuleb ehitada vastav filter, mis koosneb kahest suure mahtuvusega (vähemalt 8 mikrofaradit) elektrolüütkondensaatorist, mille tööpinge on vähemalt 350 V, ja kägipoolist. Kägipool ehitatakse nagu trafogi, kuid ta omab ainult üht mähist. Kägipooli jaoks vajaliku raudsüdamiku ristlõige on 3 cm², akna suurus vähemalt 4 cm², keerdude arv 2000 ja traat läbimõõduga 0,2 mm. Traat niihästi trafo kui ka kägipooli jaoks peab olema

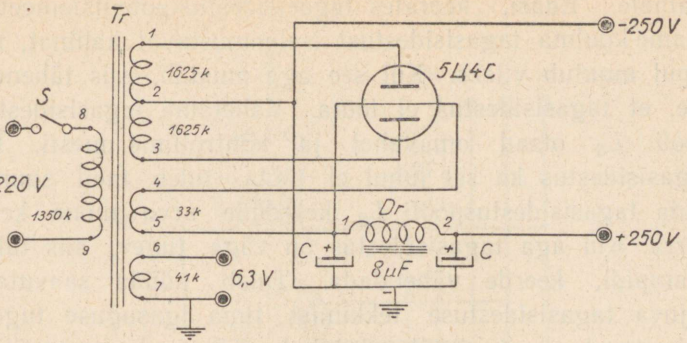
lakk-isolatsiooniga. Võrkanoodi ehitus on üksikasjaliselt näidatud joonisel 197.

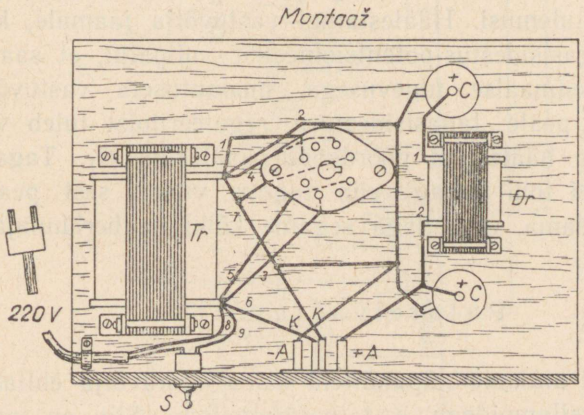
Võrgutrafo primaarmähise otsad ühendame hariliku elektrijuhtme abil pistikuga, mis võimaldab seadeldise lülitamist vooluvõrku.

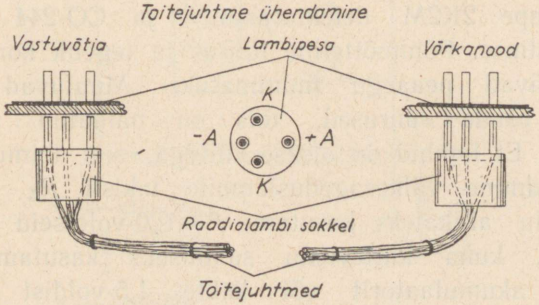
Võrkanoodi ühendamiseks vastuvõtjaga tuleb kasutada nelja juhet. Ühendada tuleb vastavalt võrkanoodi ja vastuvõtja samanimeliste tähistega märgitud klemmid. Et ühendused segi ei läheks, tuleb kasutada erivärvilisi juhtmeid või ühendada mõlema juhtmekimbu otsa vana raadiolambi neljaharuline sokkel, nagu on kujutatud joonisel 197. Vastavakujulised pesad tuleb kinnitada nii võrkanoodi kui ka vastuvõtja külge.

Vastuvõtja töölerakendamine.

Lõpetanud vastuvõtja ja võrkanoodi monteerimise, kontrollime põhjalikult veel kord kõik ühendused, asetame pooli pesasse, ühendame vastuvõtjaga valjuhääldaja, antenni, maanduse ja võrkanoodi. Leidnud kõik korras olevat, võime voolu sisse lülitada. Kui kõik ühendused on korralikult tehtud ja vastuvõtja on hoolikalt monteeritud, siis peab vastuvõtja kohe, niipea kui lambid on soojaks läinud, tööle hakkama. Selle tunnuseks on tugev põrin valjuhääldajas, kui oleme helitugevuse regulaatori asetanud maksimaalsele helitugevusele ja puudutanud sõrmega ettevaatlikult detektorlambi võrekontakti. Kui põrinat ei ole, siis peame kindlaks tegema, milles on viga. Kontrollime väikesagedusastet, puudutades kruvikeeraja või sõrmega ettevaatlikult 6F6 juhtvõrekontakti, kus peab samuti kuulduma põrinat. Kui seda pole, siis tähendab see, et viga peitub väikesagedusastmes, põrina puhul tuleb aga kontrollida detektorastet. Kui kõik on korras ja mõlemad astmed töötavad, püüame vastuvõtjat häälestada mõnele





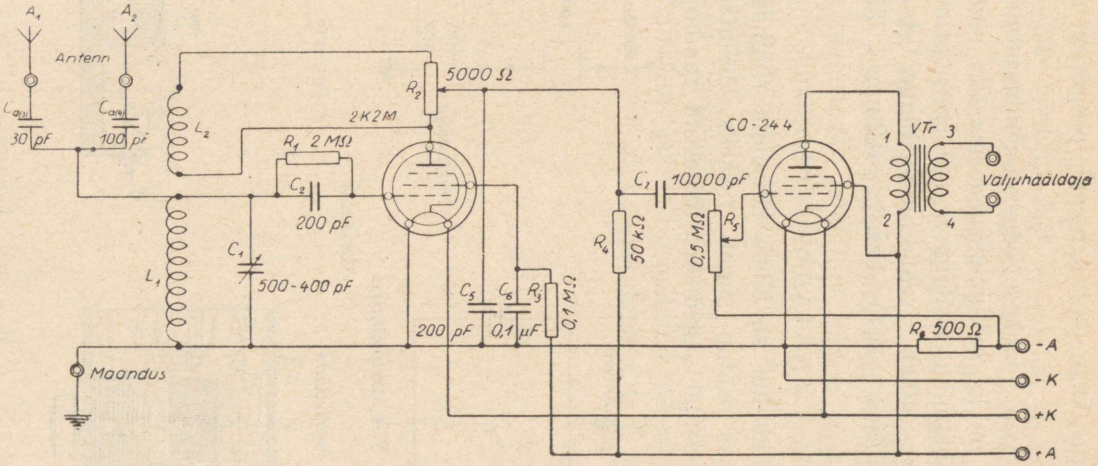


Joon. 197. Võrkanoodi ja toitejuhtmete lülitus ja montaaž.

jaamale. Edasi, keerates tagasisidestus-potentsiomeetrit, peame kuulma tagasisidestust iseloomustavat kahinat, mis lõpul muutub vileks. Kui see aga puudub, siis tähendab see, et tagasisidestus ei tööta. Vahetame tagasisidestuspooli L_2 otsad omavahel ja kontrollime uuesti. Kui tagasisidestus ka sel juhul ei tööta, tuleb meil suurendada tagasisidestuspooli L_2 keerdude arvu mõne keeru võrra. Kui aga tagasisidestus on väga tugev, siis tuleb, vastupidi, keerde vähendada. Tuleb püüda saavutada sujuva tagasisidestuse tekkimist ilma igasuguse tugeva naksatuseta, sest ainult sel juhul võib saada vastuvõtjalt parimaid tulemusi. Häälestanud vastuvõtja jaamale, keerame tagasisidestus-potentsiomeetrit niipalju, et saavutame maksimaalse tugevusega, moonutuseta vastuvõtu, kusjuures peale tagasisidestuse reguleerimist tuleb veel reguleerida häälestust pöördkondensaatoriga C_1. Tagasisidestust ei tohi kunagi viia tugeva vileni, sest peame meeles pidama, et sellega segame kõiki naaberkuulajaid.

Patareivastuvõtja.

Allpool anname näpunäiteid sama vastuvõtja ehitamiseks patareilampidega, s. t. patareitoitega. Siin on tarvitatud lampe 2K2M detektorastmes ja CO-244 väikesagedusastmes. Põhimõtteline lülitus ja tegelik konstruktsioon jäävad peaaegu muutmatuks. Muutuvad ainult üksikute osade suurused, mis on näidatud skeemil joon. 198. Et lambid on otsese küttega, siis toimub eelpinge andmine väikesageduslambile takisti R_5 kaudu. Anoodvoolu allikateks kasutame 8—120-voldiseid anoodpatareisid, kuna küttevoolu saamiseks kasutame kas 2-voldist akumulaatorit või kahte 1,5-voldist järjestikku ühendatud suure mahtuvusega kuivelementi. Kuiv-



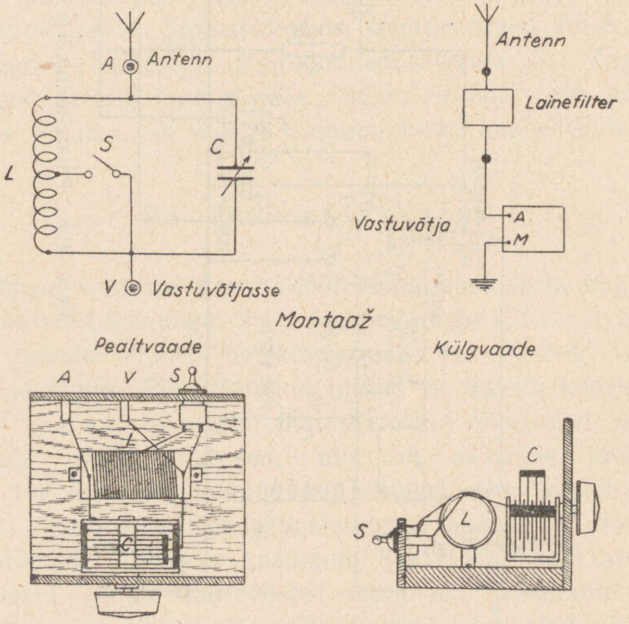
Joon. 198. Patareivastuvõtja lülitus.

elementide tarvitamisel tuleb küttevooluahelasse lülitada reostaat, kuna kahe kuivelemendi pinge on alguses 3 volti.

Et meil on väikesagedusvõimendusastme lambiks CO-244, siis on ka väljumistransformaatori andmed pisut erinevad. Südamiku ristlõige on 3 cm², primaarmähise keerdude arv 4000, traat läbimõõduga 0,1 mm ning sekundaarmähises 1000 keerdu 0,2-mm läbimõõduga traati.

Lainefilter.

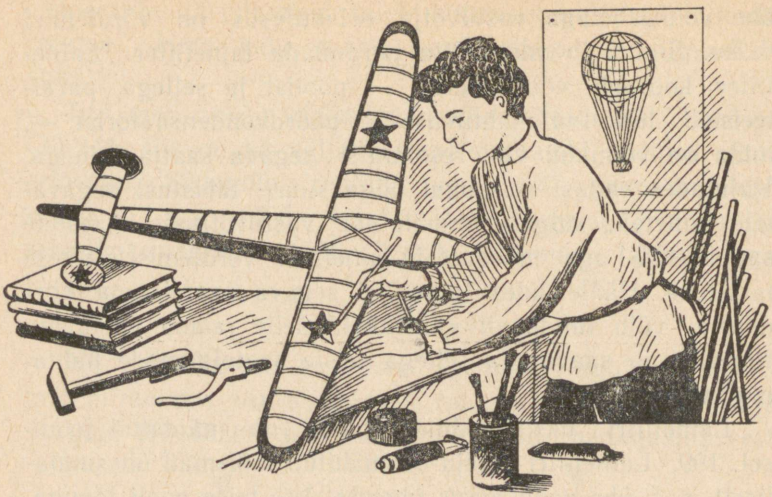
Nii kohaliku kui ka teiste lähemate ringhäälingusaatjate piirkonnas osutub sageli raskeks kuulata võimsale saatjale lähedastel sagedustel töötavaid raadiojaamu, sest



Joon. 199. Lainefilter.

ühe võnkeahelaga vastuvõtja selektiivsus on võrdlemisi väike. Siin võib vastuvõttu parandada lainefilter. Lainefilter koosneb võnkeahelast — poolist ja sellega paralleelselt lülitatud mahtuvusest, pöördkondensaatorist —, mida on võimalik viia resonantsi segava saatja lainega. Kujutades endast sel juhul väga suurt takistust segavatele lainetele, sulgeb ta neile tee vastuvõtjasse. Teistele sagedustele aga moodustab lainefilter võrdlemisi väikese takistuse. Häälestades lainefiltri segava saatejaama sagedusele, võib tunduvalt vähendada selle jaama vastuvõtu tugevust ja saavutada sellega teiste saatejaamade puhtamat vastuvõttu.

Lainefiltri üksikasjaline ehitus on näidatud joonisel. 199. Lainefiltri poolid on mähitud mõlemad ühesuunaliselt, s. t. ühe pooli algus ühendatakse teise pooli lõpuga.



VI. LENNU- JA ÕHUSÕIDUASJANDUS.

Lendamise idee tekkis mitusada aastat tagasi: inimesed vaatlesid tuhahelvete ja suitsu tõusu lõkkelt, putukate ja lindude lendu, ning juba siis tekkis inimesel soov lennata nii, nagu lendavad linnud.

Kuid kõik katsed lennata tiibade abil nurjusid: inimjõud ei olnud küllaldane raskustungi ületamiseks ja kukkudes inimesed vigastasid end ja said isegi surma. Alles XVIII sajandi lõpul, kui hakati sügavamalt ja põhjalikumalt mõistma füüsikaseadusi, tulid inimesed mõttele tõusta õhku palliga, mis on täidetud õhust kergema gaasiga. Nii tekkis õhusõit — lendamine õhust kergemail vahendeil.

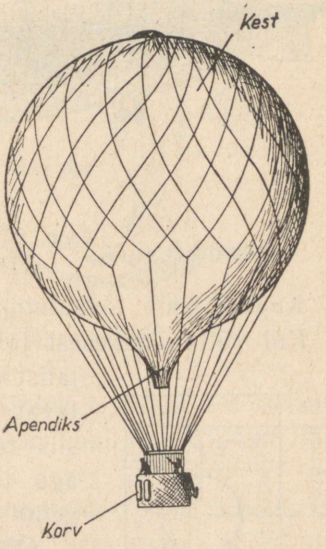
Aerostaadile ehk õhupallile monteeritud mootor kindlustas temale vaba liiklemise õhus — tema lend sai juhitavaks, kuid alles 1882. aasta lõpul, kui ehitati küllalt võimas ja kerge mootor, eraldus esmakordselt maa küljest

õhust raskem aparaat — lennuk, mis oli ehitatud vene leiduri A. F. Možaiski poolt.

Vastavalt sellele lennuaparaatide liigitamisele esinevad ka lennukimudelite ehitamise alal nende kahe tüübi mudelid.

1. Õhust kergemad aparaadid.

Õhusõiduaparaadid jagunevad aerostaatideks (joon. 200) ja dirižaableiks (joon. 201). Esimesed ei ole juhitavad ja lendavad õhuvoolust aetuna (tuulega); teised — dirižaablid — on varustatud mootori ja propelleriga ning liiguvad olenemata tuulest. Kinnitatavad aerostaadid on seotud trossiga maa külge. Neid kasutatakse eriti õhutõkete loomiseks. Vabad aerostaadid omavad sfäärilist (kerakujulist) vormi ja sageli nimetatakse neid õhupallideks. Niisugused «sfäärikud», mis tõusevad 8—9 km kõrgusele, kannavad substratostaatide erinimetust, erinevalt stratostaatidest, mis tõusevad rohkem kui 14—15 km kõrgusele ja millel on õhukindlalt suletavad kabiinid ning hapnikuvaru meeskonnale hingamiseks.

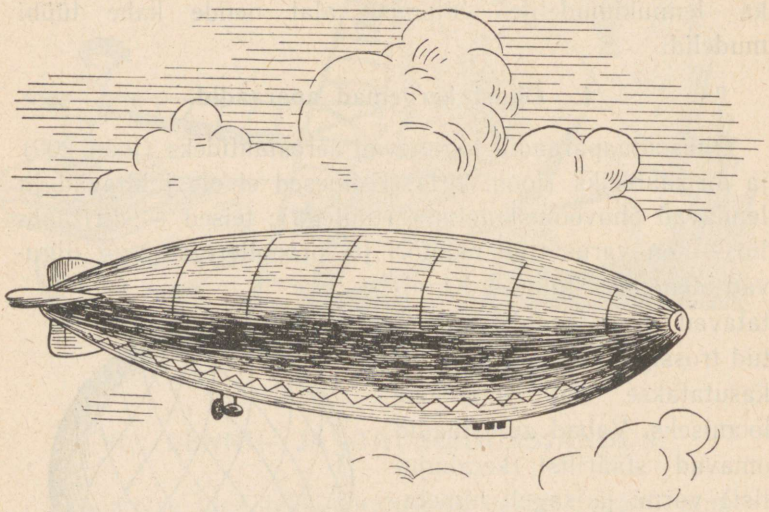


Joon. 200. Sfääriline aerostaat.

Kuidas lendab aerostaat.

Iga maapinnal asetsev keha on tungi mõju all, mis tõmbab teda maapinna ligi. Seda tungi nimetatakse keha

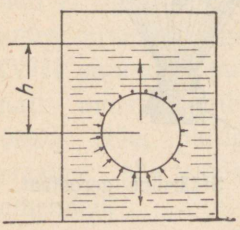
kaaluks. Et tõusta õhku, selleks peab inimene maa külgetõmbetungile vastu seadma suuruselt võrdse või suurema tõusutungi.



Joon. 201. Dirižaabel.

Kuidas tekib tõusutung aerostaadil?

Kui võtta õhukesest ja gaasi mitteläbilaskvast materjalist valmistatud kest, mis omab teatavat kaalu, ning õhku täis puhuda, siis ta jääb lamama maa peale, kui aga täidame sama kesta õhust kergema gaasiga, siis tõuseb ta õhku.

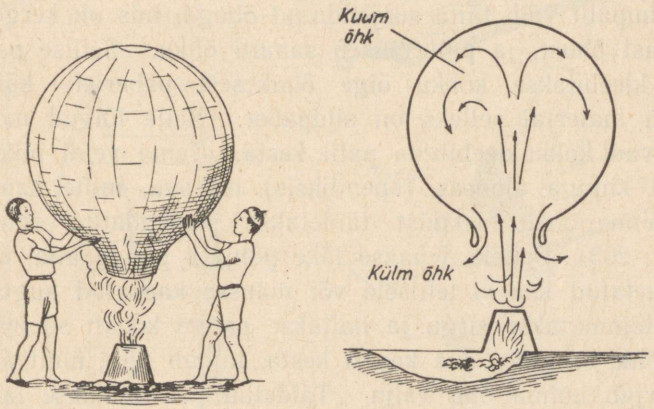


Joon. 202. Noolekeste pikkus näitab, et vees on rõhumine mullikese alumisele pinnale suurem.

Oleme korduvalt näinud veeklaasi põhjast tõusvaid õhumullikesi. See toimub põhjusel, et õhumullikesele rõhub igalt poolt vesi. Rõhu suurus on sõltuv veesamba kõrgusest (joon. 202). Ja et mullikese alumise osa pind on

sügavamal, siis on rõhumine alt üles suurem. Üldine tung tõukab seepärast mullikesed üles. Mullike on täidetud õhuga, mis on veest 700 korda kergem, ja selle tõttu on tema kaal väike. Tõusutung võrdub mullikese poolt väljatõrjutud vee kaaluga ja on tunduvalt suurem mullikese kaalust.

Asendades õhumullikese niisama suure puidust kuulikesega, näeme, et see tõuseb aeglasemalt, metallist kuu-



Joon. 203. Õhupalli lennutamine.

like aga langeb kohe põhja. Järelikult, kogu asi seisneb tungide vahekorras: kui mullikese kaal on väiksem, tõuseb ta üles.

Aerostaat on samasugune «mullike», kuid mõõtmetelt palju suurem. Pealegi ta ei uju vees, vaid õhus, mis samuti püüab aerostaati üles tõsta. Aerostaadi tõus teostub, kui tema kaal (koos teda täitva gaasiga) on väiksem tõusutungist. Selleks peab aerostaadi konstruktsioon olema küllalt kerge ja teda tuleb täita kerge gaasiga. Tavaliselt kasutatakse selleks otstarbeks vesinikku või

heeliumi. Vesinik on 14 korda kergem õhust ja mitu korda odavam heeliumist, kuid kergesti süttiv.

Kerge on arvestuse abil kontrollida, kas aerostaat tõuseb või mitte, kasutades Archimedese seadust, mille järgi tõusutung on võrdne kera ümbritseva keskkonna kaaluga kera mahu ulatuses.

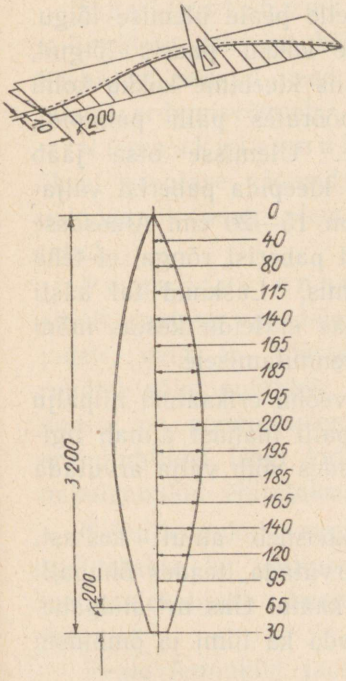
Tuleb tähelepanu pöörata sellele, et õhupalli tõusutung muutub, sest kõrguse suurenemisega väheneb ümbritseva õhu tihedus.

Õhupalli võib täita soojendatud õhuga, mis on kergem külmast õhust, ja pall tõuseb samuti õhku. Sellise palli kest kleebitakse kokku õige õhukesest paberist; kõige parem materjal selleks on siidpaber. Selle lõigud moodustavad kokkukleebituna palli kesta. Tema veidi pikendatud kujuga alaosas (apendiksis) on ava, mille kaudu pall enne õhku laskmist täidetakse soojendatud õhuga (joon. 203). Selleks tehakse lõke põhjata pange alla, mis on asetatud kahele tellisele või maasse kaevatud augule. Pall tõmmatakse sirgu ja hoitakse pange kohal: soojenenud õhk, tungides ava kaudu kesta, täidab selle ülalt alla ja tõrjub külma õhu välja. Täidetud pall lastakse lahti ja ta lendab tõustes nii kaua, kuni õhk temas jahtub.

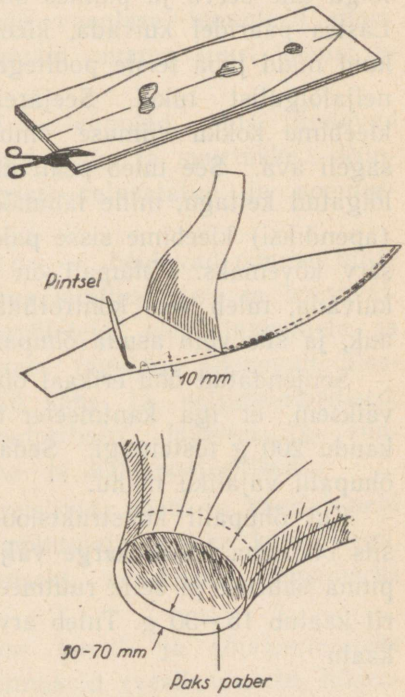
Toome sellise 2-m läbimõõduga õhupalli valmistamise kirjelduse. Et kest oleks kerakujuline, on vaja see kokku kleepida vähemalt 12 lõigust. Kõigepealt joonestame paksemale paberile kera lõigu šablooni (joon. 204). Selleks murrame pikuti pooleks 320 cm pikkuse ja 43—44 cm laiuse pabeririba. Murdejoonelt tõmbame iga 20 cm järel ristjooned. Igale ristjoonele märgime murdejoonest mõõtes joonisel näidatud pikkusega lõigud. Ühendades lõikude otsad joonega saame kestalõigu piirjoone. Väljapoole seda joont tuleb tõmmata 10 mm kaugusele teine joon, mis annabki šablooni servad. Niisugune lisaäär

on vajalik lõikude kokkukleepimiseks. Lõigates kääridega liigse paberi ära, pöörame šablooni lahti.

Seejärel kleebime siidpaberi 320 cm pikkusteks ja 43—44 cm laiusteks ribadeks. Neid ribasid peab olema



Joon. 204.
Šablooni väljajoonestamine.



Joon. 205. Õhupalli ehitamine.

kaksteistkümmend. Asetame kõik need kaksteistkümmend riba üksteise peale, kõige peale aga lahtipööratud šablooni, surume nad siis mingisuguste raskete esemetega kokku ning lõikame seejärel ettevaatlikult šablooni järgi välja (joon. 205, ülal). Järgnevalt asume töö kõige ras-

kema osa — kesta kokkukleepimise juurde. Kõige parem on kleepida tärklisest valmistatud kliistriga või siis vedela tisleriliimiga, kuid töö viimasega ei ole nii puhas.

Esialgu kleebime paarikaupa kokku õhupalli kesta lõigud, määrides selleks kliistriga 10 mm laiuselt alumise lõigu ühe serva ja pannes siis selle peale ülemise lõigu. Lastes paaridel kuivada, kleebime kokku paaris lõigud, kuid nüüd juba teiste pooltega. Siis kleebime kokku kolm neljalõigulist tükki. Seejärel, pöörates palli pahupidi, kleebime kokku viimase õmbluse. Ülemisse otsa jääb sageli ava. See tuleb pealt kinni kleepida paberist väljalõigatud kettaga, mille läbimõõt on 15—20 cm. Alaosasse (apendiksi) kleebime sisse paksust paberist rõnga, et teha serv kõvemaks. Õhupall on valmis. Lasknud tal hästi kuivada, tuleb veel kontrollida, kas ei leidu kestas mõni auk, ja siis võib asuda õhupalli lennutamisele.

Soojendatud õhu erikaal on suveõhu erikaalust niipalju väiksem, et iga kantmeeter õhupalli mahust annab ligikaudu 200 g tõstetungi. Seda teades võib välja arvutada õhupalli vajaliku mahu.

Kui õhupalli konstruktsioon koosneb ainult kestast, siis on tema kaalu kerge välja arvutada, teades õhupalli pinna suurust ja selle ruutmeetri kaalu. Üks m^2 siidpaberit kaalub 15—30 g. Tuleb arvestada ka liimi ja õmbluste kaalu.

2. Õhust raskemad aparaadid.

Kõige enam levinud õhust raskemad aparaadid on lennuk ja plaaner. Me käsitleme siin ainult neid.

Vahe plaaneri ja lennuki vahel seisneb selles, et plaaneril puuduvad mootor ja propeller — veojõu allikas.

Lennukite tüüpe on väga palju. Nad erinevad ükstei-

sest mitte ainult kujult, mõõtmetelt ja kaalult, vaid ka terve rea teiste tunnuste poolest.

Olenevalt oma ülesandest jagunevad lennukid sõja- ja tsiviillennukiteks. Kaasaegsete sõjalennukite tüübid on järgmised:

Hävituslennukid — õhuvõitluse lennukid, mille ülesandeks on hävitada vaenlase lennukeid õhus. Seepärast peavad need lennukid omama suurt kiirust ja manööverdamisvõimet.

Rünnakulennukid — lennukid, mis ründavad õhust vaenlase vägesid, tema tanke ja suurtükke. Rünnakulennuk peab olema hästi relvastatud ja soomustatud.

Pommituslennukid — heidavad pomme mitte ainult vastase vägedele, tema kindlustustele ja lennuväljadele, vaid ka tööstusettevõtetele, elektrijaamadele ja raudtee sõlmpunktidele vastase tagalas. Olenevalt ülesandest on pommituslennukid kahe- ja neljamootorilised, erandjuhtudel isegi kuuemootorilised. Hävitus- ja rünnakulennukid ehitatakse ühe- ja kahemootorilised.

Tsiviillennukid veavad reisijaid, posti ja kaupu; neid kasutatakse ka võitluseks põllumajanduslike kahjuritega, metsatulekahjude kustutamiseks, aerofotode tegemiseks jne.

Peale lennukite jaotamise tsiviil- ja sõjalennukiteks eristatakse maa- ja hüdrolennukeid (vesilennukeid, hüdroplaane). Hüdroplaanidel on veele maandumiseks ujukid või paaditaoline kere.

Lennukeid eristatakse ka teiste tunnuste, näiteks kandepindade arvu järgi. Lennukit, millel on kaks teineteise kohal asetsevat kandepinda, nimetatakse biplaaniks. Siiski kasutatakse sagedamini ühepinnalisi lennukeid — monoplaane.

Mootorite tüübi järgi eristatakse lennukeid kolbmootoritega (bensiini- või diiselmootoritega), mis panevad pöörlema propelleri, ja lennukeid reaktiivmootoritega, kus veojõud luuakse sellise mootori düüsist väljapaiskuva gaaside joa reaktsiooni tulemusena. Reaktiivmootorite ilmumine avas lennunduses uued võimalused ja reaktiivlennukid saavutavad seninähtamatuid lennukiirusi ja -kõrgusi.

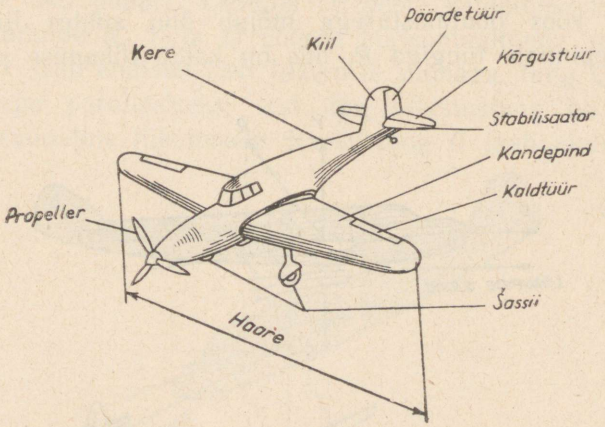
Lennuki ehitus.

Joonisel 206 on kujutatud tüüpiline ühemootoriline lennuk-monoplaan. Selle peamine osa on kandepind. Et kandepind annaks küllaldase tõstejõu, tuleb ta raskematel lennukitel teha õige suurena. Kui kõige väiksemate sõjalennukite — hävituslennukite — kandepinna pikkus ehk, nagu seda nimetatakse, haare ei ületa 10—12 m, siis kõige suurematel — rasketel pommituslennukitel — ületab haare 60 m.

Lennuki teiseks väga tähtsaks osaks on horisontaal- ja vertikaalpinnad ehk lihtsalt saba-juhtpinnad. Juhtpindade ülesanne on anda lennukile liikumise stabiilsust ja kindlustada tema juhitavust. Lennuki nina allalaskmine või tõstmine (s. o. keeramine tema kandepinna ümber) toimub kõrgustüüri pööramisega, pööre paremale või vasakule (lennusuuna muutmine) toimub pöördetüüri abil. Peale liikuvate osade (tüüride) omavad vertikaal- ja horisontaalpinnad veel liikumatuid osi — stabilisaatoreid.

Juht- ja kandepinnad on kinnitatud lennuki kere külge, milles asuvad lennuki meeskond, aparaadid, seadised ja mitmesugused varud, pommid ja laskevarustus, raadiojaam ja paagid kütteainete jaoks, samuti ka lennuki «süda» — tema mootor. Lendutõusuks peab lennuk enne liikuma maa peal — võtma hoogu. Selleks on tal

telik ratastega — šassii — või suusad lume puhul. Kaasaegsetel lennukitel tõmmatakse see šassii, mida on vaja ainult liikumiseks maa peal, lennu ajal lennukisse. Lennuki sabas on tugi kargu või sabaratta näol.



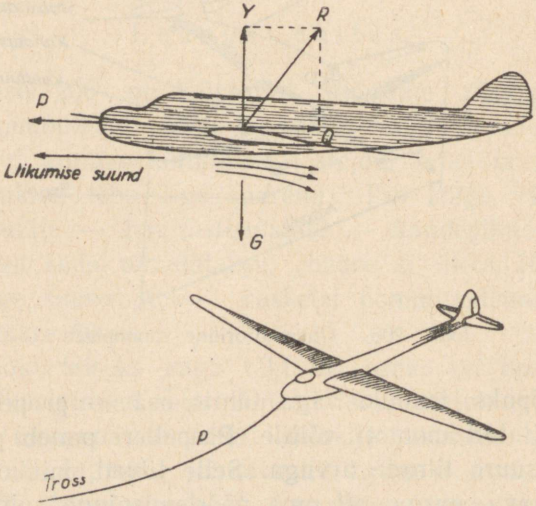
Joon. 206. Ühemootoriline monoplaan.

Ja lõpuks, lennuki väga tähtis osa — propeller, mis on kinnitatud mootori võllile. Propelleri paneb pöörlema mootor suure tiirude arvuga. Selle tiivad, mis on asetatud teatava nurga all oma pöörlemispinna suhtes, tõukavad õhku eemale. See tekitab propelleril tõmbetungi, mis on suunatud ette või taha, olenevalt pöörlemise suunast.

Kuidas lendavad lennuk ja plaaner.

Kuidas lendab lennuk? On täiesti ilmne, et tõusutung, mis mõjub lennukile tema poolt väljatõrjutud õhu mahu arvel, on võrreldes lennuki kaaluga väga väike. Järelikult peab olema teine põhjus, mis hoiab lennukit õhus. See põhjus on kiirus.

Liikumisel voolab ümber kandepinna õhk ja et õhuosakesed liiguvad kandepinna ülemisel kumeral osal kiiremini kui alumisel (sest neil on vaja läbida pikem tee), siis tekib vahe kiirustes ja füüsikaseaduste põhjal ka vahe rõhumises kandepinna kohal ja selle all. Rõhkude vahe koos õhutakistusega mõjub õhu suhtes liikuvale kandepinnale tungiga R, mis on kaldu liikumise suunale

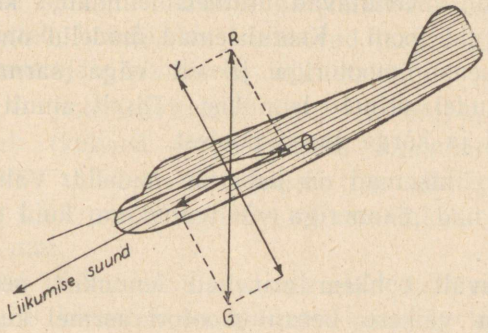


Joon. 207. Aerodünaamiliste tungide kujunemise skeem.

(joon. 207 ja 208). Kui lennuk liigub horisontaalselt, siis, lahutades tungi R vertikaalkomponendiks Y ja horisontaalkomponendiks Q, näeme, et esimene tasakaalustab lennuki kaalu G; seda nimetatakse tõstetungiks. Teine tung Q on see takistus, mida lennuk kohtab oma liikumisel. See takistus tuleb ületada, tasakaalustada mingi teise tungiga, muidu ei ole liikumist ega tõstetungi. Selleks tungiks on tavalisel lennukil tema propellerite veojõud P.

Plaaneril võib niisuguseks tungiks olla trossi tõmme, millega teda pukseeritakse.

Mis juhtub lennuki või plaaneriga, kui veojõud kaob? Ilmneb, et nad võivad lennata ka edasi, kuid laskumisega (vaikse õhu puhul). Lennuki ettepoole kaldumine kutsub esile tungide *R*, *Y* ja *Q* pöörde horisontaalpinna suhtes. Tung *Y* jääb endiselt risti liikumise suunaga, tung *Q* aga viimasega paralleelseks, sest õhu takistustung on alati vastassuunaline liikumisele. Raskustung *G* jääb alati ver-



Joon. 208. Lennuki planeerimine.

tikaalseks ja selle liikumise suunas olev komponent asendabki veojõu *P*.

Nii plaaner kui ka lennuk seisva mootoriga võib liuelda õhus, järk-järgult laskudes. Kui aga on tõusvaid õhuvoolusid, siis võib õhu suhtes laskuvat lennukit või plaanerit õhk nii tõsta, et plaaner maa suhtes ei lasku, vaid isegi tõuseb. Sellist lendu nimetatakse liuglemiseks.

On vaja tähelepanu pöörata sellele, et tõstetung tekib õhurõhu vahest kandepinna all ja ülal. Rõhkude vahe on seda suurem, mida suurem on liikumiskiirus. Et saada suuremat tungi *Y*, peame suurendama kas liikumiskiirust või kandepinna suurust või mõlemaid korraga. On

ju tung *Y* võrdeline pinna suuruse ja rõhkude vahe korrutisega. Peale selle oleneb tungi *Y* suurus veel kandepinna kujust ja nurgast liikumise suuna suhtes. Sellepärast on rasked lennukid nii suured. Selge on samuti, et lennuk ei saa püsida õhus, kui tal puudub küllalt kiire edasiliikumine.

Mudeli ehitus.

Mudelid meenutavad mitmeti lennukit, kuid neil on ka erinevaid jooni. Keerulisemad mudelid on varustatud väikese bensiinimootoriga ja on väga sarnased lennukiga. Mudel erineb lennukist väliselt ainult oma suure propelleri ja kõrge šassii poolest.

Kõige lihtsamad on paberist mudelid. Välimuselt sarnanevad nad plaaneriga või lennukiga, kuid neil puudub mootor.

Tunduvalt rohkem erinevad lennukist need mudelid, millel on väikese bensiinimootori asemel kummimootor: pikk, lennukikeret läbiv kummilintide või -niitide kimp, mis on enne kokku keerutatud ja lahti keerdudes paneb pöörlema propelleri, luues sellega lennuks vajaliku tõmbetungi. Sellisel mudelil on palju pikem nina kui lennukil ja märgatavalt suurem šassii ning propeller.

Ja lõpuks veel skemaatilised kummimootoriga mudellennukid, mis on väga erinevad tavalisest lennukist: neil on kere asemel peenike liist, mille külge kinnitatakse mudeli ülejäänud detailid ja üksikosad. Kummimootor asetseb liistu all.

Viimastel aastatel on õige laialdaselt levinud toas lennutatavad mikrofilmiga kaetud mudellennukid. Neid võib lennutada ainult siseruumides, sõltumata ilmastikuoludest. Eriti hinnatavad on seda tüüpi mudelid talvel.

Lennukimudelite ehitamise alal on kindlaks kujunenud nende jaotamine kerega ja skemaatilisteks mudeliteks. Kui neil on mootor ja propeller, siis on nad mootormudellennukid. Mootorita mudellennukeid nimetatakse plaaneriteks. Kõige lihtsamaks mudellennukiks on plaaneri skemaatiline mudel.

Plaaneri skemaatilise mudeli ehitamine.

Niisuguse mudeli ehitamine on jõukohane üheksa- või kümneaastastele lastele, kes käsitsevad taskunuga, mis on mudeli valmistajale põhiliseks tööriistaks.

a) Kere koosneb kahest osast: liistust ja ninaklotsist. Liistul (kuivast sirgesüülisest männipuidust või mõnest teisest sobivast materjalist) on täisnurkne ristlõige, ninas 6×6 mm ja sabas 4×4 mm. Liistu pikkus on umbes 550 mm.

Ninaklotsi võib valmistada mitmeti. Joonisel 209 on näidatud selle konstruktsioon, mis koosneb keskmisest, männist või pärnast valmistatud osast ja külgmistest, vineerist (1,5—2 mm paksusest) valmistatud põskedest. Keskmise osa etteotsa tehakse sisselõige (ei ole nõutav, et täpselt joonisel näidatud kujul). Eriti täpselt tuleb aga välja voolida kohad, mis on näidatud jämeda joonega. Et õigesti välja joonestada kontuuri, tuleb see üle kanda jooniselt 209 hööveldatud lauakesele, vastavalt vajadusele suurendatult. Vineerpõskedel on veidi teistsugune kuju.

Kere kokkupanek toimub järgmises korras: keskmisele osale asetatakse liist (jämedama otsaga) ja kinnitatakse peenikese naelaga; seejärel asetatakse ta ühele põsele ja kaetakse teisega, jälgides nende õiget asetust, eriti ülemises osas. Põhiliseks ühendamisvahendiks on liim (tis-

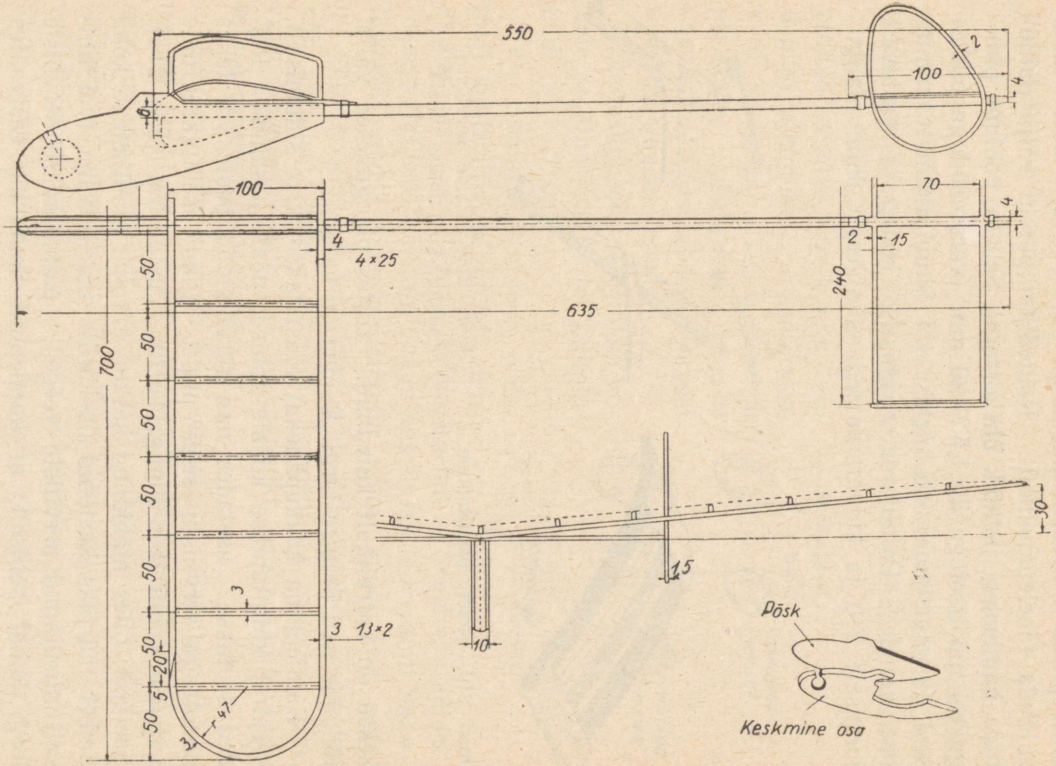
leri-, kaseiin- või mõni teine samaväärne liim); seepärast määritakse kõik kokkupuutekohad liimiga kokku. Ühe ööpäeva järel, kui liim on hästi kuivanud, viimistletakse ninaklots noa, raspli ja klaasipaberiga. Pärast seda võib teda katta õhukese laki- või õli- (email-) värvi kihiga: see kaitseb mudelit niiskuse eest. Ees, ninaklotsis, jääb väike ruum lennukile raskuse andmiseks; see ava suletakse paberist, vatist, puust või ka päris korgiga.

b) Juhtpinnad koosnevad stabilisaatorist ja kahest servadele asetatud kiilust. Stabilisaator kujutab enesest lapikut 2×1,5-mm ristlõikega männiliistudest valmistatud raami, mille suurus on 240×70 mm. Pikutised liistukesed mähitakse niidiga (liimil) 4×20×100-mm plangukese külge; viimase otsad on 14—15 mm pikkuselt nii lõigatud, et ta paksus 2,5 mm väheneks 1,5 mm-le.

Kiilud on samuti lapikud, kuid ovaalse kujuga. Männist on neid raske teha. Parem on kasutada bambust. Vajaliku pikkusega niisutatud bambusetükk, laiusega 6—8 mm, painutatakse leegi kohal. Lõhestades ta kaheks, saame mõlemad kiilud. Neid tuleb voolida noaga, kuni saadakse ristlõikes 2×1,5 mm (ovaalne kuju), ja, sidudes otsad kokku liimisse kastetud niidiga, mähitakse kiilud stabilisaatori servade külge traatdetailide abil.

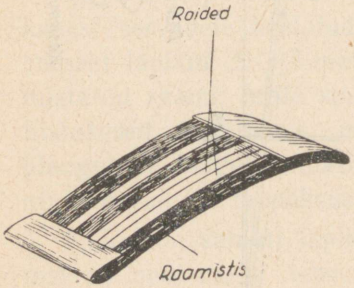
Olles lasknud liimil kuivada, tõmbame juhtpinnad üle paberiga: stabilisaatori ainult pealt, kiilud aga mõlemalt küljelt.

c) Kandepind on plaaneri viimane ja kõige keerulisem osa. Tema servliistud on muutuva ristlõikega — keskelt 4×2,5 mm, kandepinna otsaga ühenduse kohal aga 3×2 mm. Servliistud on männist, otsad bambusest, ristlõikega 3×2 mm. Kandepind on ühest tükist, kuid mitte lapik: esiteks, ta moodustab eestvaates kahetahulise nurga — nurga V; teiseks, tal on 13 painutatud roiet, mis anna-

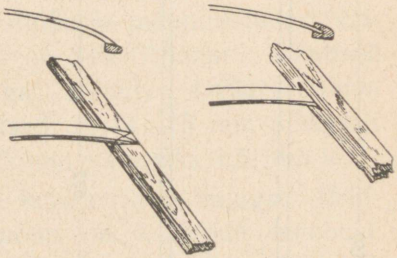


Joon. 209. Plaaneri skemaatilise mudeli joonis ja kere detail.

vad talle ristlõikes (profiilis) teatava kuju. Niisugust kandepinda on raske kokku panna; sellesse töösse tuleb suhtuda tähelepanelikult. Roided on parem välja painutada bambusest ja kõik ühekorraga. Selleks voolime plangukesi mõõtmetega 3×1,5×120 mm (varumõõduga pikkuses) ja pigistame nad plekist või alumiiniumist raamistise vahele. Painutame raamistise kumeraks vastavalt joonisele 210 ja kuivatame teda siis leegil, kuni plangu-



Joon. 210. Roiete painutamine.



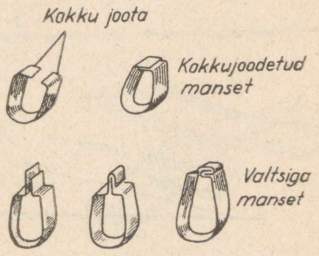
Joon. 211. Roide servliistu külge kinnitamise viisid.

kesed on korralikult kuivanud. Võttes plangukesed välja, lõikame nad joonise järgi. Roided on valmis.

Kandepinna kokkupanekut alustatakse otste sidumisest, seejärel kinnitatakse kohale roided, peale keskmise. Roided seotakse, asetades nad servliistude peale või tehes noaotsaga servliistu sisse pilud, kuhu asetatakse roide teravaks voolitud ja liimiga kokkumääritud ots (joon. 211). Seejärel, olles mähkinud keskmise roide kinnitamise koha ümber märjaks kastetud ühekordse marlisideme (või lihtsalt niisutanud servliiste veega), painutatakse servliiste leegi kohal selliselt, et kandepind omandaks eestvaates kahetahulise nurga kuju. Kui see on tehtud, seotakse

külge viimane roie koos kandepinna plangukesega. Pärast seda kleebitakse kandepind pealtpoolt õhukese, kuid tiheda paberiga või tsellofaaniga.

d) Mudeli kokkupanek. Mudel pannakse kokku kolme metallrõnga — manseti — abil. Neid manseteid on parem kokku joota, kui ühendada otsad valtsiga või kokku neetida (joon. 212). Mansetid võib asendada kumminiidiga, millega kande- ja juhtpinnad seotakse kere külge. Kandepind plangukesega asetatakse kere «seljale» sisselõikesse ja pigistades plangukest kõvasti vastu keret, asetatakse manset tema tagumisele otsale.



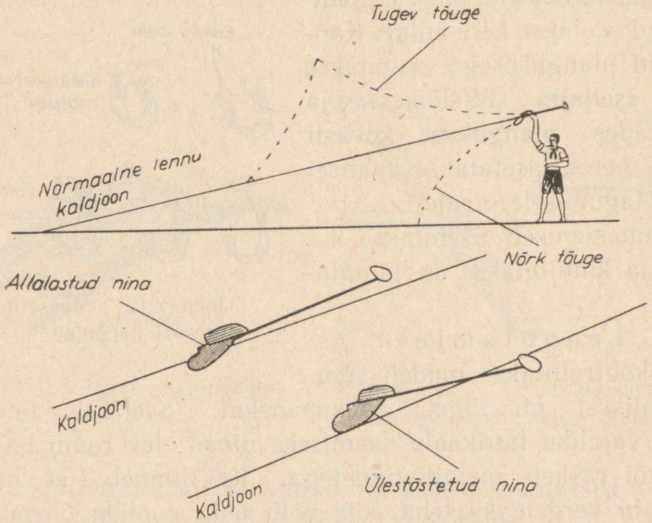
Joon. 212. Mansetite valmistamine.

Samasuguselt asetatakse kohale ja kinnitatakse ka juhtpinnad.

e) Lennutamine. Esmalt kontrollitakse mudeli sümmeetrilisust ja õiget kokkupanekut. Seejärel täidetakse vajaliku tasakaalu saamiseks ninas olev ruum haavlite või raskete metalliviilmetega. Kui ilmneb, et nina on vaja kergemaks teha, siis võib teda voolida õhemaks või, äärmisel juhul, nihutada kandepinda ettepoole. On vaja saavutada seda, et raskuspunkt asuks kandepinna laiuse esimese kolmandiku all.

Seejärel võib mudelit juba lennutada. Selleks, tõstes mudeli õlgade kõrgusele, tõugatakse ta kerge käeliigutusega mööda kaldjoont (joon. 213). Õigesti valitud teekallaku, lähtepunkti ja tõukejõu puhul peab mudel sujuvalt libisema kaldjoont mööda (planeerima). Liiga nõrga tõuke puhul mudel ei planeeri, vaid maandub järsku või kukub korratult. Liiga tugeva tõuke puhul mudel tõuseb

küll järsku, mille järel samuti kukub. Kuid õigesti valitud tõukest on veel vähe. Peale selle tuleb leida raskuspunkti õige koht, mille puhul mudeli planeerimine toimub laugemalt. Kui on tarvis laugemat lennujoont, tehakse ninaklots kergemaks. Nii tuleb toimida, kui mudel planeerib liiga järsult allalastud ninaga. Võib esineda aga mudeli planeerimine liigselt ülestõstetud ninaga; sel juhul

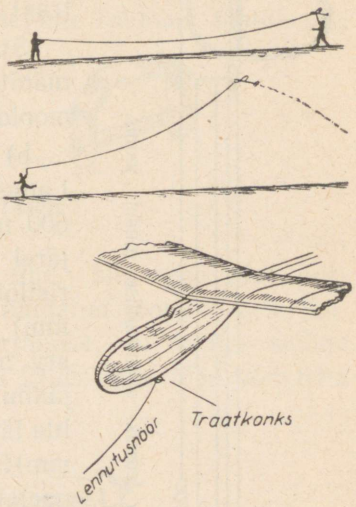


Joon. 213. Plaaneri mudeli lennutamine.

on laugema laskumise saamiseks vaja teha nina raskemaks.

Kõike seda ei tohi teha rutates, vaid järk-järgult, iga kord kontrollides, kuidas mudel planeerib. Niipea kui on saavutatud rahuldavad tulemused, võib asuda mudeli lennutamisele kõrgendikult või nööri otsas. Lennutamine toimub alati vastu tuult. Lennutamine lennutusnööri abil (selleks on peenike nöör rõngakese otsas) võib toimuda

tasasel maal. Seda tehakse kahekesi: üks hoiab plaanerit veidi ülespoole tõstetud ninaga rangelt vastu tuult, teine aga hoiab otsast lennutusnööri, mille pikkus on 50—60 m. Nööri teine ots kinnitatakse rõngakese abil plaaneri konksu külge. Märguandel tõukab mudeli hoidja tugevama kui tavalise liigutusega mudeli ülespoole ning samal momendil hakkab nöörist hoidja jooksma ettepoole (joon. 214). Plaaneri lennutamine lennutusnööri abil on väga sarnane tuulelohe lennutamisega. Kui mudel saavutab küllaldase kõrguse, võib jooksja seisma jääda. Varsti kukub rõngas konksult ära ja mudel läheb üle vabale lennule.

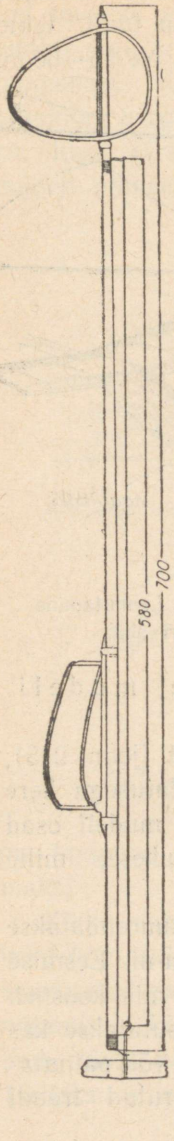


Joon. 214. Lennutamine nööri abil.

Kummimootoriga skemaatilise mudeli ehitamine.

See mudel, nagu pole raske näha joonisest (joon. 215), saadakse eelmisest mudelist väikese muudatusega kere osas ja propelleri lisamisega. Kõik teised mudeli osad jäävad muutmata, peale kandepinna plangukese, mille eesmine osa tuleb teha pikem ning õhem.

a) Lennuki kere. Liistu pikkust suurendatakse kuni 700 mm-ni, ristlõiget eesotsas 7×6 mm-ni. Eesmise osa külge kinnitatakse (mähitakse) laager, mis koosneb klambrist ja sellesse joodetud torukesest. Kasutatakse kas valmis torukest, ava läbimõõduga 1 mm, või painutatakse plekiribakest propelleri võlli jaoks varutud traadi



Joon. 215. Kummimootoriga lennuki skemaatilise mudeli joonis.

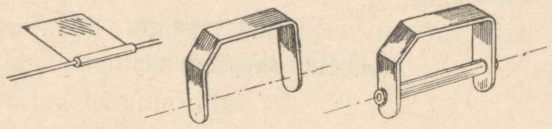
järgi. Kasutatakse terastraati, mitte peenemat kui 0,8 mm läbimõõdus, parem on aga 1-mm läbimõõduga traat (joon. 216).

Stabilisaatori ette liistu külge mähitakse teraskonks, mis on kummimootori tagumiseks kinnituskohaks.

b) Kummimootor (joon. 217). Lauasse lüüakse kaks naela umbes 600 mm kaugusele teineteisest. Seejärel mähitakse kummipael (parem ristlõikega 1 × 3, 1 × 4 või 2 × 2 mm) ümber naelte, et saada vajalik arv mootori linte, ja lõigatakse ülejäänud osa ära (kirjeldatavale mudelile läheb vaja 4 linti ristlõikega 1 × 4 mm). Võttes kummimootori ühe otsa naelalt ära, mähitakse see 40—45 mm pikkuselt õhukese riide ribakesega. Edasi võetakse varras 1,5—2-mm jämedusega, keeratakse varda ümber see mähitud mootoriosa ja seotakse kõvasti kinni. Samuti, täpselt vastasotsas, tehakse teine silmus.

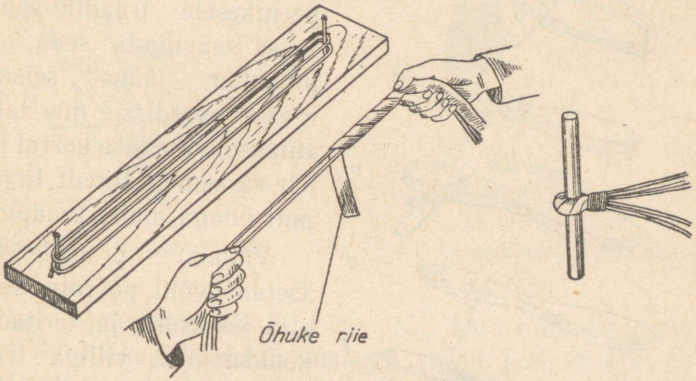
c) Propeller. See on mudeli kõige keerulisem osa. Propeller tehakse tavaliselt heast pärnast, kuid seda võib asendada vahtraga, kasega jms. Nõutav on, et propelleri materjal oleks kergesti töödeldav, väikese kaaluga ja vastupidav lõhastamisele. Seepärast võib mändi kasutada ainult äärmisel juhul.

Kõigepealt hööveldame liistukese mõõtmetega 260×12×
×20 mm. Joonestades papile või joonestuspaberile propelleri ühe tiiva kuju vastavalt jooñisele 218 ja lõigates selle välja, saame šablooni. Asetame šablooni liistukesele



Joon. 216. Laager.

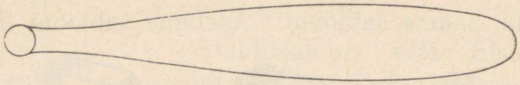
ja tõmbame selle järgi esmalt ühe, siis teise tiiva piirjooned. Edasine töötlemine on näidatud joonisel 219. Esialgu eemaldatakse liigne materjaliosa, et saada selline kuju, nagu on näidatud joonisel 219*c*. Seda tööd võib teha



Joon. 217. Kummimootori valmistamine.

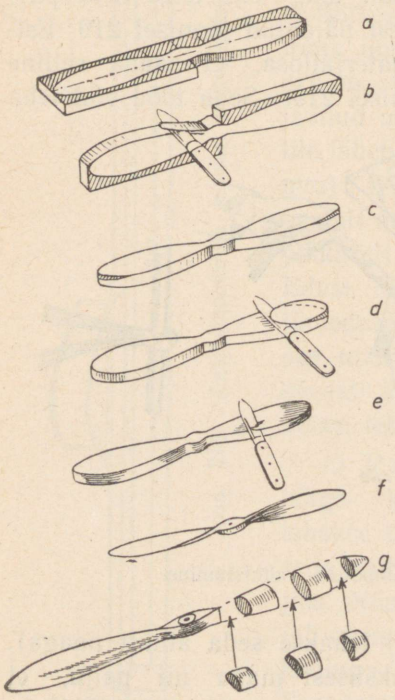
sae ja noaga (sagedamini tehakse seda ainult noaga). Seejärel lõikame tiibade paksusest maha nii palju, et paksus otste poole väheneks 3—4 mm-ni (joon. 219*d*). Peale seda, juhindudes jooniste 219*f* ja 219*g* järgi, voolime

noaga ära liigse materjali, kuni tiiva ristlõiked kujunevad umbes sellisteks, nagu on näidatud joonisel 219*g*.



Joon. 218. Propelleri tiib.

Viimistlemist teostatakse esiteks raspli ja jämeda ning peene viiliga ja lõpuks lihvitakse veel liivapaberiga.



Joon. 219. Propelleri valmistamise operatsioonide järjekord.

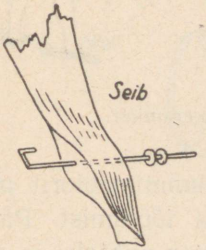
Olles propelleri valmis teinud, on vaja teda tasakaalustada. Selleks puuritakse propelleri keskele auk ja, asetades siis propelleri peenikesele traadile, püütakse saavutada seda, et propeller jääks seisma igasse asendisse, mis talle antakse; vajaduse korral tuleb raskemalt tiivalt liigne puit noaga maha kraapida.

Valmis propellerisse asetame võlli, pöörates selle otsa konksuks, ja, teritades konksu otsa viiliga teravaks, lööme ta puksi sisse. Seejärel, pannes võllile veel ühe või kaks plekkseibi, asetame ta laagrisse ja painutame ümartangidega teise otsa konksu (joon. 220).

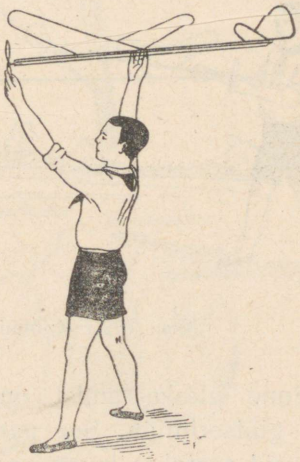
d) Kokkupanek ja lennutamine. Asetanud kummimootori konksudele ja kinnitanud kereliistu sabale juhtpinnad, leiame mudeli raskuspunkti ilma kandepinnata. Seejärel kinnitame kandepinna kere külge selliselt, et raskuspunkt jääks kandepinna laiuse esimese kolmandiku alla.

Kontrollides mudeli sümmeetrilisust, tuleb mudelit reguleerida samuti nagu plaaneritki.

Mootoriga lennule minnakse üle alles siis, kui mudel on planeerimisel reguleeritud. Esimesed lennutamised tehakse kummimootori vähese üleskeera-



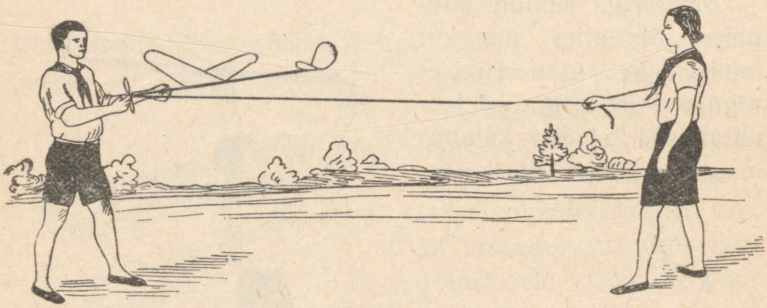
Joon. 220. Propelleri võll.



Joon. 221. Lennukimudeli lennutamine.

misega — umbes 60—80 tiiru. Kui lend toimub normaalselt, s. .o. mudel lendab peaaegu sirget pidi, horisontaalselt või isegi tõustes, võib üleskeeramisel tiirude arvu järk-järgult suurendada. Mida rohkem on mootorile tiirusid keeratud, seda järsemalt võtab mudel kõrgust. Mudelit hoitakse parema käega kandepinna alt ja vasaku käega propelleri tiiva otsast (joon. 221). Lennutamisel vabastatakse enne propeller ja siis, sekundi murdosa järel, tõugatakse mudelit nii, et tõuke suund ühtiks kerega.

Et suurendada lennukaugust, keeratakse kummimootor üles, enne aga teda venitades, milleks mootori tagumine silmus võetakse konksult ära. Seda tehakse kahekesi (või siis kinnitatakse kummimootori tagumine silmus kuhugi sisselöödud konksu külge). Kummimootorit üles keerates vähendatakse järk-järgult tema pikkust, lähenedes teineteisele (joon. 222).

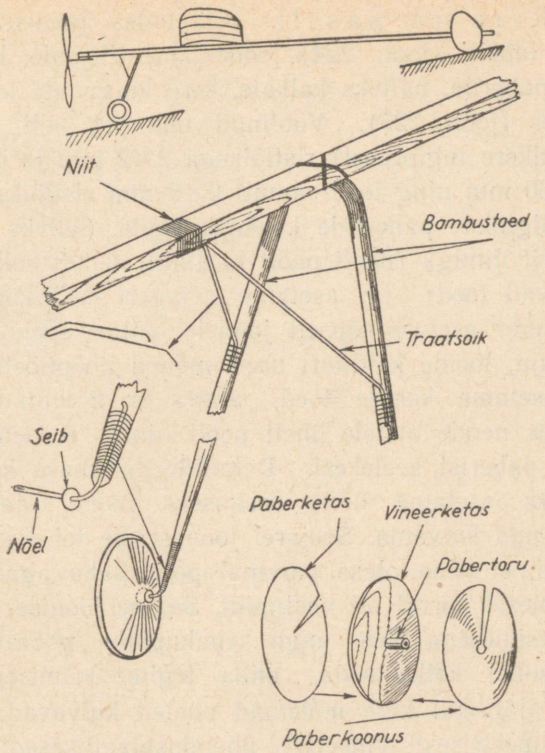


Joon. 222. Kummimootori üleskeeramine.

Enne üleskeeramist on kasulik kummimootorit määrida glütseriiniga. See parandab tema töötamist. Pärast lendusid pestakse kummi soojas seebivees puhtaks ja pannakse kuivamise järel talgi sisse.

e) Mudelite lennutamine maa pealt. Kummimootoriga lennukite lennutamiseks maa pealt varustatakse nad šassiiga. Ette, kahe toe külge, kinnitatakse rattad. Konstruktsioon on näha joonisel 223. Mudel üleskeeratud mootoriga asetatakse siledale tasasele teele. Vabastades propelleri, tõugatakse kergelt mudelit, et hõlbustada starti. Normaalselt eraldub mudel maa küljest pärast 3—5 m pikkust hoovõttu ning läheb üle tõusule.

Tõusuks maa pealt suurendatakse mootori võimsust ühe kummilindi lisamisega.



Joon. 223. Skemaatilise mudeli šassii.

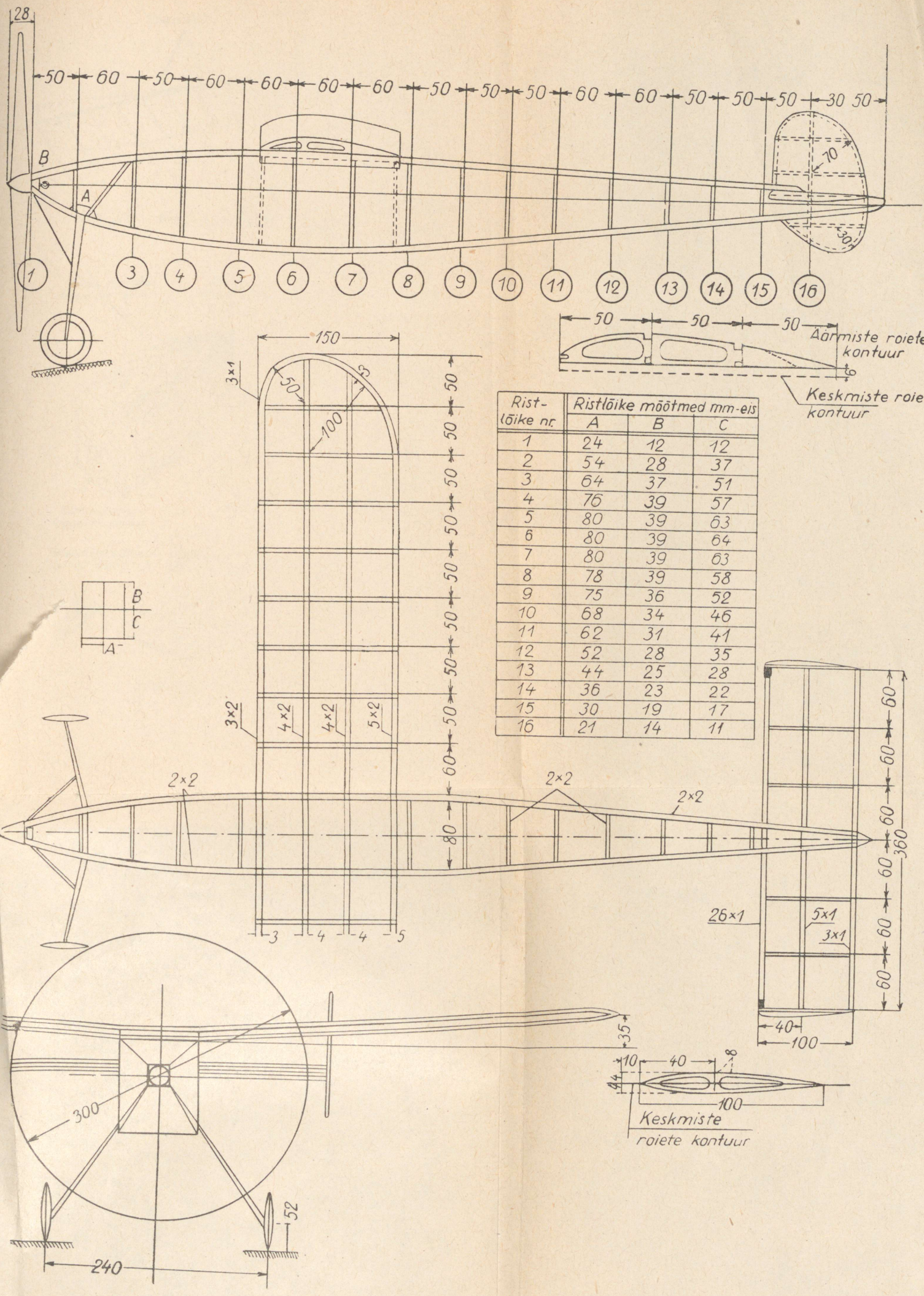
Kerega mudellennuk (plaaner).

Kirjeldame nüüd kerega mudellennukit. Šassii, propelleri ja kummimootori eemaldamisel võib kerega mudellennuki kergesti muuta plaaneri mudeliks. Seejuures ei tohi ainult unustada, et mudeli nina tuleb koormata raskusega, mille kaal võib olla ainult veidi suurem propelleri ja šassii kaalust. Igaüks, kes on ehitanud sellise mudeli, võib raskusteta ehitada ka plaaneri.

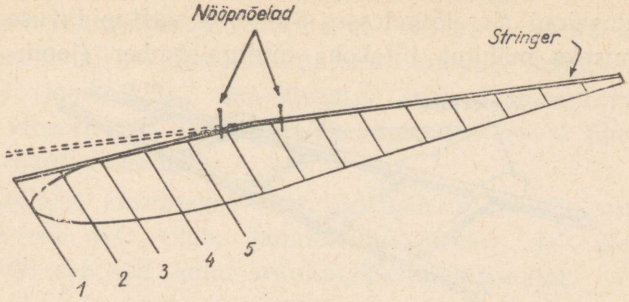
a) Kere ja šassii. Kasutades joonist ja ristlõigete tabelit (joon. 224) joonestame tihedale, kuid õhukesele paberile, näiteks kalkale, kere külgvaate loomulikus suuruses (joon. 225). Voolinud männist neli stringerit (lennukikere tugiprussi) ristlõikega 2×2 mm ja pikkusega 950—960 mm ning toed samuti 2×2 mm ristlõikes, asume kere külgmiste paneelide kokkupanekule. Selleks määrime stringerit liimiga (ühelt poolt ja ainult sellelt kohalt, kuhu kinnituvad toed) ja asetame stringeri kere külgvaatele. Et stringer asetuks täpselt joonele, võttes seejuures nõutava kuju, lööme kontuuri sisse mõned nööpnõelad. Seejärel asetame kohale toed, alates nr. 2 kuni nr. 16 ja määrides nende otstele ühelt poolt liimi, et nende külge liimida paberist keelekesi. Detailide paremaks kokkukleepumiseks asetame neile raskuseks mõne raamatu ja jätame nad kuivama. Seejärel joonestame teise külgvaate, kuid nii, et nina oleks paremal pool, saba aga vasakul, kui esimesel korral oli vastupidi. Saame joonise, mis võrreldes esimesega oleks nagu «pahupidi» pööratud. Kordame sellel kõike seda, mida tegime eelmisegi puhul.

Sel ajal, kui kere mõlemad pooled kuivavad, lõikame ühemillimeetrisest vineerist ühendusplaadikesed *a* ja *b*, kumbagi kaks tükki (joon. 226). Ühendusplaadikese *a* liimime kohale, kuhu toetuvad tugi nr. 2 ja diagonaalne numbrita tugi. Peale asetame jälle raskuse.

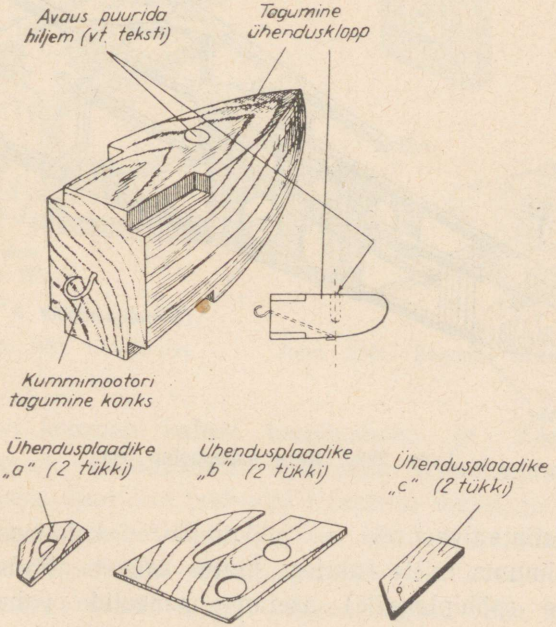
Pärnatükikesest valmistame tagumise ühendusklopi, millesse kinnitame tagumise konksu (joon. 226). Mõlema kuivanud külgpaneeli paberipoolsetele külgedele liimime ühendusplaadikesed *b* ja kummagi sisselõike alumise serva külge abistringerid, mis toetuvad ühe otsaga vastu tuge nr. 15 vastavalt joonisele 228. Pärast kuivamist liimime paneeli tagumise ühendusklopi abil kokku, nii et paneelide alumised stringerid ja ühendusplaadikeste *b*



Rist-lõike nr.	Ristlõike mõõtmed mm-eis		
	A	B	C
1	24	12	12
2	54	28	37
3	64	37	51
4	76	39	57
5	80	39	63
6	80	39	64
7	80	39	63
8	78	39	58
9	75	36	52
10	68	34	46
11	62	31	41
12	52	28	35
13	44	25	28
14	36	23	22
15	30	19	17
16	21	14	11

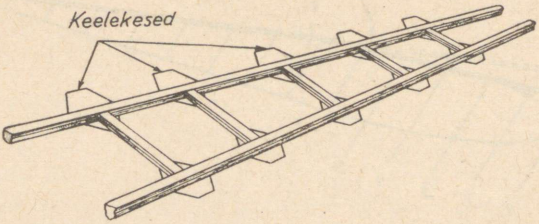


Jcon. 225. Kere joonestamine (külgvaade).

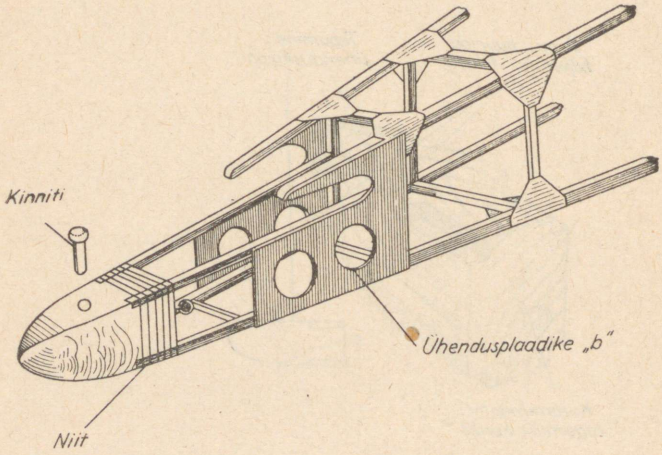


Joon. 226. Kere detailid.

külge kinnitatud abistringerite otsad kinnituvad tagumise ühendusklopi sisselõigetesse. Suurema vastupidavuse saavutamiseks mähime liitekoha niidiga ümber (joon. 228).



Joon. 227. Kere külgmise paneeli valmistamine.

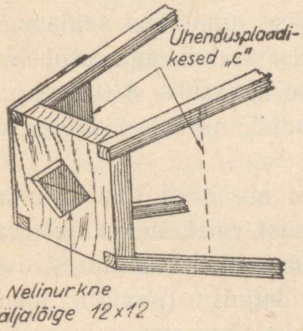


Joon. 228. Kere sabapoolne osa.

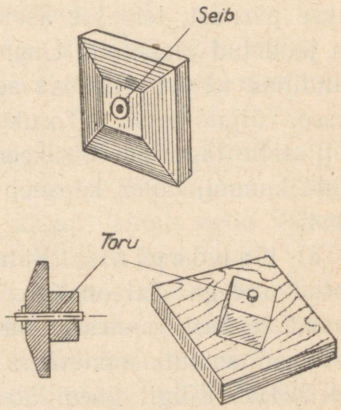
Horisontaalvarbade — põikpuude — kohaleasetamine peab toimuma mitte rutates, alates sabast. Pannes kere joonisele (põhiplaanile) asetame paneelide vahele tugivarda ja murrame selle peale liimiga määritud paberkeelekesed. Sama tehakse iga järgneva tugivardaga. Jõudes

kere kõverjoonelise osa juurde, kasutame nööpnõelu: lüües neid joonisesse, ei anna me sellega paneelidele võimalust laiali vajuda. Viimasena liimime kohale ninaklotsi (joon. 229), mis saetakse välja kolmemillimeetrisest vineerist, ja kaks püst-ühendusplaadikest *c* ühemillimeetrisest vineerist.

Seejärel kleebitakse kere üle paberiga, välja arvatud väike osa ees (kuhu kinnitatakse šassii) ja ülemisel paneelil see osa, kuhu kinnitatakse stabilisaator.



Joon. 229. Ninaklots.



Joon. 230. Eesmine ühendusklopp.

Šassii koosneb kahest bambustoest ja V-kujulisest traatsoigust. Bambustoed surutakse ühendusplaadikeste *a* avadesse, kuni nad toetuvad teineteise vastu, ja ühendatakse siis omavahel niidi ja liimi abil. V-kujuline traatsoik asetatakse läbi ühendusplaadikese *c* avade ja seotakse otstega šassii tugede külge. Tugede otste külge on mähitud rataste poolteljed, mis on painutatud tulel nooluta tud nõeltest.

Ratas on tehtud vineerkettast, millesse on liimitud paberiribakestest toru, ja kahest paberkoonusest. Ratas asetatatakse poolteljele kahe plekist seibi vahele ja kinnitatakse traatlõhisega.

Asetanud kohale šassii, liimime ka kere eesmise osa paberiga üle. Mudel on kasutatav ka šassiita.

b) Propeller, eesmine ühendusklopp ja kummimootor. Propeller valmistatakse samuti, nagu on juba eespool kirjeldatud (joon. 219). Mõõdud on antud joonisel 224. Eesmine ühendusklopp (joon. 230) voolitakse pärnast, temasse asetatakse torukene, mille etteotsa on joodetud plekkseib. Ühendusklopi tagaküljel olev neljakandiline väljaulatuv osa asetatakse ninaklotsi samasugusesse väljalõikesse. Torukesse asetatakse aga propelleri võll; selle tagumine ots keeratakse konksuks. 840 mm pikkune kummimootor koosneb 6 lindist, millede ristlõige on 1×4.

c) Kandepind. Kandepind on ühest tükist, ümardatud otstega. Tal on kaks keskmist roiet, mis kujult erinevad teistest roietest. Äärmised roided tagumises osas erinevad samuti mõnevõrra oma kujult (punktiir joonisel 224). Kõigil ühemillimeetrisest vineerist valmistatud roietel on väljalõiked kaalu vähendamiseks ning äärtel lonžeroonide ja servliistu jaoks. Kandepinna lonžeroonid on tehtud kahest täisnurksest männiliistukesest ristlõikega 4×2 mm. Äärikud on männist: eesmine täisnurkne on 3×2 mm, tagumine trapetsikujuline on 5×2×2 mm. Kandepinna otsad on bambusest, ristlõikega 3×1 mm.

Kandepinna kokkupanek toimub järgmiselt: lonžeroonide liistud pistetakse läbi keskmiste roiete ja liimitakse kinni vastaval kaugusel. Seejärel, pärast liimi kuivamist, painutatakse lonžeroonide liistud (tulel) nii, et saadakse vajalik ristpaine. Pärast seda asetatakse kohale ja liimi-

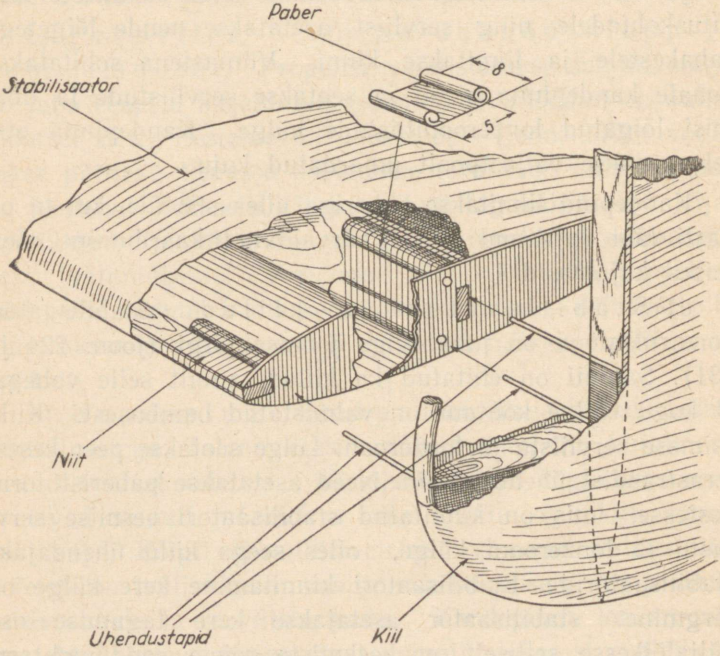
takse kinni ülejäänud roided, esialgu ühelt poolt. Neil lastakse kuivada raskuse all ja pärast seda tehakse sama ka teise poolega. Seejärel liimitakse sisse eesmine servliist, painutades selle enne vastavalt kandepinna ristpaindele. Tagumisse servliistu tehakse pärast painutamist saega 1,5—2 mm sügavused lõiked roide sabakeste kinnituskohtadele ning servliist asetatakse nende lõigetega sabakestele ja liimitakse kinni. Viimastena sobitatakse kohale kandepinna otsad ja seotakse servliistude ja libamisi lõigatud lonžerooniliistude külge. Kandepinna otstele antakse väljastpoolt ümardatud kuju.

Kandepind liimitakse paberiga alles siis üle, kui ta on hästi läbi kuivanud ja on kõrvaldatud kaardumine ning teised kuju vead.

d) Stabilisaator ja kiilud. Stabilisaatori konstruktsioon on juba selge joonise järgi (joon. 224 ja 231). Samuti on ehitatud ka kiilud, ainult selle vahega, et kogu väline kontuur on valmistatud bambusest. Kiilu esimese servliistu ja lonžerooni külge seotakse peenikesest terastraadist ühendustapid. Need asetatakse paberist torukestesse, mis on kinnitatud stabilisaatori eesmise servliistu ja lonžerooni külge, olles seega kiilu ühendajaks stabilisaatoriga. Stabilisaatori kinnitamine kere külge on järgmine: stabilisaator asetatakse kere tagumise osa väljalõikesse selliselt, et keskmiste roiete eenduvad servad oleksid kahel pool keret (vt. joon. 224). Pärast seda puuritakse stabilisaatori ühendussloppi ja kere tagumisse ühendussloppi läbiulatuv auk 2—3-mm läbimõõduga. Sellesse asetatakse kumera peakesega puust (kõige parem bambusest) silinder, mis lõplikult kinnitab stabilisaatori kere külge.

e) Mudeli kokkupanek. Enne kande- ja juhtpindade kohalekinnitamist pannakse propelleri konksule

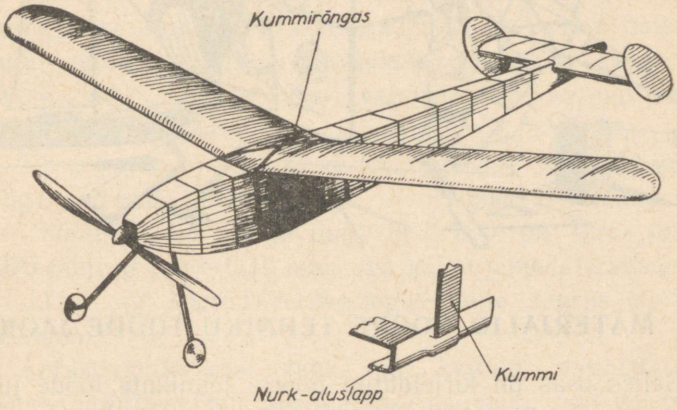
kummimootor, asetatakse see siis ninaklotsi avasse ja raputatakse kere tagumise konksu juurde. Ülemise paneeli väljalõike kaudu, mida kinni ei liimita, pääseme kummimootori juurde ja kinnitame selle silmuse tagumise konksu külge. Järgnevalt asetame kohale juhtpinnad. Kandepind



Joon. 231. Kiilude kinnitamine stabilisaatori külge.

kinnitatakse kummirõngaga (joon. 232), mis on valmistatud kummilindist ristlõikega 1×4 mm. Et rõngas ei litsuks keret ühest kohast, kinnitatakse selle külge õhukesest fiibrist või pehmest metallist nurk-aluslapid. Kandepind kinnitatakse kere külge selliselt, et raskuspunkt oleks kandepinna laiuse esimese kolmandiku all. Hiljem, regu-

leerimisel, täpsustatakse kandepinna asukohta, mis on kergesti teostatav, sest kinnitamine kummirõnga abil võimaldab asetada kandepinda kiiresti kas ette- või tahapoole.



Joon. 232. Kandepinna kinnitamine kere külge.

f) Reguleerimine ja lennutamine. Juhised reguleerimiseks ja lennutamiseks on samad, mis varem toodudki. Siiski lisandub siin veel üks asi: vajaduse korral võib muuta stabilisaatori asetusnurka, kui panna stabilisaatori ühendusklopi alla vahekiil.



VII. MATERJALID NOORE TEHNIKU TÖÖDE JAOKS.

Selles osas on kirjeldatud noorte tehnikute tööde juures kasutatavate, meie raamatu teistes osades veel mitte kirjeldatud põhimaterjalide peamisi omadusi ja iseärasusi.

1. Abrasiivmaterjalid.

Abrasiivmaterjalideks nimetatakse niisuguseid aineid, mida kasutatakse mitmesuguste pindade lihvimisel, poleerimisel, teritamisel ja üldse igasuguse pinna mehhaanilisel töötlemisel. Abrasiivmaterjalide toime seisneb selles, et nad hulga üksikute teravate terakestena kraabivad esemelt maha üliõhukesi laaste.

Neid materjale kasutatakse pulbrina, lihvimispaberina, tahkudena ja ketastena ning neid jaotatakse kõvaduse ja terakeste mõõtmete järgi.

Puidu, plastmasside ja värviliste metallide töötlemiseks kasutatakse tambitud klaasi, terase, kõvade sulandite ja lihvitud klaasi puhul aga kõvu materjale, millest peami-

sed on must või tumehall mirgel ja rohelise värvusega karborund mitmesugustes varjundites.

Tambitud klaasi kasutatakse pulbrina harva, kuid laialdaselt kasutatakse teda lihvimis- ehk klaasipaberi valmistamiseks. Lihvimispaberi alusmaterjaliks on paber või linane riie, mis määritakse kokku sooja vedela tisleriliimiga; värskele liimile riputatakse selle külge kleepuvaid klaasiterakesi. Samal viisil valmistatakse ka mirgel- ja karborund-lihvimisriiet.

Lihvimispaber nummerdatakse terade suuruse järgi. Kõige peenema lihvimispaberi — nr. 0000 — terade suurim läbimõõt on 0,063 mm, nr-l 000 on tera suurus 0,075 mm, nr-l 1 — 0,12 mm, aga kõige jämedateralisem — nr. 11 — on kaetud terakestega, mille suurus on kuni 1,19 mm.

Abrasiivmaterjalist tahke ja kettaid valmistatakse samuti pulbritest, mis ühendatakse kautšuki, savi või teiste ainete abil. Peale selle kasutatakse veel helehallist või kollakashallist liivakivist väljatahutud käiasid ja tahkusid.

Lihvimispaberiga töötlemine toimub kuivalt, kuid töötlemisel pulbrite, tahkude ja ketastega kasutatakse tavaliselt masinaõli, petrooleumi või vett.

Kiiresti pöörlevatel mirgelkäiadel, mis on määratud metallide töötlemiseks, töötatakse «kuivalt», aga liivakivist käiasid ja tahkusid niisutatakse.

Metallide ja klaasi peenpoleerimist teostatakse kõige peenemate pulbrite või pastadega. Kõvade metallide ja klaasi puhul kasutatakse kroomrohelist (kroomoksüüdi), teistel juhtudel aga pruuni krookust ja kriiti. Poleerimine toimub järgmiselt: toote pinnale kantakse õige õhuke pulbri- või pastakiht 2—3 tilga petrooleumiga ja hõõrutakse sellega toote pinda sõõrikujuliste liigutustega. Pärast poleerimist hõõrutakse pind üle kuiva pehme lapiga.

2. Asbest («kivilina»).

Asbest on mineraalse päritoluga, kiulise ehitusega aine. Tehnikas kasutatakse asbesti õige laialdaselt tänu tema iseärasustele, millest peamised on järgmised:

a) ei põle ja kannatab kuni 700°-st temperatuuri; veel kõrgematel temperatuuridel muutub hapraks;

b) omab suurt painduvust, tugevust ja väikest soojusejuhtivust;

c) ei mädane;

d) on happekindel;

e) ei juhi elektrit.

Asbestist valmistatakse tulekindlaid riideid, köisi, nööri, paelu, juhtmete isolatsioone, paberit, kartongi ja aurukatelde isolatsioone. Asbesti ja tsemendi segust valmistatakse tugevaid torusid, katuseplaate ja ehituskive.

Katelde ja aurutorustiku soojuseisolatsiooniks segatakse kobestatud asbestimass mõne sideainega (savi, vedel klaas, tsement). Kui isoleeritava koha temperatuur ei tõuse üle 300°, siis võib segusse lisada ka korgipuru. Segades asbestitaigna hästi läbi, kaetakse sellega koht, mida tahetakse isoleerida. Segu peale mähitakse marli või mõni teine riie, samuti nagu käele või jalale haava sidumise puhul. Riidest mähise võib üle värvida õlivärviga.

3. Paber.

Kõik pabermaterjalid jaotatakse kolme liiki: paber paksusega 0,01 kuni 0,05 mm, 1 m² kaal mitte üle 250 g, kartong, mille 1 m² kaalub üle 250 g, ja erilised pabertooted (paksud plaadid, nõud, kodused tarberiistad, mänguasjad), mida valmistatakse paberimassist vormidesse valamise või pressimise teel. Viimasesse gruppi kuulub

fiiber, mida toodetakse lehtedena ja massiivtoodetena ja mida saadakse paberimassi töötlemisel tsinkkloriidiga (soolhappes lahustatud tsink) ning järgneval pesemisel ja pressimisel.

Mudelite valmistamisel on paber, kartong ja paberimass kõige vajalikumaid materjale.

Mitmesuguse tihedusega paberit kasutatakse lehtedena detailide valmistamiseks mudellennukite ja hoonete ning ehitiste makettide jaoks. Kartong läheb tugevamate ja suuremate tööde jaoks. Paberimass täidab suurepäraselt vorme ja teda võib kasutada väga mitmesugusteks töödeks, alates karnevalimaskidest ja mänguasjadest ning lõpetades kunstipäraste kastikestega, laevamudelite keredega ja vanaaegsete nikerdatud pannoode, karniiside ja paneelide imitatsioonidega.

Paberitooted liimitakse kokku ükskõik millise taimse või loomse liimiga või lakiga. Liimiga segamisel omandab paberimass suure tugevuse, aga segus õli-, tselluloos- või mõne teise lakiga — tugevuse ja veekindluse.

Kõik paberist tooted on hästi värvitavad, poleeritavad ja lakeeritavad.

Et valmistada jäljendit kunstipärasest esemest, mänguasjast või masinadetailist, tehakse kipsist vorm nagu metallivalu puhul, kuid veel parem on valmistada vorm parafiinist. Üks või mitu parafiinküünalt soojendatakse pehmeks ja rullitakse lehtedeks. Soe parafiinileht asetatakse kiiresti detailile, millelt võetakse jäljendit, ja surutakse sõrmega nii selle vastu, et parafiin täidaks kõik süvendid.

Kui jäljendatav ese on keerulise vormiga (kujukene, keeruline masinadetail), siis tehakse vorm kokkupandav ja parafiinilehed võetakse paksud — 0,7 kuni 2 cm ja isegi veel paksemad.

Valmis parafiinvorm või õliga määritud kipsvorm täidetakse paberimassi ja liimi seguga, millele on lisatud alabastrit või kipsi (10—15% kogu massist). Kui mass on kõvastunud, avatakse vorm ja asetatakse valmistatud detail kuivama. Kuivamist kuumuses ja tuule käes tuleb vältida, sest toode võib kaarduda.

Paberist, kartongist ja paberimassist valmistatud esemete pindade töötlemist teostatakse samuti nagu puitesemete töötlemist.

Kui valmis toodet keeta värnitsa ja kampoli (20%) segus ja pärast soojas ahjus hästi kuivatada, siis muutub ta tugevaks, nagu oleks ta tehtud heast puidust, ja seejuures ka veekindlaks. Sellisel viisil valmistatakse paberimassist suurepäraseid Palehhi kastikesi.

Paberimassi võib valmistada mittevajalikest paberilõikudest. Selleks keedetakse neid vees kaua aega ja seejärel tambitakse märjalt väikeste kogustena uhmris, kuni saadakse ühtlane taigen.

4. Side-ehitusmaterjalid.

E h i t u s a l a b a s t e r ehk k i p s on põletusahjudes kuumutatud ja jahvatatud mineraal — väävelhapu kaltsium. Ta on valge pulbri taoline. Segatult veega vedela taigna sarnaseks, kõvastub alabaster mõne minuti jooksul. Teda võib kasutada väiksemate valuvormide valmistamiseks, kujukeste ja mudelite valamiseks ja krohvimistöödeks. Rõskes kohas imavad alabasteresemed niiskust ja muutuvad hapraks.

Alabastrit kasutades on tarvis meeles pidada, et seda tuleb valmistada väikestes kogustes, muidu tuleb kõvastunud jääk ära visata.

Et kõvastumise aega veidi pikendada, liigutatakse alabastrisegu labidakesega, kuni ta on ära kasutatud.

Sama alabaster, ainult paremini puhastatud ja sõelutud, on igapäevases elus saanud kipsi nimetuse.

Nagu alabasterkivi, muutuvad vanad kipsvalandid kuumutamisel 250°-ni põletatud alabastriks. Pärast peenestamist ja sõelumist võib seda veega segatult uuesti kasutada mitmesugusteks töödeks. Kuumutamisel aga kõrgema temperatuurini muutub kips «surnuks», kaotab veega ühinemise ja kõvastumise võime. Kunstipäraseid kipsvalandeid immutatakse värnitsaga, kaetakse värvide ja lakkidega või hõõrutakse parafiiniga.

L u b i. Lubja lähteaine esineb looduses peamiselt lubjakivina, marmorina ja kriidina. Ehitustöödeks kasutatakse põletatud (kustutamata) lupja, mida veega segamise teel muudetakse kustutatud lubjaks. Kustutamata lubi on kollakat värvust ja kobedatükiline, ühineb väga ahnelt veega. Veega ühinemise ajal kuumeneb lubi ise kuni 150°-ni. Lubi «kustub», jahtub ja, olles mahult tugevasti suurenenud, muutub valgeks pudruks, mis katsudes tundub õrn ning rasvane. Kustutamisel lisatakse 100 kg lubjale 300 l vett.

Kustutamata lupja kasutatakse mitmesugusteks kittideks, kustutatud lupja aga liivaga segatult sideainena tellis- ja kivihoonete ehitamisel, samuti ka krohvimiseks. Lubjamörtlid on järgmise koostisega: krohvimistöödeks — kustutatud lupja 1 kaaluosa, liiva 2 kaaluosa; kivi- ja tellismüüri ladumiseks — lupja 1 osa, liiva 3—4 osa. Vett lisatakse niipalju, kui on vajalik nõutava püdeluse saamiseks. Kustutatud lupja, mis on segatud veega vedelaks, nimetatakse lubjapiimaks. Ruumide valgendamine sellise lahusega annab püsikindla kattekihi.

L a h u s t u v a t k l a a s i nimetatakse ka vesi- ehk naatriumklaasiks. Teda kasutatakse sideainena tulekindlate värvide ja mitmesuguste kittide valmistamiseks. Peenes-

tatud asbesti ja vesiklaasi taignaga on hea isoleerida aurukatlaid, aurutorusid ja kõrgete temperatuurideni kuumenevaid seadeldisi.

Vesiklaasi saadakse tööstuslikkudes seadeldistes ja seepärast võib teda kasutada valmis olekus.

Tavaliselt tuleb vesiklaas müügile paksu massina. See mass lahustub kergesti kuumas vees sellise paksuseni (konsistentsini), mis on vajalik ühe või teise töö jaoks.

Vastavalt vee aurumisele hakkab vesiklaas uuesti paksemaks muutuma ja muutub teatava ajavahemiku (mõne päeva) järel kõvaks.

T s e m e n t. Selle nimetuse all tuntakse paljusid pulbritaolisi materjale, mis koos veega annavad kivistuva taigna. Tavaline tsement on peenike rohekashall pulber, mis peale segamist veega muutub kivisarnaseks niihästi õhu käes kui ka vee all teostatavais ehitustes.

Mitmesugusteks ehitustöödeks segatakse tsement liiva, kruusa või peene kivikillustikuga. Seguks kasutada mitte väga peenikest, kandiliste (mitte ümmarguste) teradega liiva. Jõeliiva terad on ümmargused, mäeliiva teradel on aga teravad kandid. Ühe osa tsemendi kohta võib võtta 3—4 osa liiva. Segu tuleb veega hoolikalt segada, nii et iga liivaterake oleks kaetud tsemendiga. Seejärel võib segule lisada kruusa või killustikku, ning siis saadakse segu, mida nimetatakse tsementbetooniks.

Betoonehitiste püstitamisel lüüakse laudadest kokku püstitatava ehitise kujuline raketis. Raketise vahe täidetakse valmisbetooniga, mis selles kivistub.

Tsemendile võib mineraalvärvidega anda mitmesuguseid värvivarjundeid. Sel viisil võib teha tsementplaadikesi, mis sarnanevad mitmesugustest kivimitest valmistatud plaadikestega. Tükk siledat klaasi määritakse kergelt

masinaõliga. Klaasile asetatakse lahtikäiv nelja- või kuuekandiline puuraam, segatakse väikesed annused tsementi veega, ilma liivata, püdela taigna taoliseks massiks ja lisatakse juurde värvaineid (ookrit, mennikut, tsinkrohelist, litopoonvalget [1]). Võib valmistada isegi mõned annused ühevärvilist segu, kuid iga annus eri varjundiga. Värvilistest tsemendisegudest tehakse klaasile vormis mingisugune muster, mis jäljendab soonekesi kivil. Mustrile pannakse 2—3 mm paksuselt värvilist tsemendisegu, kuid ilma liiva ja kruusata. Lõpuks täidetakse vorm servadeni seguga, milles on 1 osa tsementi ja 3 osa liiva. Pärast kivistumist võetakse vorm lahti ning valmis plaadike eraldatakse klaasilt.

Massiivseid valandeid ei või teha puhtast tsemendist ilma liivata: pärast kuivamist mõranevad nad pinnalt.

Marmortsemendiks nimetatakse kipsi, mis on niisutatud maarjajäälahusega ja pärast seda uuesti põletatud ning jahvatatud. Teda kasutatakse arhitektuuridetailide ja kunstipäraste esemete valamiseks.

Magneesiumtsementi saadakse põletatud magneesiumi ja kloormagnesiidi segamise teel. See tsement on väga kõva ning väga hä ti poleeritav.

Tavaline tsement hakkab segus tarduma 6 tunni pärast, kõvastub 20—25 päeva pärast, aga lõplikult muutub kivikõvaks 3—4 kuu jooksul.

Kui tsement kõvastub pakase käes, väheneb tunduvalt tema tugevus.

Veekindla betooni saamiseks lisatakse segule vesiklaasi.

---

[1] Litopoonvalge on maalrivärv — baariumsulfaadi ja tsinkvalge segu ($BaSO_4 + ZnS$).

5. Mitmesugused materjalid.

Vaikainetest elektriisolatsiooni- ja tarbematerjale kasutatakse väga laialdaselt mitmesuguse paksusega plaatide, lattide ja varbadena. Need materjalid koosnevad siduvast ning tugevast vaigust ja paberilehtedest, vineerist või riidest, mis on immutatud selle vaiguga ja temaga mitmekihiliseks kokku liimitud. Materjale, mis koosnevad ühest või mitmest paberikihist ja on läbi immutatud bakeliidi või mõne teise vaikainega, nimetatakse bakeliitfiibriks, getinaksiks või bumoliidiks. Kui paberi asemel kasutatakse puuvillast riiet, siis nimetatakse sellist materjali tekstoliidiks, kui aga asbesti, siis asbotekstoliidiks. Kui alusena kasutatakse vineeri, siis kannab selline materjal faneriidi, lignofooli ja bakeliitpuidu nimetust.

Peale hea isolatsioonivõime omavad tekstoliit, getinaks ja bakeliitpuit nii suurt tugevust ja elastsust, et neist valmistatakse hammasrattaid paljudele masinatele ja tööpinkidele. Neid materjale võib saagida, hööveldada, puurida ja töödelda samade tööriistadega, mida kasutatakse metallide töötlemisel.

Üheks tekstoliidi, getinaksi ja bakeliitpuidu väärtuslikuks omaduseks on see, et koos suure tugevusega on neil väike erikaal, kõigest 1,3—1,4.

K l a a s. Klaasiks nimetatakse sulandit liivast, kaalium- ja naatriumoksüüdist ja mitmesugustest lisanditest, mis mõjustavad tema värvust, kõvadust, läbipaistvust ja sulamistemperatuuri.

Kuumutamisel klaas pehmeneb ja läheb järk-järgult vedelasse olekusse. Klaasi võib venitada väga peenteks niitideks, painutada, keevitada ja puhuda tohutu suurteks õõnsateks silindriteks. Kuumendatuna punase värvuseni muutub klaas sitkeks ning venivaks, kuumendatuna valge värvuseni aga siirupitaoliseks vedelikuks.

Klaasi kasutatakse laialdaselt elektriisolatsiooni-materjalina, kuid palju leelist sisaldavad sordid on halvad isolaatorid.

Suurepäraseks soojuse- ja elektri-isolaatoriks on klaasvatt, mis on valmistatud õige peentest klaasniitidest, ja klaasriided.

Tahvelklaasi lõigatakse teemandiga või klaasilõikajaga, mis kujutab enesest käepidemesse kinnitatud teravat terasest või kõvast sulandist kettakest. Õhukest klaasi võib lõigata ka hea terava viiliga. Seejärel, kui klaasile on tehtud võimalikult sügav lõige, koputatakse klaasile piki lõiget vastaspoolelt. Seejuures ilmub lõikekohale mõra ja klaas murtakse käega märgitud joont mööda. Tahvelklaasi teravaid ääri võib suurema vaevata lihvida mirgeltahuga, aeg-ajalt niisutades seda veega. Peegliklaasi poleerimisel kasutatakse samu vahendeid kui kõvade metallide poleerimisel.

Aukusid klaasi sisse võib puurida punasest vasest pulgakesega, mis on kinnitatud trillpuuri. Pulgakese alla riputatakse mirglipulbrit ja niisutatakse seda jahutamiseks veega. Mirgli teravad terakesed lõikuvad pulgakese pehme otsa sisse ja viimane muutub paljuteralise puuri sarnaseks, väikeste, kuid väga teravate lõikuritega. Trillile ei tohi suruda tugevasti, eriti puurimise lõpul.

Klaasi võib ka mateerida, hõõrudes teda mirglipulbri ja veega pehme puutüki või lapi abil. Hõõruda tuleb sõõrikujuliste liigutustega, et mitte jätta pinnale inetuid kriimustisi.

I s o l e e r p a e l a kasutatakse elektrijuhtmete katmata otste isoleerimiseks. Teda valmistatakse puuvillasest riidest, mis on kaetud ühelt või ka mõlemalt poolt kleepuva vaigutaolise massiga.

Kleepuvat kihti võib riidele kanda kas pahtlikesega

või pintsli abil. Kleepuv mass saadakse võrdse osa kampoli ja masinaõli kokkusulatamisel. Seda massi võib kuumalt pintsliga riidele kanda. Riie keritakse papist torule ja pärast lõigatakse noaga koos toruga 8 kuni 15 mm laiusteks ketasteks.

Palju parema kvaliteediga pael saadakse, kui riie kaetakse kleepuva kummikihiga. Kui kummit ettevaatlikult kuumendada kuni 200—220°-ni, muutub ta väga kleepuvaks massiks, mis ei kõvastu mitme kuu jooksul. See mass kantakse kuumalt riidele ja saadakse isoleerpaela kettad juba kirjeldatud viisil. Kasutades musta, punast ja valget kummit, võib ise valmistada riidest isoleerpaela sobiva värvusega nende kolme hulgast.

6. Kautšuk. Kummi. Eboniit.

Kautšuk on kautšukitaimede piimmahl. Tööstuses kasutatakse teda suure elastsusega kummiesemete ja kummiliimide valmistamiseks.

Viimasel ajal on tehnikas välja töötatud meetodeid sünteetilise kautšuki saamiseks mitmesugustest keemilistest ühenditest.

Kummiliim saadakse kautšuki lahustamisel bensiinis. Tuleb meeles pidada, et kautšuk paisub bensiinis esialgu 20—25-kordselt ja alles siis lahustub. Seepärast, kui lahustada 100 g kautšukit 0,5 l-s bensiinis, ei saada liimi, vaid pundunud mass. 100 g bensiini kohta tuleb võtta kõigest 3—4 g kautšukit.

Et muuta toorkautšuk tavaliseks kummiks, segatakse ta nõe ja väävliga või väävliühenditega ning kuumutatakse 120—130°-ni. Seda protsessi nimetatakse kautšuki vulkaniseerimiseks. Vulkaniseeritud kummiesemed paisuvad bensiinis ja teistes lahustites ning kaotavad oma

tugevuse, kuid ei lahustu. Tuleb vältida petrooleumi, nafta, bensiini, eetri, väävelsüsiniku ja tärpentiniõli sattumist kummiesemetele.

Aja jooksul kummitooted «vananevad» — neis toimuvad keemilised protsessid, mille mõjul kummi kalgastub ja kaotab oma esialgse elastsuse ja tugevuse.

Hoolimata kummitoodetele omasest suurest elastsusest ja tugevusest ei tohi neid ometi kokku õmmelda, naelutada ega neetida: pistekohtades ja aukude juures rebeneb kummi kergesti. Ainuke viis kummitoodete ühendamiseks on liimimine kummiliimiga. Kokkuliimitavad kohad tuleb teha viiliga või liivapaberiga karedaks. Seejärel kantakse nendele õhukene liimikiht, kuivatatakse 5—8 minutit ja kantakse siis peale teine kiht. Kui liim veidi on kuivanud, tuleb pinnad ühendada, kõvasti kokku pressida ning hoida vajutise all minutit kümme.

Kummi on väga hea isolatsioonimaterjal.

Kui kautšukit tahma ja suure hulga väävliga kuumutada 150—160°-ni, siis saadakse tavalise kummi asemel kõva, tihe, sarvetaoline musta värvusega aine — eboniit. See on väga hea isolatsioonimaterjal, millest valmistatakse palju mitmesuguseid esemeid. Eboniiti võib lõigata, saagida, hööveldada, puurida ja poleerida, kuid tööriistad kuluvad seejuures tugevasti. Tavalised lahustid ja nafta ei avalda temale mingisugust mõju ja ta kannatab välja kuumutamist 200°-ni. Eboniit on happekindel.

7. Kudumid (tekstiilmaterjalid).

Kudumite valmistamiseks kasutatakse lõngu, mis on kedratud loomulikkudest taime-, looma- ja mineraalainetest, aga samuti ka kunstlikest materjalidest.

Iga kudum koosneb lõngadest, mis läbivad kangast

pikuti ja mida nimetatakse lõimeks, ja nendest läbipõimitud lõngadest, mis asetsevad kangas risti ja mida nimetatakse koeks. Noorte tehnikute tööde juures kasutatakse kõige sagedamini lihtsa, nn. labase koega mitmesugustest materjalidest kudumeid.

Orgaanilise päritoluga kudumid ei mädane kuivas õhus ega jooksvas vees ja kaotavad väga aeglaselt oma esialgse tugevuse. Kuid soojas õhus hakkab niiske kudum ruttu mädanema ja muutub kõlbmatuks. Näitena võib tuua märjalt kokkupandud paadipurjesid, kalapüügivõrkusid, köisi, telke ja lippe. Kõige kergemini hakkavad mädanema puuvillased ja linased kudumid. Happed ja leelised hävitavad neid samuti.

Vastavalt otstarbele kasutatakse ka mitmesuguse numbriga (paksusega) kudumeid. Rasket, tihedat, jämedatest linastest või puuvillastest lõngadest kudumit nimetatakse presendiks. Sellele järgnevad mitmesugused purjeriidesordid ja -numbrid ja lõpuks õhuke lennuki perkal.

Loomulik siid ja siidikedrus on parimaks elektriisolatsiooni-materjaliks. Peale loomuliku siidi on veel kunstsiid, mitte nii tugev ega vastupidav, kuid palju odavam. Kunstsiidi kiud on jämedamad ja läikivamad kui loomulikul.

Tulekindlad on ainult klaasist ja asbestist kudumid. Suurem osa teisi kudumeid hakkab söestuma juba temperatuuril üle 250°.

8. Keraamikatooted.

Keraamikatoodeteks nimetatakse sauest valmistatud ja põletatud tooteid, alates tavalisest tellisest, vaabatud plaadikestest ja käsitsi tehtud saunõudest ning lõpetades elektrotehniliste toodete ja kõige õrnemate kunstipäraste portselannõudega.

Sauetaignale, segatud vee ja liivaga, on kerge anda väga mitmesuguseid vorme. Tooteid võib voolida käsitsi, pressida läbi pressiavade torukestena ja kepikestena; neid saab valmistada pottsepakedraga või pressida või lasta sauel settida lahusest vormidesse. Pärast ettevaatlikku järk-järgulist kuivatamist põletatakse tooted ahjudes. Lihtsamaid pottsepatooteid põletatakse temperatuuril 900—950°, aga portselani ja telliseid temperatuuril 1200° ja isegi rohkem.

Sauest tooted omandavad tiheduse alles pärast kestvat põletamist sellisel temperatuuril, mis kutsub esile saueosakeste omavahelise kokkupõlemise ja kokkusulamise. Seepärast on tellised ja saunõud, mis on põletatud kokkupõlemiseks mitteküllaldasel temperatuuril, väga urbsed ja lasevad vett läbi.

Tavalises ahjus ei tõuse temperatuur üle 800—900°. Niisugusel temperatuuril võib põletada ainult väikesi sauest tooteid.

Tuleb meeles pidada, et kuivamisel enne põletamist väheneb toor-keraamikatoode tugevasti mahus, s. o. kahaneb tunduvalt. Seepärast ei või keraamikatooteid teha ainult sauest. Seda peab segama liivaga sellises vahekorras, mis ei vähenda massi elastsust. Seejuures on tarvis teada, et liiva hulga suurendamine vähendab toote kahanemist ja vastupidi.

Kui soovitakse saada urbset ja kerget sauest eset, siis lisatakse taignale orgaanilisi aineid: aganaid, saepuru ja muud sellist. Põletamise ajal põlevad kõik need lisandid ära ja nende asemele tekivad urbed.

Toodetele tiheda ning läikiva pinna andmiseks kaetakse neid mitmevärviliste vaapadega. Lihtsaim vaap saadakse toote pinna katmisel enne põletamist keedusoola küllastatud lahusega või õige vedela saviga, millele on

lisatud lupja ja rauaoksüüdi. Kui kasutada keedusoola, siis laguneb see kuumutamisel. Kloor ühineb vesinikuga ja lendub, aga naatrium sulab kokku sauega ja savis sisalduva ränimullaga ning muutub vedelaks vaabaks. Soolavaap on väga tugev ja happed teda peaaegu ei lahusta.

9. Tselluloid.

Kui tavalist puuvilla erilisel viisil töödelda väävli- ja lämmastikhappe seguga, muutub ta kolloodiumvillaks. Kolloodiumvilla ja kampri segu nimetatakse tselluloidiks. Seda materjali kasutatakse väga mitmeti. Hoolimata teiste materjalide rohkusest valmistatakse tselluloidist senini kinofilme, pudukaupu, mänguasju, lakke ja emaile.

Tselluloid on tuleohtlik. Kõrgel temperatuuril (üle 250°) ja kokkupuutumisel tulega ta süttib ja põleb tugeva kollaka leegiga, eritades seejuures lämmatavat ning vastiku lõhnaga gaasi.

Tselluloidi kuumutamisel vees või õlis 100—120°-ni muutub ta pehmeks ja omandab kergesti ükskõik millise vormi.

Bensiin, petrooleum, nafta ja mitmesugused õlid ei avalda tselluloidile mõju, kuid ta lahustub kergesti paljudes vedelikkudes. Kolloodiumvilla lahust eetri ja alkoholi segus nimetatakse meditsiiniliseks kolloodiumiks. Haavale valatud kolloodiumist lendub kiiresti eeter, alles jääb aga elastne poolläbipaistev kile. Tselluloidi lahustatakse sageli atsetoonis, butüülatsetaadis ja amüülatsetaadis. Tselluloidi lahused mitmesugustes lahustite segudes on suurepärased lakid ja emailid.

10. Happed.

Hapeteks nimetatakse metalloidioksüüdide ühendeid veega. Kui näiteks ühendada vääveloksüüd veega, saame väävelhappe. Erandi sellest reeglist moodustavad vesiniku otsesed ühendid elementidega, näiteks broomi, joodi, fluoriga. Nii annab vesiniku ühend klooriga soolhappe.

Fluorvesinikhape, mida mainisime kui ainukest klaasi lahustajat, on vesiniku ja fluori ühend. Noorel tehnikul tuleb kõige sagedamini kasutada väävel-, sool- ja lämmastikhapet.

Väävelhape. Puhas väävelhape on värvitu ja peaaegu täiesti lõhnatu. Tema voolavus vastab õli voolavusele. On söövitav ja söestab orgaanilisi aineid.

Segunedes veega kuumeneb väävelhape tugevasti. Veega segamisel tuleb hapet valada vähehaaval vette, mitte aga vastupidi. Vastasel korral võivad happe pritsmed tekitada põletushaavu ja vigastusi.

Veega lahjendatud väävelhape lahustab suurema osa metalle, ühinedes nendega ja eraldades selle juures vesinikku.

Väävelhappe vesilahust kasutatakse akumulaatorites. Väävelhape muudab paberi pärgamentpaberiks, lagundab rasvad glütseriiniks ja rasvhapeteks, tärklise ja tselluloosi aga muudab suhkruks.

Soolhape. Puhas soolhape on värvitu, omab iseloomulikku lõhna ja väga haput maitset. Ühinedes metallidega ja nende oksüüdidega, moodustab soolhape nendega kloorisoolasid, näiteks jootmisel kasutatava tsinkkloriidi, mida nimetatakse ka jootmisvedelikuks. Peale selle kasutatakse tsinkkloriidi fiibri valmistamisel paberimassist.

Lämmastikhape. Puhas lämmastikhape on värvitu, niiskes õhus «suitsev» vedelik. Söövitab nahka ja kutsub esile sügavate valusate haavandite tekkimise.

Lämmastikhape oksüdeerib energiliselt ja lahustab suurema osa metalle, moodustades nende soolasid. Hõbedale, tinale ja rauale mõjub lämmastikhape palju energilisemalt peale lahjendamist veega vahekorras 1 : 3, 1 : 4 või 1 : 6.

Lämmastik- ja soolhappe segu (mida nimetatakse «kuningveeks») lahustab kulda ja plaatinat.

Lämmastikhapet kasutatakse peaasjalikult orgaanilistest ainetest nitrotselluloosi valmistamisel ja lämmastikhapu hõbeda ning värvide tootmisel.

Töötama peab hapetega väga ettevaatlikult, mitte ainult seepärast, et võib saada põletushaavu ja rikkuda rõivaid. Ettevaatamatul ja oskamatul happe käsitsemisel võivad tekkida ootamatud plahvatused. Ilma kogenud juhataja juuresolekuta ei tohi happeid kasutada.

11. Leelised.

Leelisteks (alusteks) nimetatakse metallioksüüdide ühendeid veega. Kui ühendame näiteks naatriumoksüüdi veega, saame leelise, mida nimetatakse sööbenaatriumiks. Sööbenaatriumi nimetatakse tavaliselt kaustiliseks soodaks ehk seebikiviks. See värvitu, poolläbipaistev aine on niivõrd kõva, et teda tuleb tükeldada meisli ja vasara abil. Seebikivi lahustub kergesti vees ja mõjub purustavalt taimseile ja eriti loomseile aineile. Pikemaajalisel hoidmisel lahtises õhus muutub ta, neelates endasse õhust süsihappegaasi, soodaks.

Nahale ja rõivastele sattunud sööbeleeliste tilku on võimalik veega kõrvaldada; pesta tuleb nii kaua, kuni see osa nahka, kuhu sattus leelis, ei ole enam libe.

Sööbeleelise lahus kõrvaldab hästi vana õlivärvi.

Ühinedes kõvade ja vedelate rasvadega muutub sööbenaatrium rasvhappesooladeks, s. o. tavaliseks seebiks. Sööbenaatriumi keetmisel loomsete rasvadega, milles on palju steariinhappeglütseriidi ja palmitiini, saadakse kõva seep, taimsete rasvadega keetmisel aga poolvedel ja vedel seep.

Sööbe- ja nõrkade leeliste lahuste omadust seebistada rasvu kasutatakse laialdaselt tehnikas.

Sööbenaatriumi-lahuse poolt vigastatud kohta käel määritakse otsekohe loomse või taimse rasvaga.

Soodat (naatriumkarbonaati) kasutatakse laialdaselt selleks, et esemetelt rasva ja mustust maha pesta. Teda kasutatakse klaasi ja seebi valmistamiseks. Segatuna puusöega tarvitatakse teda raua tsementiitimiseks.

Potast[1] (kaaliumkarbonaati) võib valmistada tuhast, mis on saadud puidu või päevalille-, kartuli- ja teiste taimede varte põletamisel.

Tuhk segatakse veega, kusjuures tekkiv sade kasutatakse maa väetamiseks, lahus aga aurustatakse. Sadet kuumutatakse kuni valge värvuseni.

12. Värnits.

Värnitsaks nimetatakse keedetud «kuivavat» taimeõli. Nimetus «kuivav» ei ole päris õige, teda tuleb mõista pigemini «oksüdeeruv», hapenduv. Mõned õlid kõvastuvad kokkupuutumisel õhuhapnikuga ja suurenevad mahus ning kaalus. Järelikult need ei ole kuivavad, vaid kõvastuvad õlid.

Hapenduvate (kõvastuvate) õlide hulka kuuluvad lina-, kanepi-, pähkli-, mooni- ja päevalilleõli. Kõige sageda-

[1] Potast saadakse tehnikas peamiselt KOH-lahuse neutraliseerimisel süsihappegaasiga. — Tõlk.

mini keedetakse värnitsat linaseemneõlist (heledat) ja kanepiõlist (tumedat).

Õli keedetakse mitu tundi. Värnitsa kuivamise kiirendamiseks lisatakse keetmisprotsessi ajal temasse mitmesuguseid sikatiive (kuivamise kiirendajaid).

Õhu käes muutub õhuke värnitsakile painduvaks ja vetruvaks juba 18 tunni pärast, aga 30—40 tunni jooksul kõvastub lõplikult. Värnitsa ühinemine õhuhapnikuga toimub ka peale kile täielikku kõvastumist. Selletõttu kõik õlivärvid aja jooksul «vananevad», muutuvad hapraks, lõhkevad ja lagunevad, eriti aga vabas õhus.

Mida vähem on värnitsas sikatiivi, seda aeglasemalt ta kuivab, kuid see-eest ka aeglasemalt «vananeb».

13. Õlivärvid.

Õlivärve valmistatakse kõige sagedamini pastadena, mis koosnevad värnitsaga hõõrutud värvipulbritest. Selliseid värve nimetatakse paksukonsistentsilisteks ja enne tarvitamist vedeldatakse neid värnitsaga. Kui värv on pulbris, siis tuleb teda enne vähese hulga värnitsaga hõõruda, muutes segu ühtlaseks õrnaks taignaks, ja alles seejärel vedeldada värnitsaga vajaliku paksuseni.

P l i i v a l g e t kasutatakse ainult välistöödeks. Ruumides mõjub ta inimorganismile halvasti. Väävelvesiniku toimel tumeneb kiiresti, eriti valguse käes.

T s i n k v a l g e ei kata pindasid mitte nii hästi kui pliivalge (on läbipaistvam), kuid ei kahjusta tervist ega tumene väävelvesiniku toimel.

L i t o p o o n on väga püsikindel, odav ja kahjutu värv. Tema puuduseks on mõningal määral läbipaistvus (madal «katmisvõime»).

K o l l a n e v ä r v. Kroom-, strontsium- ja pliikollane annavad selge ning puhta kollase värvitooni. Need vär-

vid on väga kallid ja neid kasutatakse väiksemate esemete värvimiseks ja maalikunstis.

Värvimullad. Need on peened sauepulbrid, millele rauaoksüüdid annavad mitmesuguse värvuse. Värvimuldade alla kuuluvad: kollane ooker, mis värvuselt meenutab tammepuitu, sieena, mis omab punase puu värvust, mennik — pruunikaspunane värv, muumia [1] — lillakaspunane värv. Kõik värvimullad on väga odavad.

Sinine värv (ultramariin) on sama, mis pesusine.

Rohelised värvid. Halivärv (vaskoksüüd) on väga vastupidav, kuid ka väga mürgine; kasutatakse katuste ja laevakere veealuse osa värvimiseks. Kroomroheline on kahjutu, kuid kallis. Odav värv on roheline ultramariin.

Kinnaver ehk tsinnoober — erepunane värv, mida saadakse elavhõbedast. Kunstlikku kinnaveri valmistatakse keemiliste värvidega segatud sauest.

Pliimennik — oranžpunane, väga raske ja kindel värv. Kasutatakse masinadetailide värvimiseks. Kaitseb metalli oksüdeerumise (korrosiooni) eest.

Must värv — nõgi, mis tekib nafta või looduslikku valgustusgaasi mittetäielikul põlemisel, samuti ka kondisõe ja mõnedest puuliikidest saadud sõe pulber.

Peale loetletute on olemas palju värve, mis omavad mitmesuguseid värvusi ja nimetusi, kuid mida kasutatakse peamiselt maalikunstis. Paljud värvused saadakse mitme värvi segamisel. Värvivarjundite valik tuleb teostada praktiliselt. Põhivärvused on punane, sinine, kollane ja valge. Kõik teised värvused ja nende varjundid võib saada põhivärvustest.

---

[1] Looduslike rauaoksüüdide üks eriliik; valmistatav ka keemilisel teel. — Tõlk.

Lakkisid on kolme põhiliiki — õli-, piiritus- ja nitrolakid.

Õ l i l a k i d koosnevad mitmesuguste vaikude, kõvastuvate õlide ja lahjendite segust. Lahjendina kasutatakse peamiselt tärpentini.

Kallimates, eriti vastupidavates lakkides kasutatakse vaiguna merivaiku, odavamates kopaalvaiku ja kõige odavamates ja mittevastupidavates kampolit. Suuremat osa lakke soojendatakse enne tarvitamist veidi, asetades lakipurgid kuuma vette.

P i i r i t u s l a k i d — loodusliku ja sünteetilise ehk kunstliku vaigu lahused mitmesugustes piiritustes. Nende lakkide läige ja väline ilme on parem kui õlilakkidel, kuid nad riknevad kiiresti niiskusest — kattuvad valge kirmega ja muutuvad matiks.

N i t r o l a k i d — aviolakk (emaliit), sapoonlakk, autolakk ja teised. Suuremalt osalt on need tselluloidilahused mitmesugustes lenduvates vedelikkudes — atsetoonis, butüül- ja amüülatsetaadis. Kõik need lakid annavad kõva ning läikiva kihi ja kuivavad kiiresti. Lakikiht püsib küllalt kaua nii ruumis kui ka välisõhus.

Kiiresti kuivavad lakid sisaldavad suure osa kergelt lenduvat atsetooni, aga aeglaselt kuivavates lakkides on ülekaalus amüül- ja butüülatsetaat. Nitrolakid on tuleohtlikud.

Nitrolakkide normaalse paksuse saamiseks segatakse 2—5% kuivainet 98—95% lahustiga. Seetõttu muutub lakikiht pärast lahusti äraauramist 20—30 korda ja isegi veel õhemaks pealekantud kihist.

E m a i l v ä r v i d on läbipaistvad ja läbipaistmatud. Läbipaistvaid emailvärve nimetatakse teisiti värvilisteks

lakkideks. Need on lakid, millele on antud aniliin- ja teiste läbipaistvate värvidega mitmesugused värvused.

Läbipaistmatud emailvärvid koosnevad samuti lakkidest ja värvidest, kuid siin ei ole kasutatud mitte läbipaistvaid värve, vaid kuivi pulbreid, nagu tsinkvalget, kroomkollast, ultramariini ja nõge. Emailvärvi kvaliteet sõltub lakist, mida kasutatakse tema valmistamisel. Kui kasutada odavat õli-kampolilakki, siis ei ole emailvärv vastupidav; teda on kerge kriimustada küünega ja kuuma veega kokku puutudes koorub lakikiht eseme küljest lahti. Häid emailvärve saadakse, kui alusteks kasutatakse nitrotselluloos- ja atsetaattsellulooslakke.

Lakikiht on väga hea ja püsiv elektriisolatsiooni-materjal. Läbipaistmatuid emaile ei ole soovitav kasutada elektri-isolaatorina, sest neis sisalduvad värvid võivad tunduvalt vähendada emailikihi isoleerimisvõimet.

15. Määrdeained.

Määrdeained on selleks, et luua masinates teineteise vastu hõõrduvate pindade vahele õhukest kihti.

Detailide kõvade pindade hõõrdumine teineteise vastu kulutab neid kiiresti.

Määrdeained on taimsed, loomsed ja mineraalsed. Loomse päritoluga määrdeaineid kasutatakse väga harva. Taimsed määrdeõlid on oliivi-, rapsi- ja riitsinusõli. Oliivi- ja rapsiõli viskoossus (püdelus, sitkus) on peaaegu 4 korda väiksem kui riitsinusõlil, mille viskoossus on 19 korda suurem kui vee viskoossus ja kahaneb ainult kuumenemisel. Üldiselt kasutatakse naftast toodetavaid mineraal-määrdeõlisid. Tavaliselt on need õlid läbipaistva sinaka varjundiga.

Aeglaselt liikuvates masinates, mis töötavad suure koormuse all, kasutatakse püdelaid õlisid, kiiresti tiirlevates masinates aga vedelamaid.

Suhteliseks viskoossuseks nimetame arvu, mis näitab, mitu korda aeglasemalt veest üks või teine vedelik voolab läbi teatava suurusega ava.

Viskoossust väljendatakse Engleri kraadides. Vee viskoossus on 1 kraad.

Tabelis on näidatud, mitu korda seal esitatud õlide viskoossus on suurem vee viskoossusest:

Õli nimetus	Viskoossus temperatuuril	
	50°	100°
Värtnaõli	3,0	Ei kasutata
Masinaõli, hele	3,5 — 9,5	Ei kasutata
Silindriõli	10,2 — 19,8	2,0 — 5,0
Viskosiin	Ei kasutata	5,8

Kaht esimest õli kasutatakse laagrite määrimiseks, mille kuumenemine tööprotsessis ei ületa 50—60°, aga teisi aurusilindritele ja plahvatusmootorite silindritele. Väikeste mudelite määrimiseks võib täiesti piirduda värtna- ja masinaõli tarvitamisega.

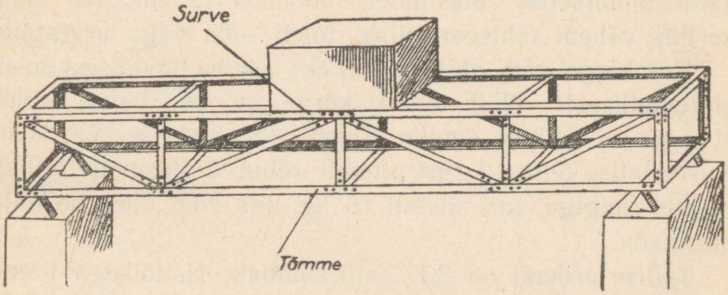
Paksemad määrded, s. o. solidool, tavott ja tehniline vaseliin, on kollakate salvide taolised. Kiiresti tiirlevates mudelites kasutatakse salvitaolisi määrdeid seal, kus vedel määre ei püsi.

Kui mehhanismis hõõrdumine toimub puitpindade vahel, siis kasutatakse talgist ja õlist valmistatud määret või lihtsalt puistatakse pindade vahele kuiva talki. Määret grafiidist ja õlist kasutatakse kettülekannete, tasa liikuvate suurte hammasülekannete ja puitlaagrite määrimiseks.

Masinate määrimine lina-, päevalille-, kanepi- ja teiste kõvastuvate (oksüdeeruvate) õlidega on kategooriliselt keelatud. Õli kõvastub ja masin lakkab töötamast. Kui eksikombel on seda juhtunud, siis võib detaile puhastada kastmisega seebikivilahusesse või keetmisega soodalahuses.

Materjalide tugevus.

Kui masinadetaile ja -kinnitisi ning hoonete ja ehitiste üksikosi ei tehta küllalt tugevatena, siis ei kannata nad koormust välja ja purunevad. Nendel juhtudel oleneb tugevus materjali kvaliteedist, detailide kujust ja mõõtmetest ning koormuse jaotusest.



Joon. 233. Sõrestiktalas koormuse mõjul tekkivad tungid.

Varem ehitati masinad väga raskete ja massiivsete osadega, hooned erakordselt paksude seintega. Kõiges püüti tagada suurt tugevust.

Õpetus materjalide tugevusest lubab ehitada masinaid ja hooneid odavamini ja kiiremini, ilma liigse tugevuse varuta. Selleks on eeskätt vaja teada, milliseid koormusi neil tuleb taluda. Teades koormusi ja nende jaotust, võib välja arvutada ehitise mõõtmed ja materjalide vajaliku tugevuse (joon. 233).

Et ehitada kaasaegne jalgratas, tuli väga palju töötada tema detailide mõõtmete kallal. Jalgratas kaalub 8 kuni 15 kg. Seda on väga vähe masina kohta, mis kergesti kannab enesel kuni 100 kg koormat — inimese ja pagasi kaal. Kas võib jalgratta kaalu veel vähendada? Võib, kuid järskude tõugete puhul hakkavad detailid purunema. Tähendab, rahulikuks sõiduks tasasel teel on jalgratas veel liiga tugev masin, kuid ilma tugevuse varuta puruneks ta esimesel väikesel mättal või augus. Siin arvestab tugevuse varu neid ootamatuid koormusi, mida jalgratas kohtab ebatasasel teel.

Sellistes konstruktsioonides, nagu jalgratas, auto, lennuk, omavad tähtsust tugevus ja kergus. Kohakindlatel (statsionaarsetel) masinatel, hoonetel ja ehitistel omab kergus vähem tähtsust, siiski tuleb seda väga arvestada.

Kui kõrge võib ehitada näiteks samba tavalisest heast ehitustellisest? Näib, et nii kõrge, kui soovitakse, ainult et post ei kukuks ümber. Tegelikult ei ole see päris nii. Kui tavalise tellise 1-cm² pinnale rõhub ülalasuvate telliste raskus tungiga, mis ületab 15 kg, siis võib alumine tellis puruneda.

Tellise erikaal on 2,1. Tellissambake ristlõikega 1 cm² ja kõrgusega 10 m kaalub 2,1 kg, aga 80 m kõrgune sammas kaaluks 16,8 kg ja võiks oma aluse puruks litsuda ning kokku variseda.

Oma mudelite ja ehitiste lihtsamaid arvestusi võib noor tehnik teostada kasutades alltoodud tabeleid, kus antakse mitmesugustele materjalidele lubatavad ja purustavad tungid kilogrammides ristlõike 1 cm²-le.

1. Tõmme.

Ehitustehnikas lubatavad pinged kilogrammides 1 cm^2-le.

Materjalid	Tung
Raud	kuni 1200
Malm	300
Mänd piki kiudu	110
Tamm piki kiudu	160

Purustavad pinged (tõmbetugevus).

Materjalid	Tung
Raud	3 400
Teras	16 000
Vedruteras	17 000
Terasvalu	7 000
Malm	1 800
Punane vask (valtsitud)	2 300
Pronks	2 000
Alumiinium (valtsitud)	1 800
Plii	300
Tsink (valtsitud)	2 200
Kuusk, mänd	600
Tamm, pöök	900
Tellis	8 — 15

2. Surve.

Masinaehituses lubatavad pinged kilogrammides 1 cm^2-le.

Materjalid	Ühtlasel koormusel	Muutlikul koormusel
Raud	900	600
Teras	1200—1500	800—1000
Malm	900	600
Terasvalu	900—1200	600—900

Puidule lubatavad pinged kilogrammides 1 cm^2-le.

Materjalile mõjuv koormus	Mänd	Tamm
Surve	90	125
Puidu muljumine metalliga	70	100
Puidu muljumine puiduga	50	80
Muljumine risti kiudu	25	50

3. Lõiketugevus.

Metallkonstruktsioonide lõiketugevuse lubatavaid tunge võib noore tehniku tööde juures võtta võrdsetena survetugevuse lubatavate tungidega.

Ehitustehnikas lubatavad tungid.

Materjalid	Koormusel kilogrammides 1 cm^2-le
Raud (needid, poldid)	900
Mänd (lõhastamine piki kiudu)	12
Tamm („ piki kiudu)	16
Mänd („ risti kiudu)	30
Tamm („ risti kiudu)	65

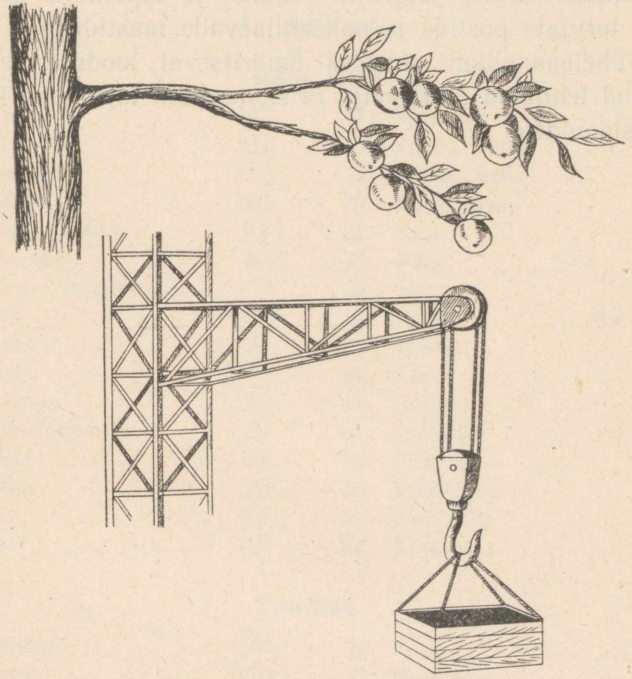
4. Koormuste iseloom.

Lihtsad konstruktsioonid, mis võivad esineda noore tehniku töö juures, on peamiselt allutatud survele, tõmbele ja lõikele.

Vahel võib esineda juhtumeid, mille puhul tekib arvestamises raskusi. Näiteks arvestad õigesti välja pika posti või toe survetugevuse, see aga paindub koormuse all

kõveraks. Oma tööde jaoks hakkame tegema erilise kujuga poste ja talasid. Kus võib siis näha esemeid, mis omavad seda erilist kuju?

Paindetugevust ja nõtketugevust võib suurendada nii, nagu seda loodus ise teeb. Puutüvi jämeneb alati järk-



Joon. 234. Viljapuuoks õpetas, kuidas ehitada tõstekraanat.

järgult ladvast juurte poole. Sellega avaldab puu vastusurvet kolmele koormusele: nõtkele ja survele, mis tekivad omakaalust, aga peale selle paindele tuule poolt tekitatud tungi mõjul. Horisontaalsed oksad jämenevad alati tunduvalt oma aluse poole (joon. 234). Kohtades, kus

on suurem koormus, loob loodus ise tugevama konstruktsiooni.

Loomade luud on torukujulised, sest vastupanust paindele ei võta südamik niikuinii peaaegu üldse osa. Looduse eeskujul teeb inimene palju torujaid, õõnsaid konstruktsioone, alates jalgratta raamist ja lõpetades trammiliini torujate postide ja ookeanilaevade mastidega.

Tähelepanelikult uurides ümbritsevat loodust, leiavad noored tehnikud alati palju ratsionaalseid lahendusi konstruktsioonidele.

VIII. TEATMETABELEID JA ANDMEID.

1. Erikaal.

Tahked ained.

1.	Kuld	19,3	
2.	Elavhõbe	13,6	
3.	Plii	11,3	
4.	Hõbe	10,5	
5.	Vask, pronks . . .	8,7	
6.	Messing	8,4	
7.	Teras (raud) . . .	7,8	
8.	Tina	7,3	
9.	Tsink	7,1	
10.	Malm	7,2	
11.	Marmor	2,7	
12.	Alumiinium	2,7	
13.	Klaas	2,6	
14.	Tellis	2,1	
15.	Liiv	1,7	
16.	Savi	1,7	
17.	Kivisüsi . . .	1,2—1,6	
18.	Tamm, kuiv . . .	0,85	
19.	Mänd, kuiv	0,52	
20.	Kuusk, kuiv	0,50	
21.	Kask	0,60	
22.	Pärn	0,42	
23.	Haab	0,47	
24.	Paber	0,7—1,15	
25.	Asbest	2,5	
26.	Asfalt	1,2—1,8	
27.	Grafiit	2,1	
28.	Puidusüsi . . .	0,3—0,9	
29.	Kampol	1,07	
30.	Kautšuk	0,93	
31.	Pimsskivi	0,4	
32.	Kork	0,24	

Vedelikud.

1.	Piiritus	0,80	
2.	Bensiin	0,70	
3.	Petrooleum	0,82	
4.	Nafta	0,87	
5.	Taimeõlid	0,93	
6.	Vesi	1,00	
7.	Merevesi	1,03	
8.	Kivisöetõrv	1,20	
9.	Glütseriin	1,26	
10.	Atsetoon	0,79	

Happed.

1. Lämmastikhape (kange) 1,50
2. Väävelhape (96%) . . 1,84
3. Soolhape (kange) . . 1,20

2. Soojusejuhtivus.

Tehnikas omab materjalide soojusejuhtivus suurt tähtsust. Näiteks püütakse aurukatelde ehitamisel valida parema soojusejuhtivusega metalli, et kütuste soojus kanduks veele paremini edasi. Ühtlasi on tarvis katlaid väljastpoolt katta kõige vähem soojust juhtiva (isoleeriva) materjaliga, et vähendada kasutut soojuse kiirgamist katelt ümbritsevasse ruumi.

Tabelis on näidatud isoleerivate omadustega materjalid.

Nimetus	Ühe kuupdetsimeetri kaal grammides	Lubatav kuumutamise temperatuur (kraadides)
1. Peenestatud kork	161	200
2. Lambavill	136	150
3. Siid, loomulik	101	130
4. Puuvill (vatt)	81	130
5. Pimsskivi	330	400
6. Asbestikiud	576	500

Tabelist näeme, et asbest on kõige raskem isoleerimismaterjal; ta evib kõigist loetletud materjalidest kõige väiksemal määral isoleerivaid omadusi. Kuid see-eest kannatab asbest kõrget temperatuuri paremini kui teised materjalid.

Allpool on näidatud metallide soojusejuhtivus alanevas järjestuses:

1. Hõbe
2. Vask, hõõgutatud
3. Vask, valtsitud
4. Vask, valatud
5. Alumiinium
6. Volfram
7. Messing
8. Tina
9. Pronks
10. Nikkel
11. Teras
12. Plii

Järelikult, loetletud metallidest omab hõbe suurimat soojusejuhtivust, plii aga kõige väiksemat. Hõbedast katlaid ei tehta, see oleks liiga kallis, kuid teisel kohal tema järel asub vask, mida sageli kasutatakse mitmesuguste katlatorustikkude, soojendusseadeldiste, katlaleektorude ja jootetõlvikute valmistamiseks.

3. Kütuste kütteväärtus.

Mitmesuguste ainete kütteväärtust mõõdetakse kaloritega. Üks suur kalor (kilokalor) on soojuse hulk, millega saab soojendada 1 l vett 1° võrra. Arvestustes ei tule siiski oletada, et näiteks aurukatla mudelis 1 l vee soojendamiseks 15°-lt 100°-ni on vaja kulutada kõigest 85 kilokalorit. Vee soojendamiseks kasutatakse soojusest kõigest 5—6%. Ülejäänud osa läheb aga koos suitsuga korstnasse ja kiirgub katlaseinte ning teiste teede kaudu.

Üks kilogramm kütust või üks kuupmeeter gaasi temperatuuril 15° ja 1-atmosfäärise rõhu all eraldab täielikul põlemisel kilokaloreid:

1. Puit	2000—3700	7. Petrooleum . .	10 000
2. Turvas . . .	2000—4000	8. Bensiin . . .	11 000
3. Pruunsüsi . .	4500	9. Parafiin . . .	9800
4. Koks	5500—7000	10. Piiritus . . .	6700
5. Puidusüsi . .	7000—8000	11. Puupiiritus . .	5300
6. Nafta	10 000	12. Valgustusgaas	5000

4. Kõvadus.

Kui terase kõvaduseks võtta 100, siis võib koostada järgmise tabeli:

1. Teras	100	5. Vask	38
2. Raud	88	6. Tsink	34
3. Kuld	73	7. Tina	11
4. Hõbe	58	8. Plii	4

Mineraale, alates kõige pehmemast kuni kõige kõvemani, võib paigutada järgmiselt:

1. Talk
2. Kips, kriit
3. Lubjapagu
4. Sulapagu
5. Apatiit
6. Põldpagu
7. Räni
8. Topaas
9. Korund
10. Teemant

Tavaliselt tõmmatakse mineraalide kõvaduse määramisel ühe mineraaliga teise pinda mööda. Kui näiteks mineraalitükike jätab kriipsu ränikivile ja korundile, siis on see teemant — kõige kõvem aine. Samasugusel viisil on võimalik määrata ka teiste ainete kõvadust.

5. Sulamistemperatuurid.

Aine	Kraadid	Aine	Kraadid
Volfram	3370	Antimon	630
Plaatina	1770	Tsink	419
Raud	1500	Plii	327
Portselan	1550	Tina	232
Nikkel	1400	Toorkautšuk	125
Teras	1400	Väävel	119
Malm	1200	Naatrium	97
Klaas pliita	1300	Vaha	64
Klaas pliiga	800	Parafiin	54
Vask	1084	Stearriin	50
Kuld	1063	Bensool	5
Messing	900	Vesi	0
Hõbe	961	Tärpentin	—10
Pronks	900	Keedusoola küllastatud lahus	—21
Alumiinium	658	Glütseriin	—20
Keedusool	801	Elavhõbe	—39

6. Keemistemperatuurid.

Aine	Kraadid	Aine	Kraadid
Elavhõbe	357	Vesi	100
Linaseemneõli	315	Bensool	80
Parafiin	300	Väävelsüsinik . . .	46—47
Glütseriin	290	Eeter	35
Tärpentin	160		

IX. KASULIKUD NÕUANDED JA RETSEPTID.

Raamatu selle osa ülesandeks on kergendada noore tehniku tööd ja hoiatada teda tegemast vigu.

Tundmata materjalide omadusi, võib rikkuda suurt vaeva nõudnud head mudelid päris töö lõpus.

1. Kuidas töötada mitmesuguste liimidega.

Noortel tehnikutel tuleb kasutada mitut liiki liime:

1) Tisleriliim, valmistatud kapjadest, sarvedest, nahast ja loomakontide keedusest.

2) Kaseiinliim, valmistatud piimavalgust — kohupiimast, aga samuti ka sojaoa ja teiste seemnete taimevalkudest.

3) Dekstriinliim, valmistatud lämmastikhappega niisutatud ükskõik missuguse tärklise ettevaatlikul kuumutamisel 140°-ni (kollaka värvuseni).

4) Nitrotselluloosliim on tselluloidi lahus eeteralkoholis, atsetoonis või butüülatsetaadis.

Esimesed kolm liimiliiki lahustuvad vees ja ei ole seega veekindlad, aga nitrotselluloosliim säilitab täieliku veekindluse väga pika aja jooksul.

T i s l e r i l i i m pundub külmas vees 8—10 tunni jooksul. Kui pundunud liimi nüüd soojendada vett juurde lisamata 60—70°-ni, muutub ta vedelaks ja töötamiseks kõlblikuks. Kui kokkuliimitavad detailid tugevasti teineteise vastu suruda ja jätta nii kuivamiseni, siis saavad ühen-

dused väga tugevad. Kuid ei tule unustada, et tisleriliim hoiab hästi kinni ainult kuivas ruumis.

Et teha tisleriliimi veekindlaks, tuleb kuumale valmis liimile tingimata lisada 8—10% head värnitsat ja segu korralikult läbi segada. Alguses liim ei ole veel veekindel, kuid kahe-kolme nädala kuivamise järel lakkab ta juba niiskuse toimel pundumast.

Kaseiinliim sarnaneb pealtnäha mannateradega ja omab valget või kollakat värvust. Liim lahustatakse külmas vees ja segatakse seni, kuni üksikud terakesed on sulanud. Kui liimi ei segata, siis «valmib» ta ise 20—30 minuti pärast. Pikemaks ajaks seda liimi valmistada ei või, sest et juba 10—12 tunni pärast areneb temas väga palju mitmesuguseid baktereid, mis hävitavad kõik liimi väärtuslikud omadused ja annavad talle tavalise laguneva valgu lõhna. Et teha kaseiinliimi veekindlaks, lisatakse talle veidi maarjat või formaliinilahust. Formaliinilahus on mürgine, kuid pärast kuivamist kaotab liim mürgisuse. Ühinedes formaliiniga muutub kaseiin tugevaks plastmassiks, millest tehakse nööpe, kamme ja isegi taldrikuid.

Kaseiinliimiga võib liimida puitu, paberit, kudumeid, purunenud savi- ja portselannõusid ning isegi metalle. Ei tohi ainult töötada liiga vedela liimiga. Hea liimisegu peab olema hapukoore paksusega.

Dekstriinliimi kasutatakse peamiselt paberi, naha ja kudumite kokkuliimimiseks. Välimuselt sarnaneb kuiv dekstriin kaseiinliimiga, kuid dekstriinilahust on kerge ära tunda lõhnast, mis meenutab veidi kasemahla meeldivat lõhna. Harilikku tärklisliimi valmistatakse nagu tavalist kisselli ja nimetatakse kliistriks.

Nitrotselluloos- (tselluloid-) liim liimib hästi puud, paberit, nahka ja tekstiili. Klaasi ja metalle

temaga liimida ei või, sest liim ei kleepu nende pindade külge ja tuleb kergesti lahti lehekeste näol.

Nitrotselluloosliimiga teostatakse jalanõude remonti «õmbluseta». Selleks lõigatakse katkiste jalanõude augu ja paiga ääred libamisi. Augu ja paiga servad määritakse liimiga kokku, asetatakse paik kiiresti kohale ja surutakse servad tugevasti teineteise vastu triikrauaga või lapiku metallitükiga (näiteks viiliga), mis on soojendatud 50° kuni 60°-ni. Kui paik on asetatud õigesti ja korralikult, siis ei ole teda peaaegu märgata ja ta püsib väga kaua kohal.

Nitroliimi abil on kerge parandada ka vilte.

Viltide paikamine toimub samuti kui nahkjalatsite puhul, ainult et servad määritakse liimiga paksemini. Viltidele võib isegi uusi taldu alla panna, määrides need paksult nitroliimiga. Vildi ja uue talla vahele tekib seejuures vett pidav kiht tselluloidist ja sellised vildid ei ligune läbi — märjaks saab ainult tald. Tuleb meeles pidada, et nitroliim on tuleohtlik. Kui asetada temaga liimitud vildid kuivama liiga kuuma ahju (üle 150°), võivad nad süttida.

2. Kuidas valmistada värvilisi märkimispliiatseid.

Enne kui alustada puusepa- või tisleritöid, on vajalik teostada materjali märkimist. Tavaline koolipliiats on kõlblik ainult õige väikeste tööde juures. Peale selle on kahvatud hallid jooned halvasti nähtavad ja seetõttu tekivad vead. Märkimispliiatsid peavad olema jämedate värviliste südamikkudega.

Tavalisest parafiinküünlast võib teha ükskõik missuguse värviga pliiatseid töötamiseks puidul. Tarvis on ainult meeles pidada, et sellise pliiatsiga ei tohi kirjutada klassitahvlile — selle jälgi on väga raske maha hõõruda.

Pliiatsite valmistamiseks on vajalik parafiin ja mistahes mineraalvärv. Paksust paberist keeratakse mõned torukesed, määrides enne paberi õige vedela kliistriga, murtakse siis nende alumised otsad kokku, aga torukesed ise litsutakse laiaks, et pliiats ei tuleks ümmarguse, vaid lapiku kujuga. Plekktoosis sulatatakse parafiini ja lisatakse sellele sinet, rauamennikut või mõnd teist värvi. Kui lisada liiga palju värvi, siis saab segu niivõrd paks, et seda on raske valada valmistatud paberitorukestesse — kestadesse. Seepärast, kui kuum segu on juba hapukoorepaksune, värvi enam juurde ei lisata, vaid segu valatakse püsti asetatud torukestesse. Kui pliiatsid on jahtunud, rebitakse nende alumisest otsast niipalju paberit ära, et paljanduks 10—15 mm pikkune südamik. Selliseid pliiatseid ei ole vaja teritada. Kui südamik kulub, siis rebitakse jälle kitsas riba paberit ära, kui ta aga nürineb, siis soojendatakse otsa ja voolitakse sõrmedega vajalik teravik.

3. Kiti ja pahtelkiti valmistamine.

Kitte ja pahtelkitte on väga mitmesuguse koosseisu ja otstarbega.

K l a a s i- j a a k n a k i t t. Üks selle kiti sort on klaaside kinnitamiseks raamidesse, teine aga aknaraami kittimiseks talveks. Asendada üht kitti teisega ei või mingil juhul.

Klaasikitt peab aja jooksul kõvaks muutuma, aknaraamide kitt peab aga jääma alati pehmeks. Kui kittida aknaraame kõvastuva kitiga, siis ei saa kevadel akent avada — kitt tuleb peitliga välja raiuda. Kui aga mittekõvastuva kitiga kinnitada klaase raamides, siis hakkab kitt suvel kuumade päikesekiirte mõjul sulama.

Kõvastuv kitt on sõelutud kriidipulbrist ja värnitsast või õlilakist valmistatud taigen. Paksuselt peab kitt olema tavalise kõva leivataigna taoline.

Talveraamide kitt valmistatakse samal viisil, kuid värnitsa või laki asemel kasutatakse mistahes paksemat masinaõli. Masinaõliga valmistatud kitt ei kõvastu kunagi.

Hiina kitti kasutatakse marmori, portselani, klaasi ja kivist esemete kokkukleepimiseks ja lõhede täitmiseks. See koosneb 54 kaaluosast kustutatud lubjast, 6 kaaluosast pulbriks hõõrutud maarjast ja 40 kaaluosast kaseiinliimist.

Pliiglütseriinkitt. Vastupidav ja kiiresti kõvastuv kitt, mida valmistatakse 100 g peenestatud pliisilust ja 8—10 g glütseriinist. See kitt ei karda vett, happeid, leelisi, õlisid, kloori ega piiritust. Seda kitti kasutatakse portselani, klaasi, kivide, puidu ja metallide kokkuliimimiseks ja lõhede täitmiseks.

Tavaline liimpahtelkitt valmistatakse kriidist või talgist ja vedelast liimist. Selle pahtelkiti jaoks võib kasutada tisleri-, kaseiin- ja dekstriinliimi. Pahtelkitiga täidetakse puidu ebatasasused ja silutakse pärast kuivamist klaasipaberiga. Tavalist pahtelkitti võib kasutada ainult kuivas ruumis asetsevate esemete jaoks.

Veekindel pahtelkitt valmistatakse samuti kui tavaline, kuid talle lisatakse iga 100 g kriidi kohta 5—6 g värnitsat või õlilakki. Veekindel pahtelkitt kõvastub veidi aeglasemalt kui tavaline. Kui ei ole värnitsat, siis tuleb lisada veidi maarjat ja oranžpunaste kristallidena esineva kaaliumbikromaadi lahust. Pahtelkitt, mis on valmistatud maarjaga, muutub päikesevalguse mõjul veekindlaks, aga ainult siis, kui ta on valmistatud tisleriliimiga.

Läbipaistvat pahtelkitti kasutatakse pooride ja defektide täitmiseks väärispuidust valmistatud toodetel. Seda pahtelkitti valmistatakse kuivast kartulitärklisest õli- või tselluloidlakiga.

4. Kuidas emailida.

Metallide kaunistamiseks ja nende kaitsmiseks oksüdeerumise (korrosiooni) eest kaetakse nende pind emailidega. Emailid on läbipaistvad ja läbipaistmatud. Iga email on klaasitaolise massi suland mitmesuguste värvust andvate ainetega.

Emaili klaasitaolist sulandit võib valmistada peeneks tambitud klaasist ja boorlubjast, segades neid mennikuga ja sulatades tugeval tulel. 100 g tambitud klaasi kohta võetakse 25—30 g boorlupja ja 120—150 g mennikut. Suland tambitakse peeneks pulbriks, mis on tooraineks läbipaistva värvitu emaili saamiseks. Valge emaili saamiseks lisatakse sulandile tinaoksüüdi või fosforhaput lupja.

Mõningate värviliste emailide saamiseks segatakse pulbrid järgmises osiste vahekorras:

Koosseis	Värvid	
	Helesinine	Sinine
Sulandit	3500	3500
Musta koobaltoksüüdi	40	125
	Ereroheline	Kollakasroheline
Sulandit	3500	3500
Vaseoksüüdi	500	50
Kaaliumbikromaati	—	12
	Kollane	Oranž
Sulandit	3500	3500
Kaaliumbikromaati	25	50
	Violetne	
Sulandit	3500	
Kaaliumpermanganaati	125	

Punase emaili saamine on keeruline. Lihtsam viis on sulandi pulbrile lisada peeneks tambitud punast klaasi.

Läbipaistmatute värviliste emailide saamiseks võetakse läbipaistva sulandi asemel pulber, mida kasutatakse valge emaili saamiseks.

Et emailida metallesemeid, kantakse neile emailipulbrist, veest ja vesiklaasist valmistatud taigna kiht. Kui taigen kuivab, asetatakse ese ahju, kus pulber sulab ja katab eseme emailikihiga. Väikesi lapikuid esemeid võib emailida kuumendades neid alt tugeva gaasipõleti või priimuse leegiga. Kui metallplaadisse pressida muster süvendite ja eendite näol, siis võib neid täita mitmevärviliste pulbritega ja saada kunstipärane mitmevärviline email.

Emailide loetletud koosseise võib kasutada mitte ainult metallide katmiseks. Need emailid katavad väga hästi ka portselani ja igasuguseid keraamikatooteid.

5. Kuidas valmistada peegleid.

Paljude optiliste seadeldiste, fotoreleede ja reflektorite valmistamisel ning teistel otstarvetel tekib vajadus kasutada mitte ainult tasapinnalisi, vaid ka väga keerulise profiiliga peegleid: kumeraid, nõgusaid, silindrilisi ja koonilisi. Vahel tekib vajadus muuta peegeldajaks värvitust klaasist pudeli äralõigatud ülemine osa või isegi teeklaasid ja alustassid. Kõike seda võib teha, teades, kuidas kanda klaasile õige õhuke hõbedakiht.

Peegli valmistamise eel peab klaas olema põhjalikult puhastatud rasvast ja mustusest, mida kõrvaldatakse sooja vee ja soodaga pestes.

Hõbetamiseks vajalikud lahused valmistatakse järgmiselt:

Lahus nr. 1. 4 grammi lämmastikhaput hõbedat (hõbenitraati, põrgukivi) lahustatakse 100 kuupsentimeetris vees. Sellele lisatakse 100 kuupsentimeetris vees lahustatud 6 grammi puhast ammooniumnitraati.

Lahus nr. 2. 5 grammi suhkrut lahustatakse 50 kuupsentimeetris vees, lisatakse 0,6 grammi viinhapet ja keedetakse 10 minutit. Peale jahtumist lisatakse 10 kuupsentimeetrit puhast piiritust ja niipalju vett, et kokku tuleks 100 kuupsentimeetrit lahust.

Lahus nr. 3. 10 grammi seebikivi lahustatakse 100 kuupsentimeetris vees.

Lahuste valmistamiseks tuleb kasutada destilleeritud vett.

Hõbetamiseks tuleb segada 2 osa lahust nr. 1 ja lahuseid nr. 2 ja nr. 3 kumbagi 1 osa. Selleks valatakse lahus nr. 2 lahusesse nr. 1 ja saadud segusse lahus nr. 3. Lahus nr. 3 mõjul algab hõbeda sadestumine, mis kestab temperatuuril 20° ligi pool tundi.

Lapik klaas asetatakse hõbetamiseks horisontaalselt, servadele tehakse vahast või parafiinist ääris ja klaasi pinnale valatakse lahus. Nõgusaid klaase ja nõusid hõbetatakse lahuse sissevalamise teel, kumeraid aga hõbetatava osa lahusesse kastutamisega.

15—20 minutit pärast hõbetamise algust sadestub klaasile küllaldase paksusega hõbedakiht. Hõbedakihiga kaetud klaasese pestakse veega ja kuivatatakse. Et kaitsta hõbedakihti vigastuste eest, kaetakse see õlilakiga, millele on lisatud valget värvi või mennikut. Peegel säilib veel paremini, kui kõvastunud lakikihile kanda ka teine kiht ja kleepida sellele, kuni ta on alles pehme, õhuke tugev paber või riie.

Klaasist näärikuuseehteid (pärleid, torukesi, kuulikesi ja teisi väga mitmekesise kujuga esemeid) hõbetatakse samasuguse lahusega, valades seda esemesse.

6. Kuidas lõigata pudelit.

Pooleks lõigatud pudelist saab korraga kaks uut kasulikku eset: klaasi ja pudeli ülemise osa, millest võib, hõbetades selle väljastpoolt, teha hea reflektori.

Pudeli ümber mähitakse 2—3 korda pehme, mitte väga jäme karvane niit ja seotakse väikese sõlmega. Niit immutatakse petrooleumiga ja süüdatakse põlema. Seni kui niit põleb, hoitakse pudelit horisontaalselt ja pööratakse nii, et niidiga mähitud kohta (tulevast lõikejoont) kuumendaks leek. Kui niit on ära põlenud, lastakse pudel vertikaalselt veega täidetud pange. Niipea kui vesi puudutab leegi poolt kuumendatud vööti, lõhkeb pudel mööda kuumendusjoont.

Saadud klaasi ja lehtri servad on teravad ning ebatasased, kuid neid on kerge siluda mirgeltahuga või veega märjaks tehtud liivakivist pöörkäial.

7. Kuidas graveerida metallile.

Pealkirju mudelite tähistamise metall-plaadikestel, ilustusi mudelitele ja kauneid kunstipäraseid töid võib teostada graveerimise teel. Graveerimisel ei ole sugugi vaja metalli tähtede või mustri kohalt välja lõigata või välja raiuda. Selle töö teeb söövitusvedelik.

Metallplaadikene soojendatakse temperatuurini 60—70° ja kaetakse parafiinikihiga, mis sulades katab ühtlaselt kogu pinna.

Plaadikese servadele tehakse soojas pehmendatud parafiinist ääris kõrgusega 5—6 mm. Parafiiniga kaetud plaadikesele kantakse hariliku kopeerpaberi abil muster või kiri. Nõela teravikuga, mille tömp ots on torgatud pliiatsisse, ja taskunoa otsaga puhastatakse parafiinist hoolikalt kuni metallini kõik need mustri kohad, mis peavad olema süvendatud. Seal, kus plaadikesele on jäänud parafiin, jääb metall söövitamata.

Kui joonis on graveeritud, valatakse plaadikesele lahus, mis parafiinist paljandatud mustri osades lahustab metalli nõutava sügavuseni. Kallutades plaadikest võib jälgida, kas joonis on küllalt söövitatud.

Kui söövitamine on lõpetatud, valatakse lahus ära, plaadike aga pestakse hoolikalt puhtaks. Parafiini on kerge eemaldada. Selleks on vaja plaadike asetada kuuma vette ja välja võttes hõõruda kuiva lapi ja kriidiga.

Graveerimiseks on kõige parem võtta värvilisi metalle: vaske, messingit, pronksi, alumiiniumi ja tsinki.

Kolme esimest metalli söövitatakse veega lahjendatud lämmastikhappega. Tsinki võib söövitada soolhappega või seebikivilahusega. Alumiinium on hapete toimele väga vastupidav, seepärast tuleb teda söövitada seebikivilahusega.

8. Kuidas teha lambipõletile tahti.

Petrooleumilampides, mitmesugustes põletites ja petrooleumiahjudes kasutatakse tavaliselt puuvillaseid tahte. Kui petrooleum on halvakvaliteediline, siis tekib nendele tahtidele kiiresti niiste ja põlemine ei toimu õigesti. Peale selle täitub kogu taht mustusega ja lakkab petrooleumi edasi andmast. Palju parema kvaliteediga tahid saadakse

siledast pehmest kalevist. Selliseid tahte on kerge ise teha, lõigates neid välja mõnest kantud rõivastusesemest, mis on muutunud juba tarvitamiskõlbmatuks.

9. Kuidas teha jalatseid veekindlaks.

Selleks on väga palju viise. Võib jalatseid niisutada enne seebilahusega ja siis immutada maarjalahusega; lihtsamaid jalatseid võib määrida tõkatiga. Kuid kõige parem on kingi ja saapaid immutada kalarasvaga ja lasta neil kauemat aega seista päikese käes. Päikesekiirte mõjul astub kalarasv keerukasse keemilisse reaktsiooni nahaga, teeb selle pehmeks, elastseks, tugevaks ja veekindlaks. Tarvis on ainult meeles pidada, et selline nahk, omandades mõningad seemisnaha omadused, kaotab seejuures oma läike. Samad tulemused saadakse naha immutamisel loomsete rasvadega.

Millalgi ei tohi jalatseid immutada mineraalõlidega ega kõvastuvate õlidega — päevalille, lina-, kanepi- ja pähkliõliga.

10. Kuidas valmistada kunstlikku puitu.

Kunstlik puit ehk «kivipuit» on tarvitatav pealistamisplaatide ja ilustiste valmistamiseks; viimaseid saadakse parafiin- või teiste vormide täitmisel selle massiga.

Kõige lihtsam «kivipuidu» valmistamise viis on järgmine. Läbisõelutud peen saepuru koos kriidi, talgi ja nõutava värvusega mineraalvärviga segatakse kõvaks taignaks kuuma tisleriliimi ja maarjalahusega. Taigen pressitakse vormidesse, kui ta on jahtunud temperatuurini 35—37°, mida võib mõõta tavalise meditsiinilise termomeetriga.

Kui taigen pressitakse mitte parafiinist, vaid puidust vormidesse, siis võib selle temperatuur olla kuni 50—60°. Pärast jahtumist ja osalist kuivamist võetakse tooted vormidest ja kuivatatakse. Et taigen ei kleepuks vormide külge, soovitatakse neid enne määrida värnitsaga.

Sellisest «kivipuidust» esemed kuivavad võrdlemisi tugevasti kokku ja võivad liiga kiire, ebaühtlase kuivamise puhul kõmmelduda. Seepärast tuleb neid kuivatada kuivas jahedas kohas, kuid mitte päikesepaistel ja muidugi mitte kuumas ahjus.

«Kivipuidu-t» tooteid on kerge lihvida, poleerida ja lakeerida tavalisel viisil, samuti ka töödelda instrumentidega.

Lihtsaima «kivipuidu» tavaline koostis: saepuru 1000 g, talki või kriiti 400 g, mineraalvärvi 50—150 g, vett 400 g, milles on lahustatud liimi 150 g ja maarjat 40 g. Olenevalt soovitavast tugevusest võib liimihulka suurendada või vähendada. Mida rohkem on liimi, seda vastupidavam ja tugevam on kunstlik puit.

SISUKORD.

Lk.

Noortele tehnikutele 3
Noore tehniku töönurk 5

I. Puidu töötlemine.

1. Puidu liigid ja nende omadused 11
2. Saematerjal ja vineer 14
3. Mõõte- ja märkimisriistad 15
4. Abiseadised 17
5. Tööriistade käsitsemine 19
6. Abitööriistad 29
7. Puidu painutamine 31
8. Puitdetailide ühendamise viisid 33
9. Puittoodete liimimine ja viimistlemine 36
10. Maalritööd 38

II. Metallide töötlemine.

Metallid ja nende omadused 42
Metallide külm töötlemine 47
1. Mõõte- ja märkimisriistad 47
2. Tööriistad ja rakised 49
3. Töö võtteid ja iseärasusi 56
4. Metalldetailide ühendamise viise 57
5. Plekitööd 59
Metallide termiline (kuum) töötlemine 61
1. Hõõgutamine 61
2. Karastamine 61
3. Noolutamine (järelelaskmine) 62
4. Tsementiitimine 63
5. Jootmine 64
6. Raua ja terase tagumine 67
7. Valutööd 68

Lk.

III. Mehhaanika ja energeetika.

1. Joonestusvahendid ja tehniline joonestamine . . . 72
2. Masinate detailid 76
3. Tuulemootorid 86
4. Pumbad 95
5. Aurumasinad 99
6. Aurukatlad 105

IV. Elektrotehnika.

1. Elektrivoolu mõõtühikud 110
2. Alalis- ja vahelduvvool 113
3. Galvaani elemendid 115
4. Akumulaatorid 116
5. Ühendus- ja lülitusviisid 118
6. Võrgu rikete kõrvaldamine 122
7. Elektromagnetid ja elektromagnetiline induktsioon . . 123
8. Elektrigeneraatorid ja -mootorid 125
9. Transformaatorid 129
10. Voolu soojuslik toime. Reostaadid 132
11. Automaatseadeldised 134
12. Elektrisignaalid 138
13. Mõõteriistad 141
14. Galvanotehnika 142

V. Raadiotehnika.

1. Raadiosaade 147
2. Raadiosaate vastuvõtmine 148
3. Kohalik saade 150
4. Raadiolainete jagamine diapasoonidesse 151
5. Raadiodetailide tingmärgid 152
6. Raadiolambid 156
7. Detektorvastuvõtja 162
8. Antenn ja maaühendus 164
9. Valjuhääldajate põhitüübid 166
10. Lihtsaim riketeotsija 170
11. «Rekord»-tüüpi valjuhääldaja remontimine 170
12. Raadiolampide kontrollimine 172
13. Raadiovastuvõtja ehitamine 172

Lk.

VI. Lennu- ja õhusõiduasjandus.

1. Õhust kergemad aparaadid 191
2. Õhust raskemad aparaadid 196

VII. Materjalid noore tehniku tööde jaoks.

1. Abrasiivmaterjalid 224
2. Asbest («kivilina») 226
3. Paber 226
4. Side-ehitusmaterjalid 228
5. Mitmesugused materjalid 232
6. Kautšuk. Kummi. Eboniit 234
7. Kudumid (tekstiilmaterjalid) 235
8. Keraamikatooted 236
9. Tselluloid 238
10. Happed 239
11. Leelised 240
12. Värnits 241
13. Õlivärvid 242
14. Lakid ja emailvärvid 244
15. Määrdeained 245

Materjalide tugevus 247

1. Tõmme 249
2. Surve 249
3. Lõiketugevus 250
4. Koormuste iseloom 250

VIII. Teatmetabeleid ja andmeid.

1. Erikaal 253
2. Soojusejuhtivus 254
3. Kütuste kütteväärtus 255
4. Kõvadus 255
5. Sulamistemperatuurid 256
6. Keemistemperatuurid 257

IX. Kasulikud nõuanded ja retseptid.

1. Kuidas töötada mitmesuguste liimidega 258
2. Kuidas valmistada värvilisi märkimispliiatseid . . . 260

l.k.
3. Kitt ja pahtelkiti valmistamine 261
4. Kuidas emailida 263
5. Kuidas valmistada peegleid 264
6. Kuidas lõigata pudelit 266
7. Kuidas graveerida metallile 266
8. Kuidas teha lambipõletile tahti 267
9. Kuidas teha jalatseid veekindlaks 268
10. Kuidas valmistada kunstlikku puitu 268

Vastutav toimetaja A. Pae.
Vanemkorrektor Ü. Rattur.
Tehniline toimetaja H. Kohu.

Ladumisele antud 14. II 1950. Trükkimisele antud 23. VIII 1950. Trükiarv 5000. Paber 56×79,1/16. Trükipoognaid 17,125 + 1 lisa. Formaadile 60×92 kohaldatud trükipoognaid 13,7. Arvutuspoognaid 13,97. MB-06402. Trükikoda „Pioneer", Tartu, Kastani 38. Tellimise nr. 275.

На эстонском языке.

Л. Киселев, Э. Микиртумов,
П. Хлебников, Ф. Честнов.

Книга юного техника.

Hind rbl. 6.80

RBL. 6.80

A-18615



TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00448759 3