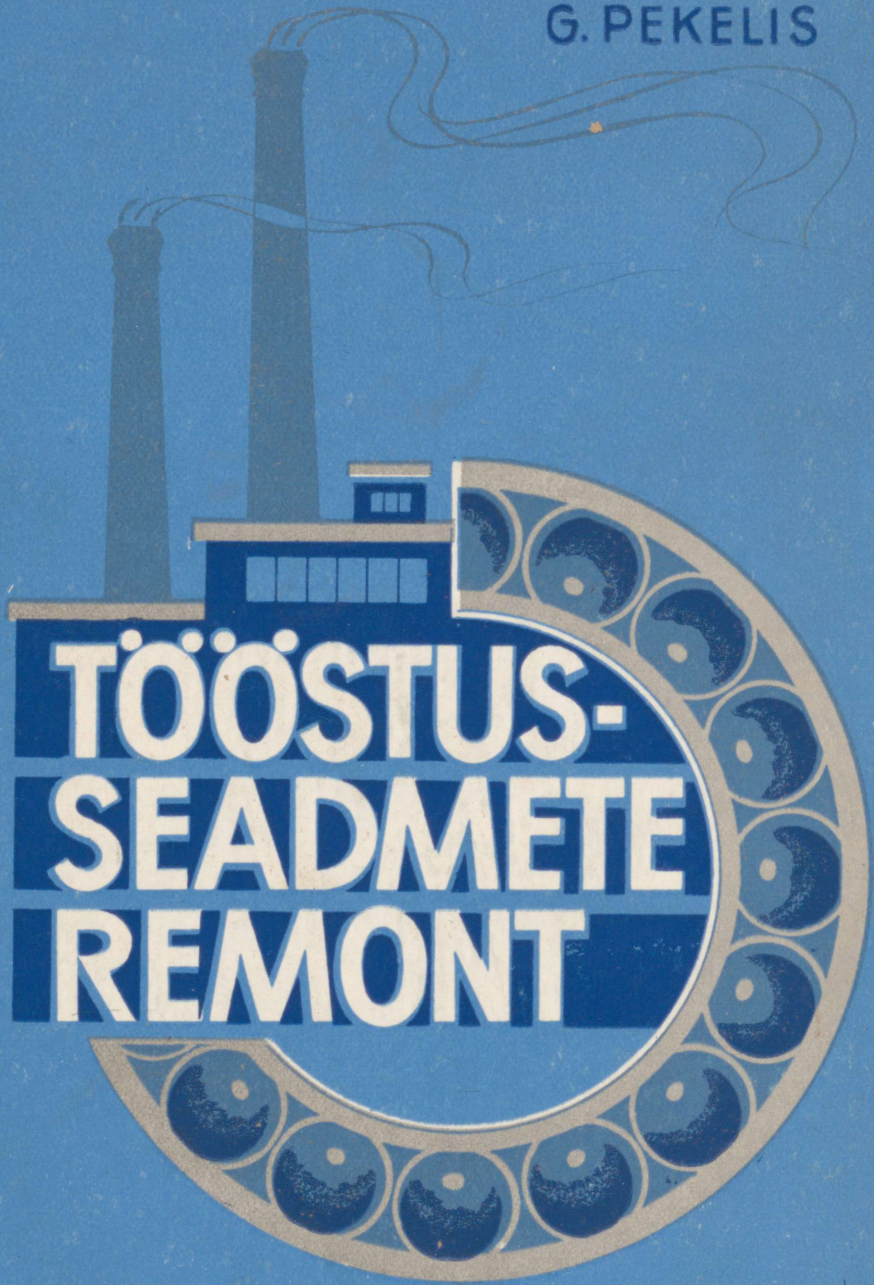
B. GELBERG
G. PEKELIS



# TÖÖSTUS-SEADMETE REMONT

A - 30100

B. GELBERG, G. PEKELIS

# TÖÖSTUSSEADMETE REMONT

KIRJASTUS «VALGUS» · TALLINN 1968

6T5
G20

Originaali tiitel:

Б. Г. Гельберг, Г. Д. Пекелис
Ремонт промышленного оборудования
Издание третье, переработанное и дополненное
Издательство «Высшая школа», Москва 1965

Kunstiliselt kujundanud R. Tungla

Vene keelest tõlkinud U. Viik

УДК 621.9.004.67(075.3)

Ремонт промышленного оборудования.
Б. Г. Гельберг, Г. Д. Пекелис.

Книга представляет собой учебное пособие для подготовки в профессионально-технических учебных заведениях слесарей-ремонтников. В соответствии с учебной программой она содержит основные сведения о промышленном оборудовании и явлениях его износа, о мерах и способах предупреждения и устранения износа, о методах и приемах выполнения ремонтных работ. В книге приводятся данные нормативного характера, излагаются основы организации ремонтной службы и ремонтного хозяйства на предприятиях, освещаются вопросы модернизации оборудования.

Пособие может быть использовано также в сети индивидуально-бригадного обучения на промышленных предприятиях.

Илл. 180, табл. 14.

Raamat on kasutatav õpikuna kutsekoolides remondilukkseppade ettevalmistamisel. Vastavalt õppeprogrammidele sisaldab raamat põhilisi andmeid tööstusseadmetest ja nende kulumisest, kulumise ennetamise ja kõrvaldamise abinõudest ning viisidest, remonditööde teostamise meetoditest ja võtetest. Raamatus tuuakse normatiivse iseloomuga andmeid, esitatakse remonditeenistuse ja remondimajanduse organiseerimise aluseid ettevõtetes, käsitletakse seadmete moderniseerimise küsimusi.
Raamatut võib kasutada ka tööstusettevõtetes tööliste individuaalsel ja brigaadilisel väljaõpetamisel.

3—12—7
54—68

TARTU ÜLIKOOLI
RAAMATUKOGU

# SISSEJUHATUS

Kooskõlas kommunismi materiaal-tehnilise baasi loomise ülesannetega nõuab meie sotsialistliku tööstuse edasine kiire areng ekspluatatsioonis olevate seadmete maksimaalset kasutamist. See tähendab, et masinaid, tööpinke ja rakiseid on vaja õigesti ekspluateerida, hoida neid töökorras ja õigeaegselt remontida.

Viimane nõue käib eelkõige remonditeenistuse kohta meie ettevõtetes. Seoses masinate ja tööpinkide tehnilise taseme pideva tõusuga, progressiivsete tehnoloogiliste töötlemisrežiimide ja suure tootlikkusega lõikeriistade juurutamisega ning eesrindlike ettevõtete kollektiivide võitlusega rütmilise töö eest selle nõude tähtsus üha kasvab.

Kodumaise tööpingitööstuse arengutempot iseloomustavad andmed on toodud tabelis 1.

Isegi tehniliselt kõige paremini varustatud ettevõttes on remondipersonalil põhiliseks kohustuseks võidelda seadmete kulumise vastu. Kulumine on seadmete tootlikkuse ja võimsuse kadude peamine põhjus. Ükskõik kui hästi ka seadmeid hooldatakse, põhjustab masinate ja tööpinkide detailide ning sõlmede kulumine paratamatult nende töötlemistäpsuse pidevat langemist. Koos sellega halveneb ka väljalastava toodangu kvaliteet. Mõnikord langeb masin rivist välja mõne detaili ootamatul purunemisel.

Masinate rikked, mis on mõnikord väga tõsised, kõrvaldatakse remondi teel. Kulunud detailid taastatakse või asendatakse uutega. Detailide ja sõlmede liidetele antakse nende esialgne täpsus lukksepaoperatsioonidega. Paljudel juhtudel on masinad pärast remonti samaväärsed uutega. Edaspidi on aga peamine see, et remontidevaheline teenindamine oleks eeskujulik.

Remontidevaheline teenindamine ja remonditööde kompleks moodustab plaanilis-ennetava remondi ühtse süsteemi, mis on esmakordselt välja töötatud Nõukogude Liidus. NSVL Ministrite

Tabel 1

| Aastad | 1913 | 1930 | 1933 | 1940 | 1950 | 1954 | 1956 | 1958 | 1960 | 1961 | 1964 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Toodetud tööpinkide kogus tuhandetes tk. | 1,5 | 7,5 | 19 | 58 | 70 | 102 | 121 | 138 | 154 | 164 | 184 |

Nõukogu poolt on kinnitatud põhimäärus «Masinaehituse ettevõtete tehnoloogiliste seadmete plaanilis-ennetava remondi ja ratsionaalse ekspluatatsiooni ühtne süsteem». Põhimäärus sisaldab juhiseid remondi organiseerimiseks, kehtestab erinevate remondiliikide töömahukuse normid ning määrab seadmete tööseisakute normid remondis olekul. Käesoleval ajal püütakse suured plaanilised remondid ühendada seadmete moderniseerimisega, et konstruktiivsete paranduste ja muudatuste teel tõsta vananenud agregaatide tehniline tase kaasaegsete tasemele.

Saavutused remondi alal on vaieldamatud, kuid siiski jäävad need veel maha tööstuse arengutempost.

Remonditeenistuse õigem organiseerimine peab tagama oluliselt korra paranemise.

Tähtsat osa etendab remonditöös lukksepp, kes peab olema kõrge tehnilise ettevalmistusega. Tööstusseadmete remondilukksepp peab teadma remonditava seadme sõlmede otstarvet ja ehitust, oskama ära tunda erinevate mehhanismide kulumise tunnuseid ja iseloomu ning valdama kulunud masinaosade taastamise kaasaegseid meetodeid. Kvalifitseeritud remondilukksepp, kasutades progressiivset tehnoloogiat, vähendades igati töömahukust ja remondi kestust ning tõstes remondi kvaliteeti, taotleb samaaegselt remondikulude vähendamist. Remondilukksepp kasutab oma töös universaalseid ja spetsiaalseid rakiseid ning seadmeid, mis võimaldavad raskeid ja töömahukaid käsioperatsioone mehhaniseerida. Lõpuks peab remondilukksepp hästi tundma plaanilis-ennetava remondi süsteemi aluseid.

Käesoleva õpiku eesmärgiks on anda ülalloetletud teadmisi neile, kes õpivad tehnilistes kutsekoolides remondilukkseppadeks. Õpiku koostamisel on kasutatud üldistatud materjale eesrindlike tööstusettevõtete remonditeenistuse praktikast. Samuti on kasutatud andmeid ja soovitusi remondiala töötajate hulgas tunnustust leidnud tehnilisest kirjandusest. Erilist tähelepanu omistatakse mitmesuguste rakiste valikule ja kasutamisele.

Raamatus on säilitatud kehtivate standarditega määratud mõõtühikud. 1. jaanuarist 1963 Nõukogude Liidus kehtestatud rahvusvaheline mõõtühikute süsteem (SI) on eelistatud kõikidel teadusaladel, tehnikas, rahvamajanduses ja õppetöös.

Rahvusvaheline mõõtühikute süsteem (SI) koosneb kuuest põhiühikust (pikkusühik — meeter, massiühik — kilogramm, ajaühik — sekund, termodünaamilise temperatuuri ühik — Kelvini kraad, elektrivoolu ühik — amper, valgustugevuse ühik — kandela).

Peale kuue põhiühiku on SI-süsteemis kaks täiendavat ühikut: tasanurga mõõtühik radiaan ja ruuminurga mõõtühik steradiaan.

Põhi- ja täiendavate ühikute baasil on välja töötatud 20 tähtsamat tuletatud ühikut (jõu-, rõhu-, töö-, võimsuse jt.), mis hõlmavad iga liiki suuruste, nagu ruumi ja aja, mehaaniliste, elektriliste, magnetiliste, soojuslike, akustiliste, valguse jt. mõõtmist.

Temperatuuri mõõtmiseks ГОСТ 8550-61 alusel on ette nähtud kaks skaalat: termodünaamiline, kehtestatud SI alusel, ja rahvusvaheline, praktiline skaala.

Praktiliselt skaalalt (°C) üleminekuks termodünaamilisele (°K) kasutatakse valemit

$$T = t + 273{,}16.$$

Uue süsteemiga võib üksikasjalikumalt tutvuda raamatu K. Schults «Mõõtühikud füüsikaliste suuruste mõõtmiseks. Rahvusvaheline mõõtühikute süsteem SI». Kirjastus «Valgus», Tallinn 1968.

# ÜLDISI ANDMEID TÖÖSTUSSEADMETEST

## 1 PEATÜKK

## MÕISTEID METALLILÕIKEPINKIDE, SEPISTUS-, PRESSIMIS-, TÕSTE- JA TRANSPORDIMASINATE EHITUSEST

### 1. TÖÖSTUSSEADMETE LIIGITUS

NSV Liidu tööstuses kasutatakse mitmesuguseid seadmeid, mis võib jaotada jõumasinateks, töömasinateks ning tõste- ja transpordimasinateks.

*Jõumasinad* muudavad soojus-, elektri- ja igasuguse muu energia mehaaniliseks tööks. Siia kuuluvad aurumasinad, hüdro- ja gaasiturbiinid, elektrimootorid, sisepõlemismootorid jm.

*Töömasinad* kasutavad jõumasinate mehaanilist tööd tehnoloogiliste operatsioonide sooritamiseks. Neil toimub mitmesuguste materjalide töötlemine, kõikvõimalike toodete, masinaosade jne. valmistamine. Töömasinateks on näiteks trei- ja höövelpingid, sepistuspressid jt.

*Tõste- ja transpordimasinad* (sildkraanad, autokraanad, transportöörid, konveierid) on mitmesuguste raskuste ümberpaigutamiseks.

Kuna enamik masinaid koosneb ühesugustest mehhanismidest, sõlmedest ja detailidest, kuid erinevates kombinatsioonides, aitab mingi masina konstruktsiooniga tutvumine tundma õppida paljude teiste masinate ehitust.

Kõige levinumad on metallitöötlemisseadmed. Neid võib liigitada tehnoloogilise otstarbe, kaalu, töötlemistäpsuse jt. tunnuste järgi.

Tehnoloogilise otstarbe järgi jaotatakse metallitöötlemisseadmed metallilõike- ja survega töötlemise seadmeteks. Survega tööt-

| Tööpinkide gruppide nimetus | Grupp | Tüüp | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 |
| — | 0* | — | — | — | — |
| Treipingid | 1 | Automaat- ja poolautomaattreipingid | | | Revolvertreipingid |
| | | Eriotstarbelised | Ühespindlilised | Mitmespindlilised | |
| Puur- ja sisetreipingid | 2 | — | Vertikaalpuurpingid | Poolautomaatpuurpingid | |
| | | | | Ühespindlilised | Mitmespindlilised |
| Lihv-, soveldus- ja poleerpingid | 3 | — | Ümarlihvpingid | Siselihvpingid | Koorivlihvpingid |
| Kombineeritud pingid | 4 | — | — | — | — |
| Hamba- ja keermetöötlemispingid | 5 | Keermelõikepingid | Silinderhammasrataste höövelpingid | Koonushammasrataste lõikepingid | Hambafreespingid |
| Freespingid | 6 | — | Vertikaal-konsoolfreespingid | Pideva tööga freespingid | — |
| Höövel-, tõuke- ja kammlõikepingid | 7 | — | Pikihöövelpingid | | Risthöövelpingid |
| | | | Ühesambalised | Kahesambalised | |
| Tükelduspingid | 8 | — | Mahalõikepingid | | |
| | | | Lõiketeraga | Abrasiivkettaga | Metallkettaga |
| Muud pingid | 9 | — | Muhvi- ja toru-töötlemise pingid | Saehamba raiumise pingid | Tsentriteta koorimispingid |

* Nullgrupp on varuks ja seni ilma nimetuseta

| 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
|---|---|---|---|---|---|
| — | — | — | — | — | — |
| Puur-mahalõiketreipingid | Karusselltreipingid | Trei- ja plaantreipingid | Mitmeteratreipingid | Eriotstarbelised kujudetailide treipingid | Muud treipingid |
| Koordinaatsisetreipingid | Radiaalpuurpingid | Horisontaalsisetreipingid | Teemantsisetreipingid | Horisontaalpuurpingid | Muud puurpingid |
| Eriotstarbelised lihvpingid | — | Terituspingid | Tasalihvpingid | Soveldus- ja poleerpingid | Muud abrasiiviga töötlemise pingid |
| — | — | — | — | — | — |
| Tiguratasteõõtlemise pingid | Hamba otste töötlemise pingid | Keermefreespingid | Hamba viimistluspingid | Hamba- ja keermelihvpingid | Muud hamba- ja keermetöötlemise pingid |
| Kopeer- ja graveerpingid | Konsoolita vertikaalfreespingid | Pikifreespingid | Laia universaalsusega freespingid | Horisontaal-konsoolfreespingid | Muud freespingid |
| Tõukepingid | Horisontaalkammlõikepingid | — | Vertikaalkammlõikepingid | — | Muud höövelpingid |
| Õgvendus-mahalõikepingid | Saed | | | — | — |
| | Lintsaed | Ketassaed | Lehtsaed | | |
| Balanseerimismasinad | Tööriista katsetuspingid | Jagamismasinad | | | |

lemise seadmeteks on sepistusvasarad, pressid kuum- ja külmstantsimiseks, painutamiseks ja tõmbamiseks.

Tööstuses kasutatakse väga mitmesuguseid metallilõikepinke. On pinke, mis kaaluvad mõnikümmend njuutonit (mõni kilogramm), ja pinke, mis kaaluvad kuni 20 000 kN (2000 tonni). Näiteks on pinke, millel töödeldakse käekella osi, mille mõõtmed on alla millimeetri ja kaal mõni millinjuuton (mõni kümnendik grammi), ning pinke, millel töödeldakse detaile, mille läbimõõt on 20 m ja kaal 2500 kN (250 tonni). Karusselltreipingid, pikihöövel- ja pikifreespingid võivad olla väga rasked.

Täpsusastme järgi jaotatakse pingid normaal- ja kõrgendatud täpsusega pinkideks. Kõrgendatud täpsusega pinke nimetatakse pretsisioonpinkideks (näiteks koordinaatsisetreipingid). Neil pinkidel võib töödelda avasid telgedevahelise täpsusega $\pm 0{,}005$ mm.

Metallilõikepinke võib iseloomustada ka konstruktiivsete tunnuste, mehhaniseerimise ja automatiseerimise astme, kasutatavate lõikeriistade, lõikeskeemi, töötlemispuhtuse, põhiliste tööorganite arvu ja muude tunnuste järgi.

Otstarbe järgi jaotatakse metallilõikepingid üldotstarbelisteks, spetsialiseeritud ja spetsiaalseteks pinkideks. Automatiseerimisastme järgi eristatakse universaalseid, poolautomaatseid ja automaatseid tööpinke.

Metallilõikepinkide Eksperimentaalses Teadusliku Uurimise Instituudis (ЭНИМС) väljatöötatud klassifikatsiooni järgi jaotatakse pingid kümnesse gruppi, igas grupis 10 tüüpi. Selles süsteemis on nullgrupp ja neljas grupp ning mõnede tüüpide numbrid jäetud varuks uute, tulevikus loodavate metallilõikepinkide jaoks. Neljandasse gruppi on paigutatud elektrisäde-, anood- ja ultrahelipingid, näiteks universaalne ultrahelipink 4770 ja avade töötlemise ultrahelipink 4772.

Tabelis 2 on toodud metallilõikepinkide ЭНИМС-i klassifikatsioon.

Tööpingid jaotatakse tüüpsuurusteks ekspluatatsiooniks kõige tähtsama mõõtme järgi. Näiteks treipingid tsentrite kõrguse, puurpingid suurima puuritava ava läbimõõdu, freespingid töölaua mõõtmete jne. järgi.

Seega on igal metallilõikepingil mark, milles esimene arv iseloomustab gruppi, teine tüüpi, kolmas aga tüüpsuurust.

Näiteks treipinkide tähistustes 1620, 1616, 1670 näitavad kaks viimast numbrit tsentrite kõrgust sentimeetrites. Tööpingi tähistuses 323 iseloomustab esimene arv gruppi (lihvpink), teine tüüpi (siselihvimiseks) ja kolmas tüüpsuurust (nr. 3).

Numbritest ja tähtedest koosnevat tähistust kasutatakse tööpinkide põhitüüpide (1Д62), moderniseeritud (1Д62М), konstruktiivselt parendatud (1А62 ja 1Б62) ning uute, samade tüüpsuurustega (1К62) või kõrgendatud täpsusega (1К62Б) tööpinkide tähistamiseks.

## 2. METALLILÕIKEPINGID

Metallilõikepingid on tööstuses väga laialt levinud. Metallilõikepinkidel eemaldatakse toorikult vajaliku kuju ja mõõtmete saamiseks metallikiht erilise lõikeriista abil.

Metallide lõiketöötlemisel on tööpingi mehhanismidel kaks põhilist liikumist: pea- ja ettenihkeliikumine, kusjuures lõikeriist ja toorik liiguvad üheaegselt. Lõikeriistast, selle liikumise iseloomust ja töödeldava materjali liikumisest sõltuvalt eristatakse järgmisi metallide lõiketöötlemise protsesse (joon. 1).

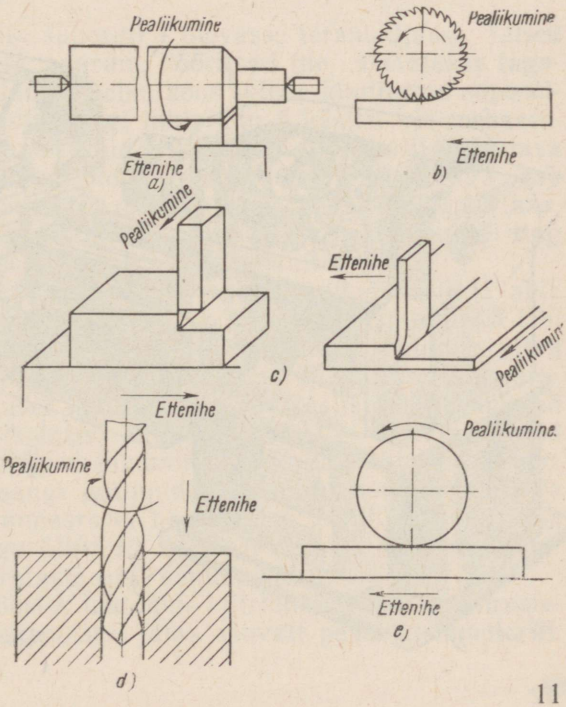
T r e i m i n e (*a*) — töödeldav materjal pöörleb (pealiikumine), lõiketera liigub kulgevalt (ettenihkeliikumine). Selline töötlemine toimub treipinkides.

F r e e s i m i n e (*b*) — lõikeriist (frees) pöörleb (pealiikumine), töödeldav materjal liigub kulgevalt (ettenihe). Selliselt töötavad freespingid.

H ö ö v e l d a m i n e (*c*) — lõiketera ja toorik liiguvad sirgjooneliselt. Selliselt töötavad höövelpingid.

P u u r i m i n e (*d*) — toorik on liikumatu, puur sooritab üheaegselt pea- (lõike-) ja ettenihkeliikumist. Puurimine toimub puur- ja treipinkidel.

L i h v i m i n e (*e*) — lõikeriist (lihvketas) pöörleb, toorik liigub kulgevalt (tasalihvimine) või pöörleb ja samaaegselt liigub kulgevalt (ümarlihvimine). Lihvimine toimub tasa- ja ümarlihvpinkidel.



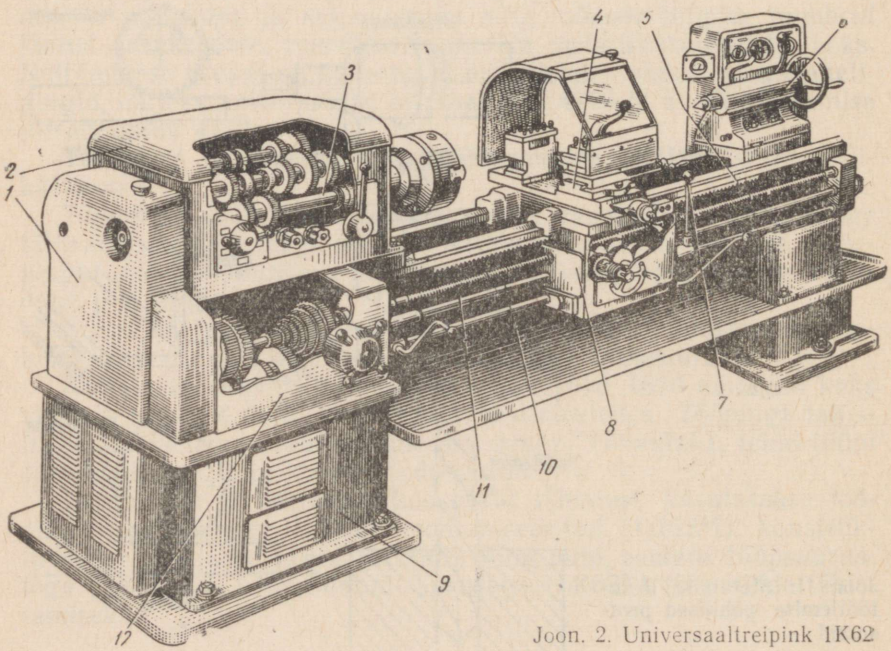

Joon. 1. Metallide lõiketöötlemise põhilised protsessid

Treipinkide gruppi kuuluvatel pinkidel töödeldakse peamiselt pöördkehakujulisi detaile. Töödeldav detail pöörleb ning treitera saab piki- või ristsuunalise ettenihkeliikumise. Detaili ja treitera liikumiste liitmisega on võimalik töödelda mitmesuguseid pindu, nagu silindrilisi, koonilisi, sfäärilisi ja kujupindu, välis- ja sisepindu, otspindu jm.

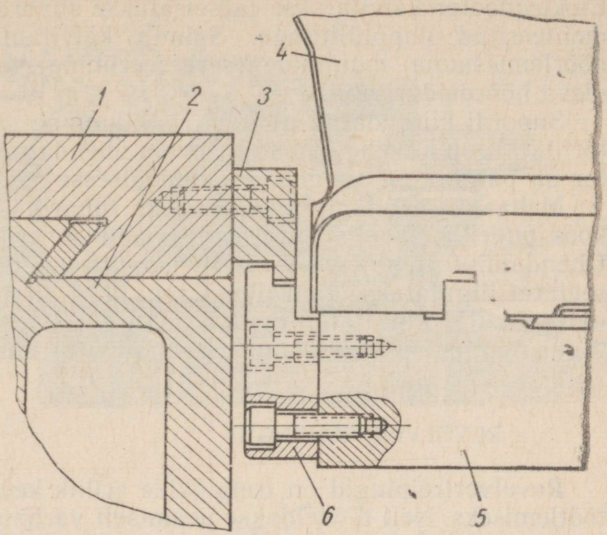
Enamik treipinke on universaaltreipingid. Peale ülalloetletud pindade on universaaltreipinkidel võimalik töödelda ka kruvipindu, s. o. keeret lõigata.

Vaatamata konstruktsioonide ja mõõtmete mitmekesisusele, on kõikidel treipinkidel ühised sõlmed ja detailid. Näiteks vaatleme universaaltreipinki 1K62, mida valmistab Moskva tehas «Krasnõi Proletarij».

Treipingi 1K62 põhisõlmedeks on (joon. 2) säng, esipukk koos kiirustekastiga, tagapukk, ettenihetekast, suport ja supordipõll. Sängile on kinnitatud kõik treipingi peamised sõlmed. Esipukk *2* koos spindli *3* ja kiirustekastiga on liikumatult kinnitatud sängile. Kiirustekasti abil antakse spindlile pöörlev liikumine ja muudetakse liikumiskiirust. Sängile on asetatud ka tagapukk *6*, mida võib juhtpindadel *5* nihutada.




Joon. 2. Universaaltreipink 1K62




Joon. 3. Tagapuki haakimine supordikelguga

Töödeldav detail kinnitatakse spindlisse *3* asetatud esitsentri ja tagapuki pinooli asetatud tsentri vahele. Detaili võib kinnitada ka padrunisse või spindlile asetatud erilisse rakisesse. Treipinkide spindlid on õõnsad, et töödeldavat varbmaterjali saaks läbi spindli asetada.

Treiterad kinnitatakse supordil *4* olevasse terahoidjasse. Teised lõikeriistad, nagu puurid, avardid, hõõritsad jne. asetatakse tagapuki pinooli. Supordi alumist kelku koos sellele kinnitatud supordipõllega *8* nihutatakse piki sängi juhtpindu *5* käsitsi või mehaaniliselt. Alumisele kelgule asetatud ristkelku koos supordi pööratava osaga ja sellele paigaldatud ülemise kelgu ning terahoidjaga saab nihutada ristsuunas käsitsi või mehaaniliselt. Supordipõlles *8* asuvad supordi piki- ja ristsuunalise liikumise mehhanismid ning seadis keerme lõikamiseks (poolitatud veomutter).

Supordi automaatne liikumine toimub ettenihetekasti *12* abil. Käigukruvi *11* või käiguvõll *10* saavad pöörlemise spindlilt *3* läbi vahetushammasrataste ja ettenihetekasti. Vahetushammasrattad on katte *1* all. Keerme lõikamisel saab suport liikumise käigukruvilt, kõigil teistel juhtudel käiguvõllilt või käsitsi. Kõrgendatud täpsusega keermete lõikamisel ettenihetekasti ei kasutata, vaid käigukruvile antakse pöörlev liikumine kõige lühemat teed kaudu.

Suport liigub piki sängi juhtpindu liikumatu hammaslati *7* ja supordipõlles oleva hammasratta hambumise tõttu. Viimane saab pöörleva liikumise käiguvõllilt *10*. Supordi ristkelk saab mehaanilise liikumise hammasrataste abil samalt võllilt.

Spindlile antakse pöörlev liikumine kiilrihmülekande ja kiirustekasti kaudu sängi vasakpoolses jalas asuvalt peaelektrimootorilt.

Elektrimootor käivitatakse ja seisatakse supordi alumisele kelgule monteeritud nupplülititega. Spindli käivitamine, seiskamine ja pöörlemissuuna muutmine (reverseerimine) toimub kiirustekastis oleva hõõrdsiduri abil.

Supordi kiirendatud piki- ja ristliikumine saadakse elektrimootorilt, mis on kiilrihmülekande kaudu ühendatud käiguvõlliga. Mootor on paigutatud sängi tagapukipoolsesse nišši.

Mehaanilise ettenihke saamiseks puurimisel tuleb tagapukk koos puuriga ühendada eriseadise abil supordikelguga (joon. 3). Ühendamine toimub järgmiselt: suport viiakse tagapuki juurde, seejärel liigutatakse ristkelku *1* seni, kuni liist *3* haakub tagapuki aluse *5* külge kinnitatud liistu *6* nukiga. Liistude *3* ja *6* haakumisel liigub tagapukk *4* pikisuunas koos supordi alumise kelguga *2*.

## REVOLVERTREIPINGID

Revolvertreipingid on treipinkide eriliik keerukate pöördkehade töötlemiseks. Neil töödeldakse peamiselt varbmaterjalist detaile.

Revolvertreipinkidel on tagapuki asemel pööratav revolverpea, millesse kinnitatakse lõiketerad operatsioonide sooritamise järjekorras. Operatsioonideks võivad olla puurimine, treimine, sisetreimine jt. Konstruktiivselt jaotatakse revolverpead silindrilisteks, prismaatilisteks ja tasapindseteks. Silindrilised revolverpead on horisontaalse või vertikaalse pöörlemisteljega, neid kasutatakse väikestes tööpinkides.

Üleminekul ühe lõiketeraga töötamiselt teise lõiketeraga töötamisele pole vaja tööpinki seisata, mistõttu revolvertreipinkide tootlikkus on kõrgem kui tavalistel treipinkidel. Kuid revolvertreipinkide häälestamine on keerukas ja nõuab rohkem aega kui tavaliste treipinkide häälestamine. Seepärast on treipinkide asendamine revolvertreipinkidega eriti kasulik mass- ja suurseeriatootmises.

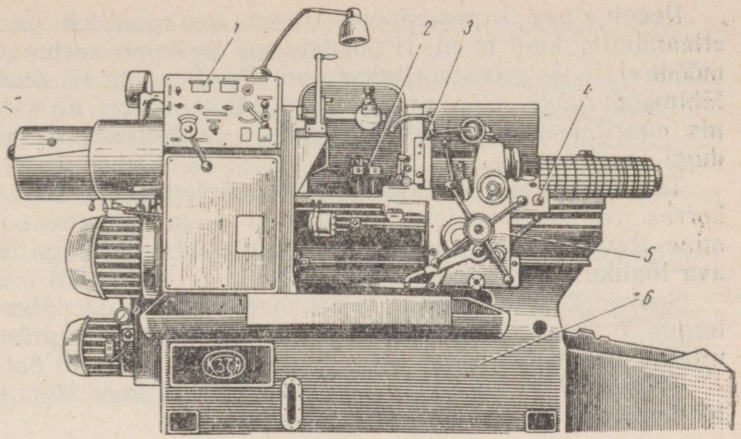
Joonisel 4, *a* on toodud revolvertreipink 1341. Selle sõlmed võib jaotada kolme gruppi.

1. Sõlmed, mis oma tehnoloogilise ülesande poolest täielikult ühtuvad treipingi vastavate sõlmedega. Nendeks on säng *6* ja esipukk *1* koos spindliga. Spindel peab olema õõnes ja arvestatud antud tüüpsuurusega tööpingi jaoks suurima läbimõõduga varbmaterjali läbijuhtimiseks.

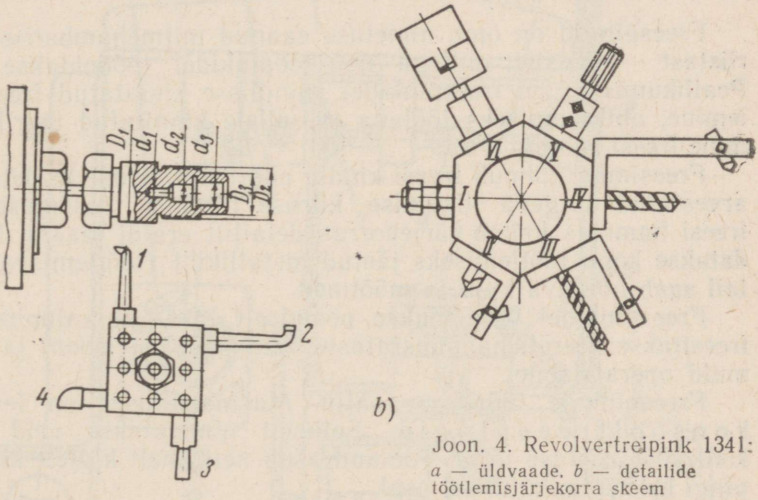
2. Sõlmed, mis on treipingi analoogiliste sõlmede erikujud. Nendeks on ristsuport *2*, supordipõll *5*, ettenihetekast ja ettenihke automaatse lülitamise mehhanism.

3. Sõlmed, mis on omased ainult revolvertreipinkidele. Need on pikisuport *4* koos revolverpeaga *3* ning varbmaterjali etteandmise ja kinnitamise mehhanism.

Suportide arvu järgi võib revolvertreipingil olla kaks supordipõlle. Mõningatel revolvertreipinkidel on igas supordipõlles isesei-




*a)*




*b)*

Joon. 4. Revolvertreipink 1341:
*a* — üldvaade, *b* — detailide töötlemisjärjekorra skeem

sev ettenihetekast, mis võimaldab anda revolverpeasse ja ristsupordile kinnitatud lõiketeradele sõltumatuid ettenihkeid. Ristsupordile annab ettenihetekast piki- ja ristliikumise. Pikisuport koos revolverpeaga saab ainult pikiliikumise. Ettenihkeliikumine saadakse spindlilt hammasülekande, käiguvõlli, ettenihetekasti ja hammaslattülekande (pikiettenihe) või ristkäigukruvi kaudu (ristettenihe).

Lõiketerad kinnitatakse horisontaalteljega silindrilise revolverpea pesades olevatesse rakistesse ja kahte ristsupordi terahoidjasse.

Revolverpea I positsioonis (joon. 4, *b*) toimub varbmaterjali etteandmine kuni toeni, II positsioonis treitakse varbmaterjal läbimõõduni $D_1$ ja tsentreeritakse ava. Positsioonis III treitakse aste läbimõõduga $D_2$ ja puuritakse ava läbimõõduga $d_1$. IV positsioonis puuritakse ava läbimõõduga $d_2$ ja treitakse aste läbimõõduga $D_3$.

Terahoidjasse kinnitatud sisetreiteradega *1* ja *2* toimub järjekorras ava sisetreimine läbimõõduni $d_3$ ja sisemise soone lõikamine. Revolverpea V positsiooni kinnitatud hõõritsaga töödeldakse ava lõplikult läbimõõduni $d_3$.

Sooned keerme väljajooksuks ja läbimõõdul $D_1$ lõigatakse treiteraga *3*. Keere lõigatakse VI positsioonis erilise padruni abil kinnitatud keermelõikuriga.

Treitera *3* on ka detaili mahalõikamiseks ja treitera *4* otspinna töötlemiseks enne materjali etteandmist.

## FREESPINGID

Freespingid on oma nimetuse saanud mitmehambalisest lõikeriistast — freesist, millega neil tööpinkidel töödeldakse metalli. Pealiikumiseks on freespinkidel spindlisse kinnitatud freesi pöörlemine, abiliikumiseks töölaua ja sellele kinnitatud tooriku liikumine freesi suhtes.

Freesimine toimub freesi kindla pöörlemiskiiruse ja detaili ettearvestatud kulgeva liikumise kiiruse liitumise tulemusena. Iga freesi hammas lõikab järjekorras detaililt eraldi laastu. Nii eraldatakse kogu töötlemiseks jäetud metallikiht (töötlemisvaru). Detail saab nõutava kuju ja mõõtmed.

Freespinkidel töödeldakse peamiselt tasa- ja kujupindu ning freesitakse keeret, hammasrataste hambaid, kruvisooni ja tehakse muid operatsioone.

Freespinkide tüüpe on palju. Masinaehituses on levinumad k o n s o o l f r e e s p i n g i d. Selliselt nimetatakse neid töölaua konsoolse asetuse tõttu. Töölaud asub neil ühelt küljelt kinnitatud pingi kronsteinikujulisel osal.

Konsoolfreespinkidest on levinumad *horisontaalfreespingid*. Horisontaalfreespinkidel on freesiga freestorn ja horisontaalne spindel. Freestorni ots toetatakse ülatalale kinnitatud hoidjasse.

Samasse tööpinkide gruppi kuuluvad ka *vertikaalfreespingid*. Vertikaalfreespinkide erinevus horisontaalfreespinkidest seisneb spindli vertikaalses asetuses ja ülatala puudumises.

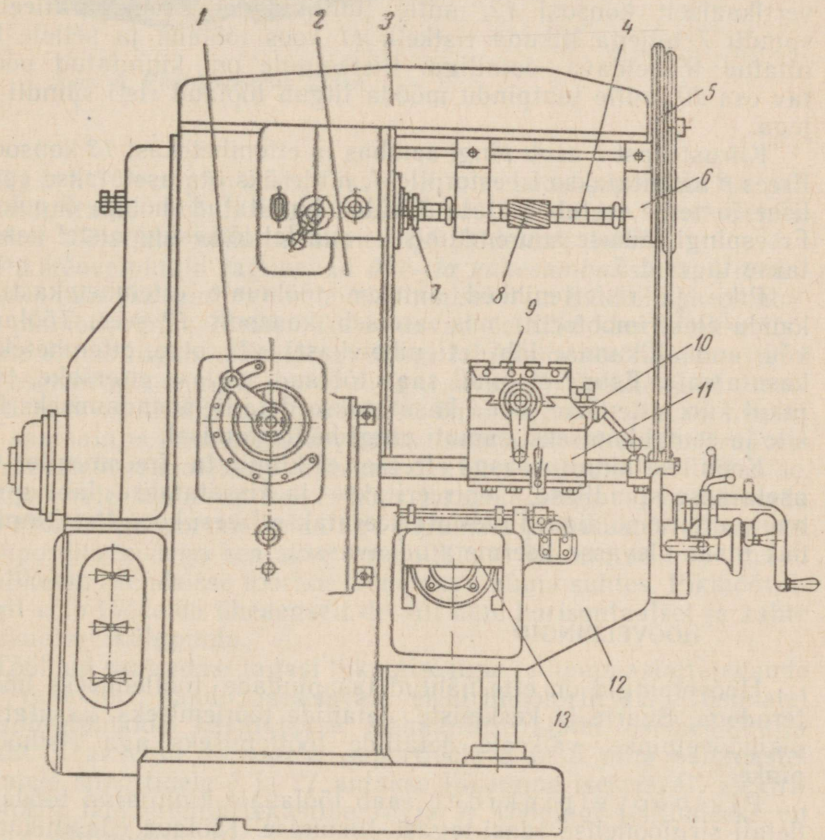
Laialt kasutatakse konsoolfreespinke, mille töölauda võib pöörata ümber vertikaalse telje. Taolistel freespinkidel tehakse mitmesuguseid freesimistöid erirakiseid kasutamata. Seepärast nimetatakse neid *universaalseteks freespinkideks*. Universaalsete freespinkide seas on selliseid, millel võib spindlit töödeldava detaili

suhtes igasuguse nurga alla seada. Selliseid freespinke nimetatakse laia universaalsusega pinkideks.

Konsoolsete freespinkide kõrval kasutatakse tööstuses ka konsoolita freespinke (suhteliselt suurte ja raskete detailide töötlemiseks). Konsoolita freespinkidel võib töölaud liikuda juhtpindadel piki- ja ristsuunas massiivsel horisontaalsel sängil. Spindel koos sellele kinnitatud freespeaga saab pöörleva ja kulgeva vertikaalsuunalise liikumise.

Peale loetletud tööpinkide kasutatakse freesimiseks veel mitmesuguseid teisi tööpinke.

Pikifreespingid on ette nähtud selliste detailide töötlemiseks nagu sängid. Harilikult on pikifreespinkidel mitu spindlit. See võimaldab töödelda detaili üheaegselt mitmelt küljelt. Töölaud liigub ainult pikisuunas.




Joon. 5. Universaaltreipink 6H81

Karussellfreespinkidel on ümmargune pöörlev töölaud ja vertikaalselt asetatud spindel. Karussellfreespinke on ka kahe vertikaalse spindliga. Detailid kinnitatakse töölauale ja võetakse sealt ära töölauda seiskamata. Selliseid suure tootlikkusega freespinke kasutatakse seeria- ja masstootmises.

Trummelfreespinkidel töödeldakse trumlitele kinnitatud detaile, mis vahetpidamata pöörlevad kahe sängisamba vahel. Sammaste külge on kinnitatud spindlikastid koos freespeadega. Spindlikastist mööda liigub töödeldakse detaili mitmelt küljelt. Töödeldavad detailid seatakse üles ja võetakse ära freespinki seiskamata.

Kopeerfreespingid on keerukate kujupindade töötlemiseks.

Joonisel 5 on toodud Gorki freespinkide tehases valmistatud horisontaalfreespink 6H81. Freespingi samba *2* juhtpindadel liigub vertikaalselt konsool *12*, mille juhtpindadel saab paralleelselt spindli *7* teljega liikuda ristkelk *11* koos töölaua ja sellele kinnitatud töödeldava detailiga. Ristkelgule on kinnitatud pööratav osa *10*, mille juhtpindu mööda liigub töölaud risti spindli teljega.

Kiirustekast *1* asub pingi sambas ja ettenihetekast *13* konsoolis. Frees *8* kinnitatakse freestornile *4*, mille üks ots asetatakse spindlisse ja teine toetub ülatala *3* külge kinnitatud hoidja *6* puksile. Freespingi jäikuse suurendamiseks suurtel lõikesügavustel kasutatakse tugesid *5*.

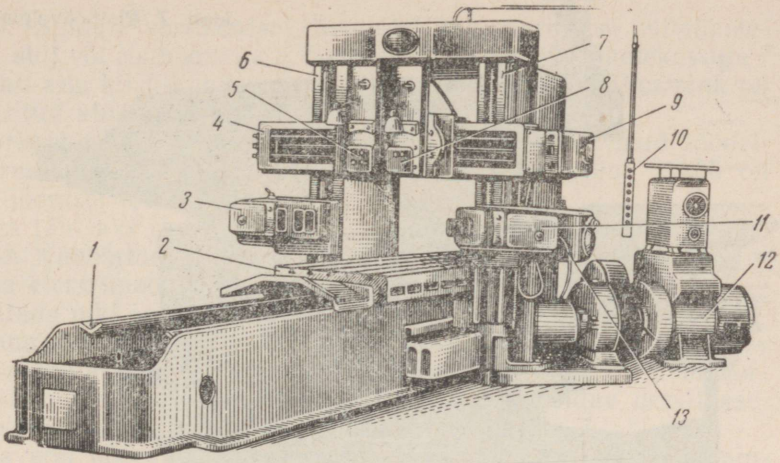
Piki- ja ristettenihked antakse töölauale ettenihetekasti *13* kaudu elektrimootorilt, mis asetseb konsooli *12* sees. Töölauale võib anda liikumise läbi ettenihetekasti või otse, ettenihetekasti kasutamata. Esimesel juhul saab töölaud aeglase ettenihke, teisel juhul kiire ettenihke, mida kasutatakse detaili lähendamiseks freesile ja eemaldamiseks, samuti pingi häälestamisel.

Koonilise kinnitusosaga freese ei kinnitata freestornile, vaid asetatakse spindlisse, tsentreeritakse ja kinnitatakse läbi spindli ava pingutuspoldiga. Poldi ots keeratakse freesi koonilise kinnitusosa otsas olevasse keermetatud avasse.

## HÖÖVELPINGID

Höövelpingid on ette nähtud tasapindade töötlemiseks höövliteradega. Suurte ja keskmiste detailide töötlemiseks kasutatakse pikihöövelpinke, väikeste detailide töötlemiseks aga risthöövelpinke.

Pikihöövelpinkidel saab töölauale kinnitatud töödeldav detail sirgjoonelise edasi-tagasi liikumise. Töölaua edasiliikumine on töökäiguks, tagasiliikumine aga tühikäiguks. Supordi terahoidjasse kinnitatud höövliterale antakse ristettenihe.



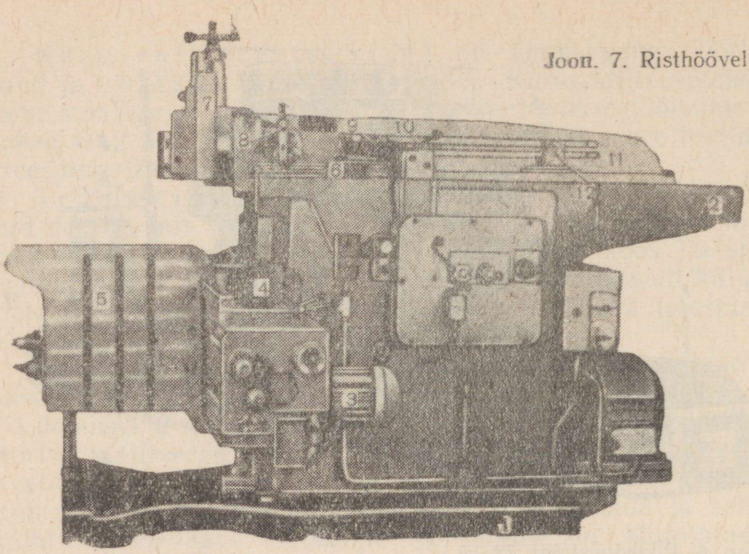

Joon. 6. Pikihöövelpink 7231A

Risthöövelpinkidel saab liugur koos supordiga ja sellele kinnitatud höövliteraga edasi-tagasi liikumise. Ristettenihe antakse töölauale, kuhu on kinnitatud töödeldav detail.

Pikihöövelpingid jagunevad *ühe- ja kahesambalisteks*. Viimastel võib olla üks kuni neli suporti. Joonisel 6 on toodud kahesambaline pikihöövelpink 7312A. Töödeldavad detailid kinnitatakse töölauale *2*, mis liigub höövelpingi sängi *1* juhtpindadel. Sammastel *6* ja *7* asetsevad supordid *3* ja *11* ning traavers *4*. Vertikaalsed supordid *5* ja *8* on kinnitatud traaversile. Külgsupordid saavad liikuda piki sambaid, s. o. sooritada vertikaalsuunalist ettenihet. Traaversil olevatele suportidele antakse horisontaalsuunaline ettenihe. Vertikaalsete suportide kelke koos terahoidjatega saab nihutada üles-alla, külgsuportide kelke aga paremale ja vasakule. Traaversi ja supordikelkudega seatakse terahoidjasse kinnitatud höövliterad vajalikesse asendeisse tooriku töödeldava pinna suhtes. Pikihöövelpingil võib töödelda üheaegselt detaili ühte horisontaalset ja kahte vertikaalset külgpinda.

Töölaud saab edasi-tagasi liikumise tigu- ja hammaslattülekande ning reduktori kaudu iseseisvalt elektrimootorilt *12*. Uusimatel pikihöövelpinkidel kasutatakse mehaanilise ajami asemel hüdroajamit. Traaversil asuvatele suportidele *8* ja *5* ning sammastel olevatele suportidele *3* ja *11* antakse liikumine iseseisvalt elektrimootorilt läbi ettenihetekastide *13* ja *9*. Tööpingi juhtimiseks on rippuv juhtimiskilp *10*.

Joonisel 7 on toodud risthöövelpink 7M36. Liuguri *11* otsa külge on kinnitatud suport *7*. Liugur koos supordiga liigub vundamendi



Joon. 7. Risthöövelpink 7M36

plaadil *1* oleva sängi *2* juhtpindadel. Liugur võib liikumise saada hüdrauliliselt või mehaaniliselt ajamilt. Esimesel juhul tagatakse edasi-tagasi liikumine juhtimismehhanismi jaotusseadme juhtsiibri *10* ümberlülitamisega liugurile kinnitatud tugede *9* ja *12* abil. Höövеldamise pikkust ja liuguri käigu ulatust reguleeritakse tugede ümberasetamisega.

Sängi külge kinnitatud traaversile *4* on paigutatud töölaud *5*, millele antakse perioodiline ettenihe liuguri iga kaksikkäigu ajal. Töölaua ajam on hüdromehaaniline.

Elektrimootor *3* on töölaua horisontaal- ja vertikaalsuunaliseks kiirliikumiseks. Töölauda võib ka käsitsi nihutada.

Suport *7* koos terahoidjaga võib liikuda üles ja alla. Höövliterale võib vertikaalse ettenihke anda käsitsi või automaatselt. Automaatseks ettenihkeks kasutatakse liuguril olevat kangi *8* ja sängile kinnitatud tuge *6*.

Tööpingil võib höövelдada kaldpindu, milleks suporti pööratakse vastava nurga võrra.

## PUURPINGID

Puurpinke kasutatakse avade puurimiseks, avardamiseks, hõõritsemiseks ja keermetamiseks. Mitmesugustest puurpinkidest on kasutatavamad vertikaalpuurpingid.

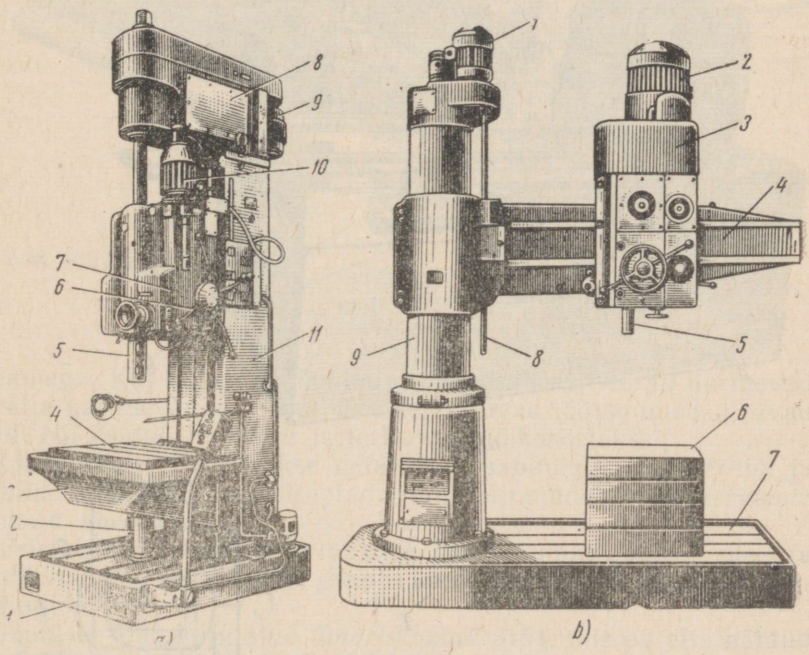
*Vertikaalpuurpingil* 2170 (joon. 8, *a*) on piki sängi *11* juhtpindu kruvi *2* abil nihutatav konsool *3* koos töölauaga *4* ja sellel asuva töödeldava detailiga. Spindel *5* koos selle avasse asetatud lõikeriistaga saab pöörleva liikumise elektrimootorilt *9* läbi kiiruste-

kasti *8*. Spindli vertikaalset liikumist reguleeritakse ettenihetekasti *7* abil või risthoovaga *6*. Spindlipukk koos ettenihetekastiga *7* saab üles-alla kiirliikumise eraldi elektrimootorilt *10*. Puurpink on monteeritud alusplaadile *1*.

Suuregabariidiliste korpus- ja muude detailide avasid töödeldakse *radiaalpuurpinkidel*. Kaasaegne radiaalpuurpink 2A55 on toodud joonisel 8, *b*.

Väga tähtsaks radiaalpuurpingi osaks on traavers *4* koos puurpeaga *3*. Nimetatud sõlmes asub kiirustekast, ettenihetekast, spindel *5* ja elektrimootor *2*. Traaversit võib pöörata ümber samba *9* ja nihutada piki sammast üles-alla. Traaversi enda peal võib nihutada puurpead koos elektrimootoriga *2*. Traaversit nihutatakse vertikaalsuunas elektrimootoriga *1* kruvi *8* abil. Puurpea ümberpaigutamine traaversil toimub käsirattaga. Töödeldav detail asetatakse töölauale *6* või otse vundamendi plaadile *7*.

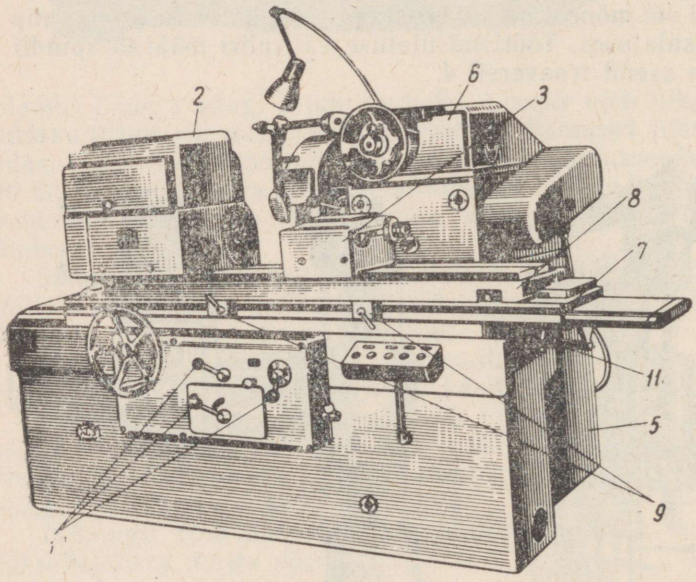
Traaversi pööramisega ja puurpea nihutamisega viiakse spindel koos puuri või mõne muu lõikeriistaga töödeldavasse kohta, mis asub töötlemisulatuses. Töötlemisulatuse välispiiri määrab spindli kõige kaugem asend traaversil *4*.



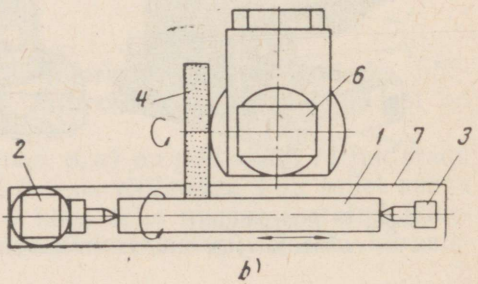

Joon. 8. Puurpingid:
*a* — vertikaalpuurpink 2170, *b* — radiaalpuurpink 2A55

Metalle töödeldakse lihvimisega nii puhastöötlemisel kui ka viimistlusoperatsioonidel. Kaasaegsetes tingimustes kasutatakse efektiivselt spetsiaalseid lihvpinke ka koorivlihvimiseks (vt. tabel 2). Koorivlihvpingid tagavad üheaegselt suure töötlemistäpsuse ja pinnasileduse.

Lihvpinkidel töödeldakse peamiselt karastatud detaile. Lihvimine seisneb väikeste materjaliosade lõikamises abrasiivlõikeriistaga. Abrasiivlõikeriistad jaotatakse lihvketasteks, segmentideks, luiskudeks ja lihvpeadeks. Lihvketas koosneb väga kõvadest ja teravatest abrasiivmaterjali teradest, millega toimubki metalli lõikamine. Lihvkettas on abrasiivmaterjali terad omavahel tugevasti seotud erilise sideainega üheks tervikuks. Kasutatakse keraamilisi, vulkaniit- ja bakeliitsideaineid. Enamik lihvkettaid on keraamilise

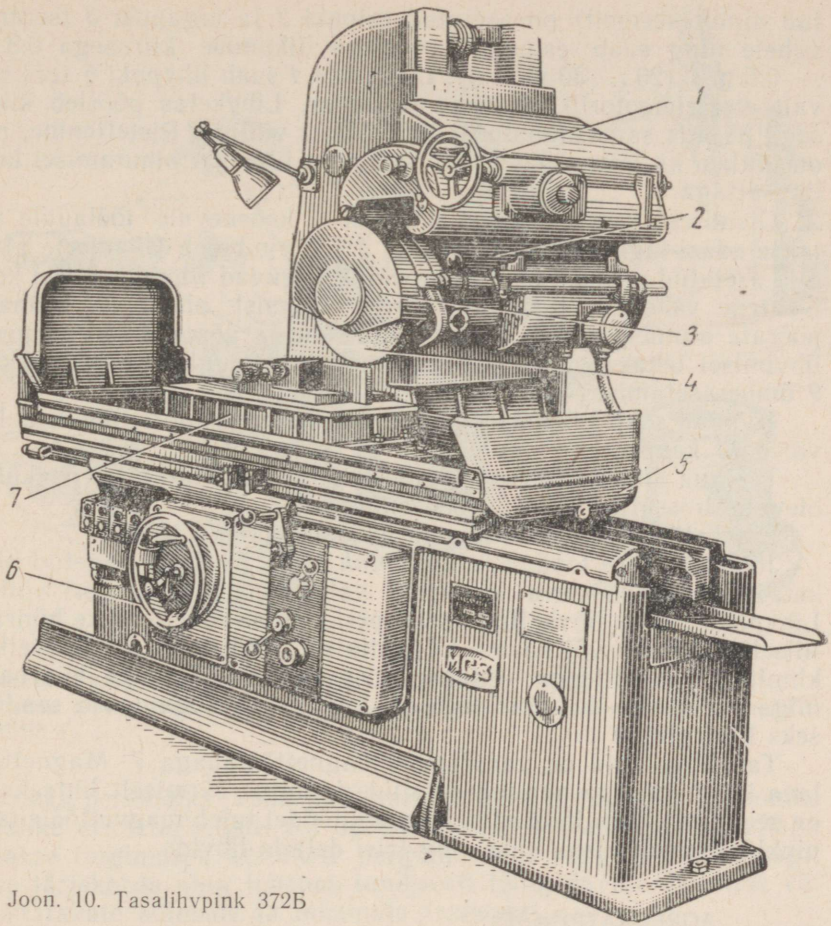



a)




b)

Joon. 9. Ümarlihvpink 3151:
*a* — üldvaade, *b* — pingi töötamise skeem




Joon. 10. Tasalihvpink 372Б

sideainega. Kui lihvketta töötamisel ühed abrasiivterad nürinevad ja välja pudenevad, paljastuvad ning astuvad töösse uued, teravad terad. Nii osutub lihvketas iseterituvaks lõikeriistaks.

Lihvpinkidel töödeldakse detailide tasapinnalisi, silindrilisi ja koonilisi pindu, välis- ja sisepindu ning kujupindu (hammasrataste hambaid, keermeid jt.).

Eristatakse järgmisi lihvpinkide tüüpe: ümar-, tasa-, sise- ja kujulihvpingid. Lihvpinkide gruppi kuuluvad ka plankimis- ja terituspingid.

Joonisel 9 on kujutatud *ümarlihvpink* 3151, mis on ette nähtud silindriliste, kooniliste ja kujudetailide välispindade lihvimiseks. Joonisel on toodud ka töötlemise skeem. Töödeldav võll *1* (näida-

tud ainult skeemil) on asetatud esipuki *2* ja tagapuki *3* tsentrite vahele ning saab esipukilt pöörleva liikumise kiirusega 0,3... ...0,5 m/s (20...30 m/min). Lihvketas *4* saab lihvpuki *6* sees olevalt elektrimootorilt pöörleva liikumise. Lihvketas pöörleb kiirusega 35 m/s samasuunaliselt töödeldava võlliga. Ristettenihe, mis on ühtlasi ka lõikesügavuseks, saadakse lihvpuki nihutamisel koos lihvkettaga.

Ülemisest *8* ja alumisest plaadist *7* koosnevale töölauale antakse edasi-tagasi liikumine sängi *5* juhtpindadel. Ülemisele plaadile asetatud esipukk *2* ja tagapukk *3* liiguvad lihvimise ajal koos tsentrite vahele kinnitatud võlliga. Ülemist plaati on võimalik pöörata alumise plaadi suhtes teatud nurga võrra, mida koonuste lihvimisel tehaksegi. Töölaua käigupikkust reguleeritakse nukkide *9* ümberasetamisega.

Töölaud saab liikumise sängi *5* monteeritud hüdroajamilt kolvivarre *11* kaudu.

Töölaua liikumiskiirust reguleeritakse sujuvalt pingi esiküljel olevate drosselihoobade *10* pööramisega.

Lihvketta ristettenihe toimub iga kaksikkäigu järel.

Joonisel 10 on toodud *tasalihvpink* 372Б. Kattega *3* kaetud lihvketas *4* saab pöörleva liikumise vahetult elektrimootori võllilt. Lihvpukk *2* koos lihvkettaga saab perioodilise ristettenihke hüdrauliliselt seadmelt või käsitsi käsirattalt *1*. Töölauale *5* koos sellele kinnitatud detailidega antakse edasi-tagasi liikumine hüdroajamiga. Lihvketas lastakse alla vastavale lõikesügavusele seadmiseks käsirattaga *6*.

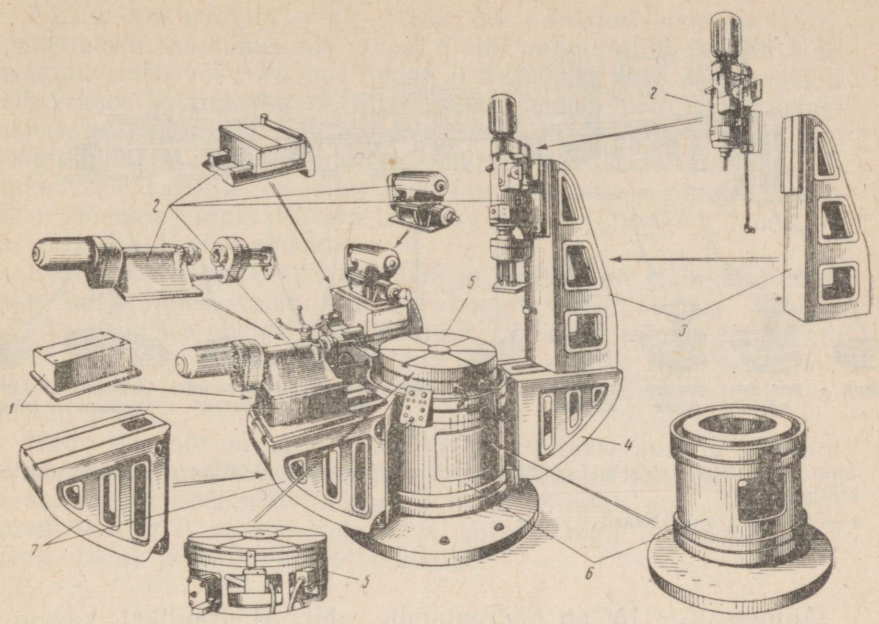
Tasalihvpingid on varustatud magnettöölauaga *7*. Magnettöölaua kasutamisega muutub detailide kinnitus äärmiselt lihtsaks ja on seejuures väga töökindel. Remonditöödel tuleb magnettöölauaga pinkidel sageli liiste, kiile ning teisi detaile lihvida.

### AGREGAATPINGID

Agregaatpinkideks nimetatakse metallilõikepinke, mis koostatakse põhiliselt juba töös kontrollitud standardsetest sõlmedest — agregaatidest (joon. 11). Töödeldav detail kinnitatakse agregaatpinkidele liikumatult. Detaili töödeldakse jõupeasse kinnitatud lõikeriistadega, kušjuures üheaegselt näiteks puuritakse, freesitakse, sisetreitakse jne.

### VOOLULIINID JA AUTOMAATLIINID

Vooluliinid. Vooltootmise organiseerimisel, mis on iseloomulik masstootmise ettevõtetele, lahutatakse detailide valmistamise protsess üksikuteks ligikaudu võrdsete või kordsete kestustega operatsioonideks. Iga operatsioon kinnistatakse kindlale töökohale.



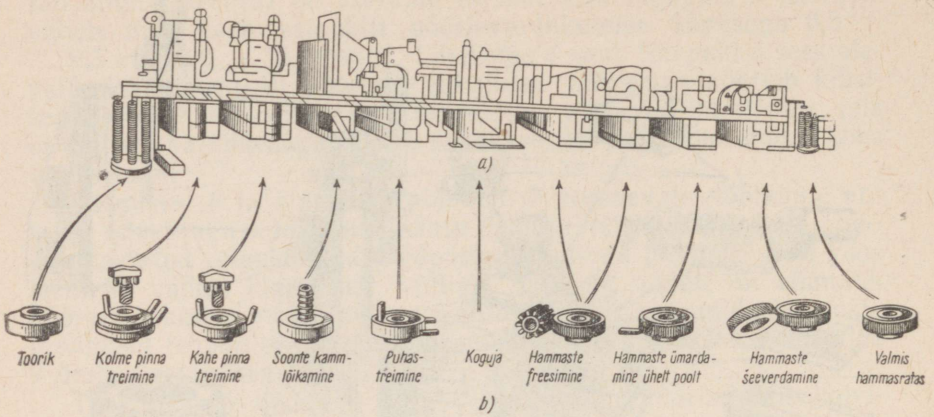

Joon. 11. Agregaatpinkide normaliseeritud sõlmed:
*1* — alus, *2* — jõupead, *3* — sambad, *4* — kronstein, *5* — jagamislaud, *6* — säng, *7* — kronstein

kestvaks perioodiks. Töökohad varustatakse antud operatsiooniks vajalike eriotstarbeliste või spetsialiseeritud seadmetega. Sellega luuakse tingimused seadmete paigutamiseks rangesse tehnoloogilisse järjekorda ning lüheneb tunduvalt töödeldavate detailide või koostatavate sõlmede ja masinate transport.

Automaatliinid. Automaatliiniks nimetatakse tööpinkide ja transpordiseadmete gruppi, mis sooritab automaatselt toorikute töötlemisoperatsioonide tsükli kindlas tehnoloogilises järjekorras. Kogu liini ulatuses toimub töötlemine ühtlase tempoga, töödeldavad toorikud liiguvad järjekorras ühelt tööpingilt teisele. Automaatliine koostatakse eelistatult agregaat- või eriotstarbelistest tööpinkidest (joon. 12). Teatud juhtudel komplekteeritakse automaatliinid automaat-, poolautomaat- ja universaalpinkidest.

Peale tööpinkide automaatliinide on olemas veel komplekssed automaatliinid. Kompleksses automaatliinis võivad peale tööpinkide olla valu-, termilise töötlemise, keevitus- ja mitmesugused muud seadmed.

Automaatliin erineb tavalisest vooluliinist selle poolest, et tööpingid ja abimehhanismid juhitakse ning toorikud transporditakse pingilt pingile automaatselt.




Joon. 12. Spetsiaalsetest pinkidest koostatud automaatliin (hammasrataste töötlemiseks):
*a* — üldvaade, *b* — töötamise skeem

Automaatliin töötab hüdroajamite abil. Hüdraulikat kasutatakse põhiliselt tööettenihkeks ja jõupea või agregaadi töölaua kiirkäikudeks. Järelikult reguleeritakse hüdraulika abil ühel juhul jõudu, teisel juhul kiirust.

### 3. SEPISTUS- JA PRESSIMISSEADMED

Allpool vaadeldakse mõningaid levinumaid sepistus- ja pressimisseadmeid — sepistusvasaraid ja -presse, mida kasutatakse metallide survega kuumtöötlemisel ning kuumutamata metallide plastiliseks deformeerimiseks.

#### SEPISTUSVASARAD

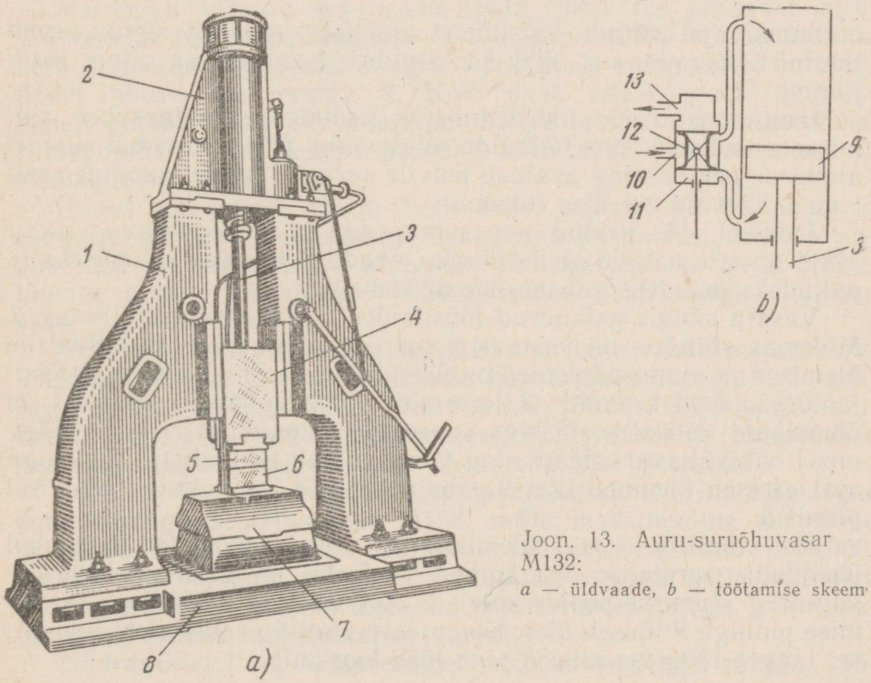
Sepistusvasarad annavad töödeldavale sepisele nõutava kuju langevate osade löökidega. Sepis allutatakse lühiajaliselt suurte jõudude mõjule, mille suurus sõltub põhiliselt sepistusvasara langevate osade kaalust. Langevate osade kaal on 1,5 . . . 160 kN (0,15 . . . 16 tonni).

Sepistusvasaratel võib vabasepistada ja vormstantsida, s. o. sepistada spetsiaalsetes abinõudes — stantsides. Eristatakse aurusuruõhuvasaraid, mis töötavad auru või suruõhu energia arvel; pneumaatilisi vasaraid, mis käitatakse suruõhuga; gaasi- ja hüdrovasaraid, mille langevaid osi tõstetakse gaasisegu plahvatusega või vee survega; hõõrdvasaraid jm.

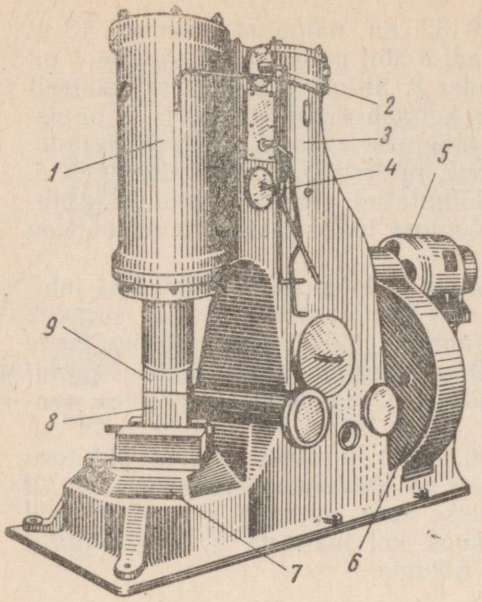
Auru-suruõhuvasar M132 on näidatud joonisel 13, *a*. Spetsiaalsele vundamendile plaadi *8* abil paigaldatud sängile *1* on asetatud auru- või suruõhusilinder *2*. Silindris liigub vertikaalselt kolb *9* koos kolvivarrega *3*, mis kannab vasara löögiosa *4*. Sepistusvasara töötamisel libiseb löögiosa mööda sängi juhtpindu. Löögiosa lõpeb ülemise pinniga *5*, mille all asub alumine pinn *6*. Massiivsele šabotile (alasile) kinnitatud alumisele pinnile asetatakse töödeldav sepis. Vasara löögiosa lööke vastuvõttev šabott on asetatud eraldi vundamendile.

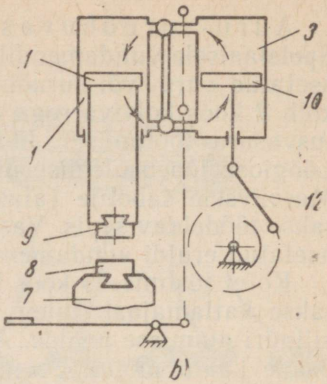
Kolvi tõstmiseks koos kolvivarre ja löögiosaga (tühikäik) juhitakse katlamajast tulev aur või kompressorilt saadav suruõhk silindri alumisse poolde. Allaliikumine (töökäik) toimub langevate osade kaalu mõjul. Seejuures lööb ülemine pinn alumisel pinnil olevat sepist, tehes vajalikku tööd, s. o. sepistades, stantsides, avasid lüües jne.

Nagu skeemilt on näha (joon. 13, *b*), juhitakse aur või õhk toru *10* kaudu jaotussiibri silindrisse *11*. Möödunud jaotussiibrist *12* ja suundunud töösilindri ülemisse ossa, avaldab aur (õhk) seal survet kolvile *9*, sunnib seda koos kolvivarrega *3*, löögiosaga *4* (joon. 13, *a*) ja pinniga *5* alla liikuma.




Joon. 13. Auru-suruõhuvasar M132:
*a* — üldvaade, *b* — töötamise skeem




Joon. 14. Pneumaatiline sepistusvasar M415:
*a* — üldvaade, *b* — töötamise skeem

Samal ajal väljub töösilindri alumisest poolest sinna varem juhitud õhk või aur läbi jaotussiibri tsentraalava ning torujuhtme *13*.

Langevate osade ülestõstmiseks asetatakse jaotussiiber alumisse asendisse. Toru *10* kaudu juhitav aur (õhk) suundub silindri alumisse poolde ning avaldab kolvile survet altpoolt, sundides sellega langevaid osi üles liikuma.

Joonisel 14 toodud pneumaatiline sepistusvasar M415 on ette nähtud venitamiseks, avade löömiseks, raiumiseks ja paljudeks muudeks vabasepistustöödeks.

Vasara sängis paiknevad töösilinder *1* ja kompressorsilinder *3*. Mõlemas silindris on vastava konstruktsiooniga kolvid. Silindrite ülemised ja alumised pooled on ühendatud torudega vastavalt õhujaotussüsteemi kraanide *2* ja *4* abil. Kui mõlemad silindrid on ühendatud välisatmosfääriga, surutakse kompressori kolvi liikumisel õhk välisatmosfääri ning vasar töötab tühikäigul. Tühikäigu ajal asetseb ülemine pinn *9* vabalt šabotile *7* kinnitatud alumisel pinnil *8*.

Kui silindrite *3* ja *1* ülemised ja alumised pooled omavahel ühendada, surutakse õhk kompressorikolvi *10* allaliikumisel töösilindri *1* alumisse poolde kolvi *11* alla. Kolb koos löögiosa ja ülemise pinniga *9* tõuseb üles. Kompressori kolvi vastupidisel liikumisel langeb löögiosa alla ja pinn lööb toorikule.

Pinni ülemises piirasendis hoidmiseks juhitakse suruõhk ainult töösilindri *1* alumisse poolde kolvi *10* alla, sama silindri ülemine pool on ühendatud välisatmosfääriga. Pinni surumiseks sepisele juhitakse suruõhk töösilindri ülemisse poolde ja silindri alumine pool ühendatakse välisatmosfääriga.

Kompressori kolb saab liikumise elektrimootorilt *5* silinderhammasrataste *6* ja väntmehhanismi *12* abil.

Öeldust järeldub, et pneumaatilised sepistusvasarad, mis ei vaja katlamaja ega iseseisvat kompressorseadet, on auruvasaratest kasulikumad. Kuid võrreldes auruvasaratega on pneumaatiliste vasarate konstruktsioon ja teenindamine märksa keerukam. Raskemate langevate osadega vasarad on ka väga kohmakad.

## PRESSID

Erinevalt sepistusvasaratest töötlevad pressid toorikut löögivaba survega. Presse kasutatakse mitmesuguste materjalide, eriti plastmasside pressimiseks, lehterase painutamiseks, õgvendamiseks, lõikamiseks, külmstantsimiseks ja tõmbamiseks, samuti detailide ühendamiseks suure surve all.

Ajami liigi ja pressi toime järgi eristatakse hüdraulilisi ning mehaanilisi presse.

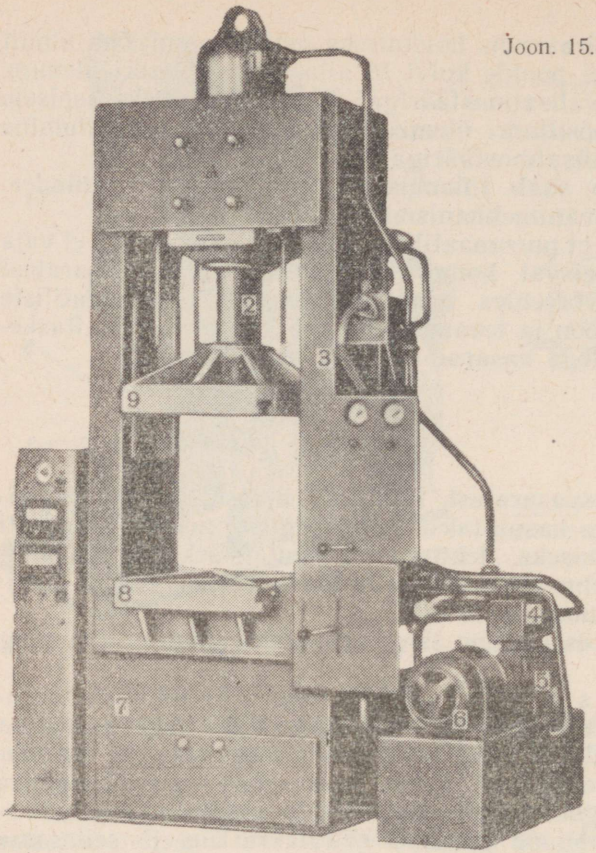
Hüdraulilises pressis П472 (joon. 15) juhitakse surutud vedelik (õli) töösilindrisse *11*. Õli surve tõttu hakkab liikuma kolb *2*, mis on ühendatud sängile *7* toetuvate sammaste *3* juhtpindadel liikuva traaversiga *9*. Kolb saab edasi-tagasi liikumise kahelt pumbalt: kõrgsurve-kolbpumbalt *4* ja madalsurve-hammasrataspumbalt *5*. Mõlemad pumbad käitatakse ühe ja sellesama elektrimootoriga *6*.

Pressi töötamisel surub kolb koos traaversiga töölauale *8* asetatud toorikut. Töölauas ja traaversis on sooned, kuhu vajaduse korral kinnitatakse stantsid. Töölauas on ka avad väljatõukuri jaoks. Väljatõukuri hüdrosilinder asub sängi alumises osas.

Valuplokkidest ja valtsmaterjalist toorikute vabasepistamiseks, kokkusurumiseks ja jämendamiseks kasutatakse hüdraulilisi sepistuspresse survejõuga 500 ... 150 000 kN (50 ... 15 000 tonni) sõltuvalt tooriku kaalust ja mõõtmetest. Suuri toorikuid töödeldakse neljasambalistel, väikesi aga ühesambalistel pressidel.

Joonisel 16, *a* on kujutatud neljasambaline ühesilindriline ühe surveastmega sepistuspress П156, mille maksimaalne survejõud on 19 600 kN (2000 tonni). 100 000 ... 150 000 kN (10 000 ... 15 000-tonnise) survejõuga pressidel kasutatakse kuni nelja silindrit. Neljasilindrilised pressid töötavad kolme surveastmega, arendades viimases astmes maksimaalset survet.

Hüdraulilistel sepistuspressidel saab ka venitada, raiuda, vää-




Joon. 15. Hüdrauliline press П472

nata, painutada ja auke lüüa. Ettekujutuse nimetatud pressidel töödeldavate sepiste kujust annab joonis 16, *b*.

Mehaanilistest pressidest on levinumad väntpressid. Ühesambaline väntpress K-30 on toodud joonisel 17, *a* ja *b*.

Sängi *2* juhtpindadel liigub liugur *4*, mille külge on kinnitatud stantsi ülemine pool. Stantsi alumine pool on paigaldatud töölauale *3*. Liugur saab edasi-tagasi liikumise väntvõllilt *6* kepsu *5* abil. Väntvõll saab pöörleva liikumise elektrimootorilt hammasrataste *1* ja *7* kaudu (positsioon *7* vt. joon. 17, *b*). Hammasratas *1* on ühtlasi pöörlemist ühtlustavaks hoorattaks, mistõttu ta peab olema massiivne.

Mehaaniliste presside hulka kuuluvad ka ekstsentrikpressid, mis on väntpresside eriliigiks. Ekstsentrikpressidel on väntmehhanism asendatud ekstsentrikmehhanismiga.

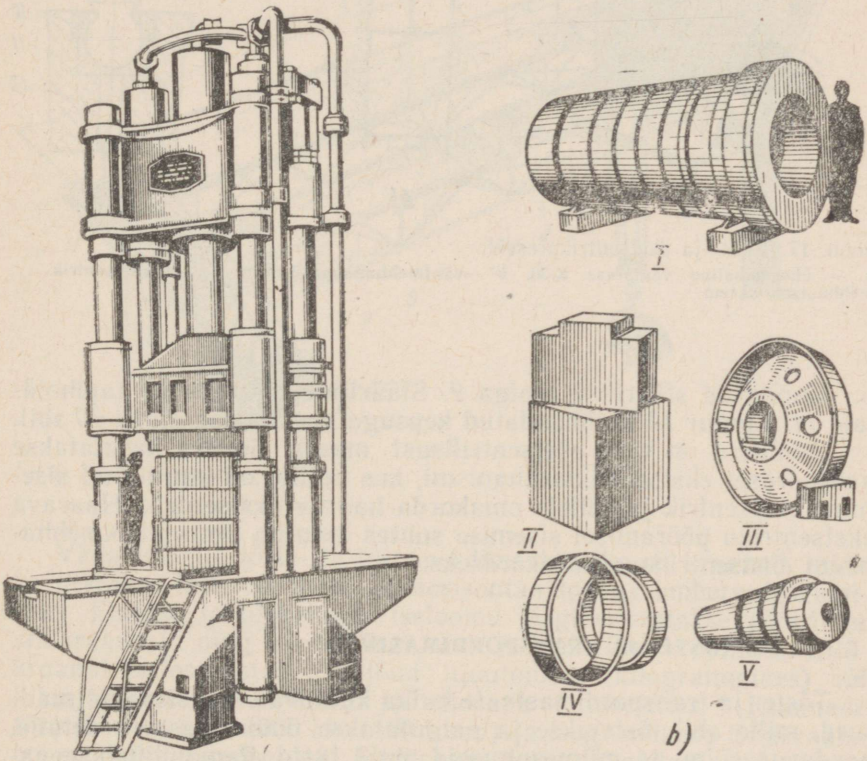
Ekstsentrikmehhanismi põhilisteks detailideks on töövõll, ekstsentrik, ekstsentriku rang ja keps.

Ekstsentrikmehhanismi detailide ülesanne on analoogiline väntvõllmehhanismi detailide ülesandega, ainult et töövõlli pöörlev liikumine muudetakse mitte vända, vaid liuguri edasi-tagasi liikumiseks (joon. 17, *b*).

Pressi ekstsentrikmehhanismi skeem on kujutatud joonisel 17, *c*. Töövõll *1* on liistu *7* abil ühendatud ekstsentrikuga *2*. Töövõlli ja ekstsentriku teljed ei lange kokku. Nende telgedevahelist kaugust nimetatakse ekstsentrilisuseks.

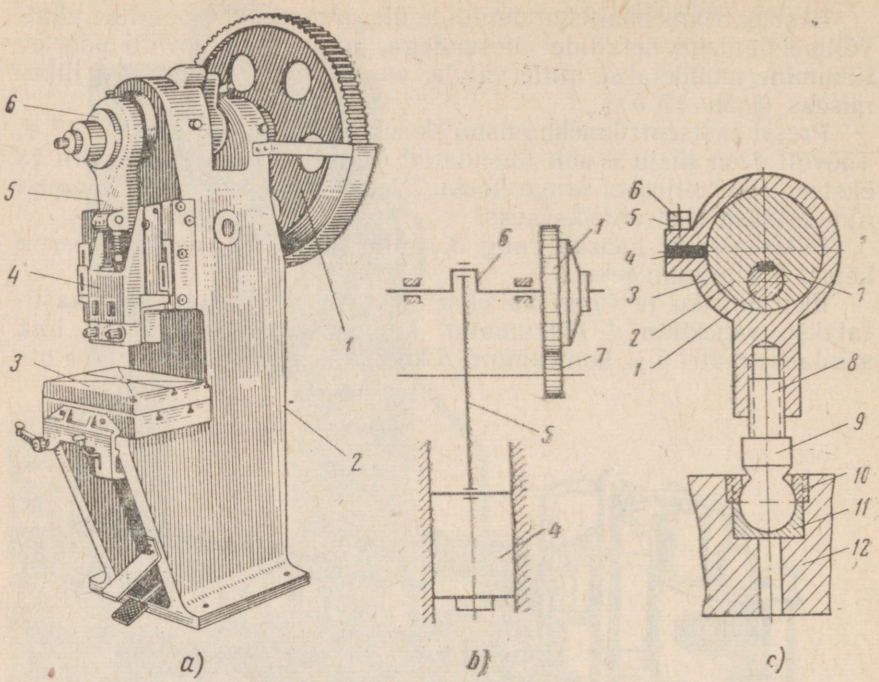
Ekstsentrikut haarab rang *3*, mille alumises osas on keere kepsu *8* kinnitamiseks.

Ekstsentriku ja rangi vahelise nõutava lõtku saamiseks kasutatakse vahekihte *4* (liikumatud kompensaatorid). Vajalik lõtk saadakse mutri *5* ja kontramutri *6* keeramisega. Kepsu alumine ots




Joon. 16. Neljasambaline ühesilindriline sepistuspress П 156 *(a)* ja sellel saadavad sepised *(b)*:

*I* — hüdraulilise pressi töösilindri sepis, *II* — stantside sepised, *III* — turbiiniketta sepis, *IV* — hammasrataste hammasvööde toorikud läbimõõduga kuni 4000 mm, *V* — generaatori võll läbimõõduga 1600 mm ja kaaluga 1020 kN (104 t)




Joon. 17. Vänt- ja ekstsentrikpressid:
*a* — ühesambaline väntpress K-30, *b* —väntmehhanismi skeem, *c* — ekstsentrikmehhanismi skeem

on kinnitatud sfäärilise tapiga *9*. Sfääriline tapp toetub tapihoidjale *11*. Liugur *12* on ühendatud kepsuga spetsiaalse mutri *10* abil.

Mõnikord on vaja ekstsentrilisust muuta. Selleks kasutatakse kahekordset ekstsentrikmehhanismi, kus võllile on kinnitatud sisemine ekstsentrik ja sellele omakorda haarav ekstsentrik. Haarava ekstsentriku pööramisel sisemise suhtes muutub ekstsentrikmehhanismi ekstsentrilisus kahekordseks.

## 4. TÕSTE- JA TRANSPORDIMASINAD

Tõste- ja transpordimasinate hulka kuuluvad spetsiaalsed seadmed, mille abil tõstetakse ja paigutatakse ümber raskeid detaile, seadmete sõlmi ja mitmesuguseid muid laste. Remondilukkseppadel tuleb sageli töö ajal selliseid detaile ja sõlmi tõsta ning transportida neid erinevates suundades erinevatele kaugustele. Nimetatud seadmete kasutamine kiirendab ja kergendab tunduvalt remonditööd.

Tõste- ja transpordimasinate nomenklatuur on väga laialdane. Neid võib jaotada kolme põhilisse gruppi:

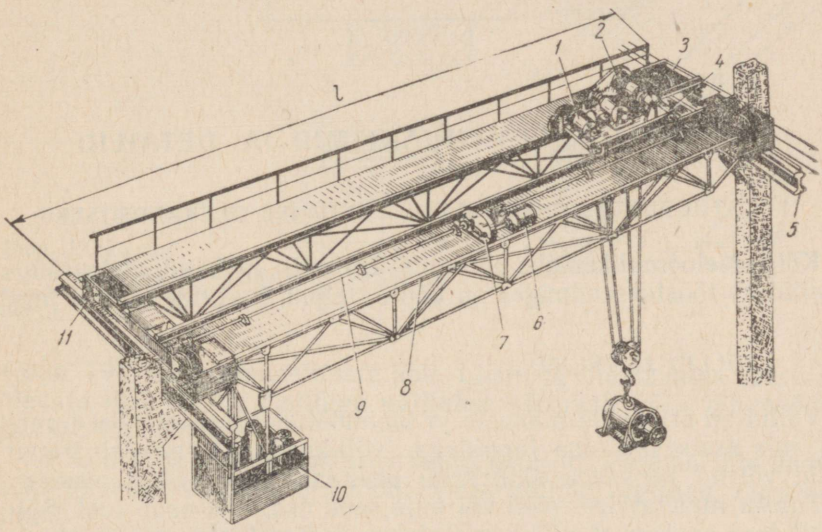
seadmed lasti ümberpaigutamiseks horisontaalsuunas — vintsid, transportöörid ja konveierid, telfervankrid, rullteed jm.;

seadmed lasti ümberpaigutamiseks vertikaalsuunas — tungrauad, tõstukid, plokid, vintsid;

seadmed lasti ümberpaigutamiseks horisontaal- ja vertikaalsuunas — talid, kraanad, telfrid.

Peale loetletute on tõstemasinaid, mis on moodustatud mitmesugustest tõstemehhanismidest.

Tõste- ja transpordimasinad võivad olla käsi-, mehaanilise või mistahes muu ajamiga.




Joon. 18. Sildkraana

Väga levinud tõste- ja transpordimasinateks on kraanad, mida kasutatakse lasti vertikaal- ja horisontaalsuunas ümberpaigutamiseks. Ehituse ja ülekannete iseloomu järgi eristatakse pöörd- ja sildkraanasid ning ajami järgi käsi- ja elektrilisi kraanasid. Sildkraanat iseloomustab tõstejõud njuutonites (kilogrammides) või kilonjuutonites (tonnides) ja sildeava *l* meetrites.* Kraanade tõstejõud on kuni 1000 kN (100 tonni) ja isegi rohkem. Sildkraana on näidatud joonisel 18. Sildkraana kujutab endast silda, mille kaks metallkandekaart *8* toetuvad otstega vankritele *3*. Vankritega, mis käitatakse erilise mehhanismiga *7*, liigub kraana rööbastel *5*

* Kraana sildeava on kraana kandetalade telgedevaheline kaugus.

ja *11* piki tsehhi. Mehhanism *7* koosneb elektrimootorist *6*, reduktorist ja pikast transmissioonivõllist, mis annab pöörleva liikumise vankrite ratastele. Silla juhtteedel liigub kraanavanker *4*, millele on monteeritud lasti tõstemehhanism *2* ja vankri omaenda sõidumehhanism *1*. Kõiki liikumisi juhitakse kabiinist *10*.

### KONTROLLKÜSIMUSED

1. Milliste tunnuste järgi liigitatakse metallilõikepinke?
2. Nimetage universaaltreipingi põhilised sõlmed.
3. Mille poolest erineb pikihöövelpink risthöövelpingist?
4. Milliseid tööpinke nimetatakse agregaatpinkideks?
5. Mille poolest erineb vertikaalfreespink horisontaalfreespingist?
6. Jutustage auru-sepistamisvasara ehitusest ja töötamispõhimõttest.

## II PEATÜKK

# MASINATE TÜÜPMEHHANISMID JA -DETAILID

### 5. TÜÜPDETAILID PÖÖRLEVA LIIKUMISE ÜLEKANDMISEKS

Kõige iseloomulikemaks pöörlevat liikumist ülekandvateks tüüpdetailideks tööstusseadmetes on võllid, teljed, laagrid, sidurid jms.

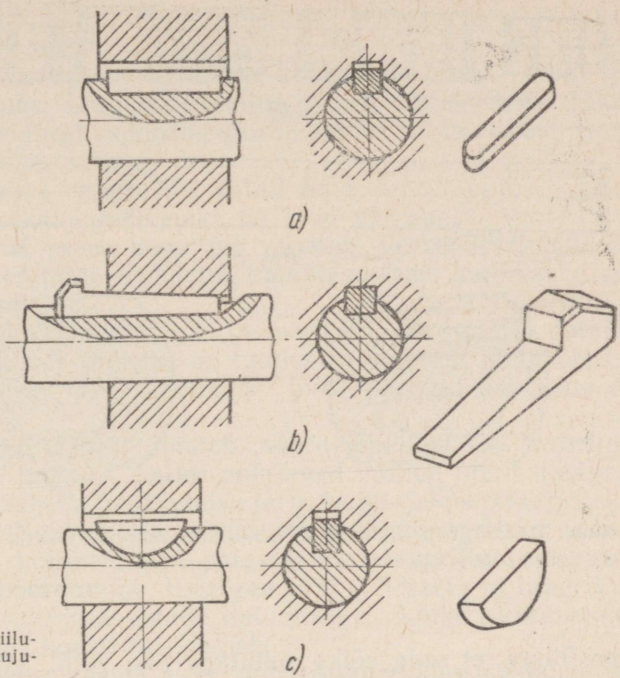
#### VÕLLID JA TELJED

Võllid on erinevate pikkuste ja läbimõõtudega silindrilised vardad, mis asetsevad oma tappidega (võllikaeltega) tugedel. Pikad võllid võivad koosneda siduritega ühendatud üksikutest osadest.

*Tapiks* nimetatakse võlli või telje seda osa, mis asub toel. Sõltuvalt tapi asukohast võllil eristatakse *radiaaltappe, võllikaelu ja aksiaaltappe*. Radiaaltapp asub võlli otsal ja võtab vastu radiaalset koormust. Võllikael asub võlli keskosas, võtab vastu radiaalset koormust ning on samaaegselt allutatud väändemomendi mõjule. Aksiaaltapiks on võlli või telje otspind, mis võtab vastu ainult teljesuunalist koormust.

Masinate mehhanismides ja sõlmedes kasutatakse arvukalt võlle. Masinate ajamite pöörlevad osad, nagu hammasrattad, kettad, sidurid, rihmarattad jms. asetatakse enamasti võllidele ja telgedele, mis võivad olla horisontaal-, vertikaal- või kaldasendis. Erinevus võlli ja telje vahel seisneb selles, et võll kannab pööreldes üle jõudu, telg aga kas pöörleb või on liikumatu ja toetab ainult temale asetatud detaile.

Jõudude ülekandmiseks ühendatakse võllid hammasrataste või rihmaratastega spetsiaalsete detailide — *liistude* abil, mis asetatakse osaliselt võlli ja osaliselt võllile kinnitatava detaili sisse




Joon. 19. Liistud:
*a* — prismaatiline, *b* — kiilukujuline, *c* — segmendikujuline

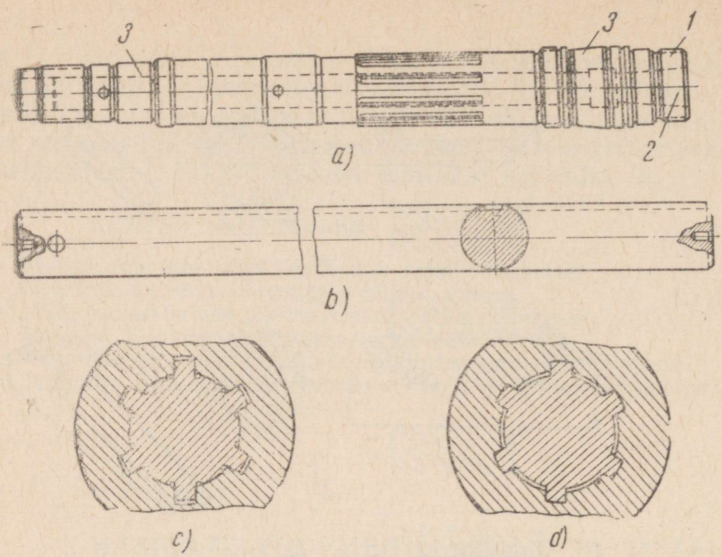
(joon. 19), või hammasliidete abil. Liistu ja liidetavates detailides olevate liistusoonte ristlõige valitakse sõltuvalt võlli läbimõõdust ja liite iseloomust.

Võllid ja teljed on vastutusrikkad detailid. Parema liite saamiseks ühendatava detailiga töödeldakse võllide tugiosad väga hoolikalt.

Võllide konstruktsiooni määravad neile paigaldatavate detailide kinnitusviis, tugedeks kasutatavate laagrite tüüp ja mõõtmed, töötlemise ning koostamise tehnoloogilised tingimused. Vastavalt sellele eristatakse siledaid ja astmelisi, terviklikke ja koostatavaid, õõnsaid ja täisvõlle. Õõnsa võlli näiteks on universaaltreipingi 1K62 spindel, mis on toodud joonisel 20, *a*. Spindli esiotsal olevale keermele *1* keeratakse padrun töödeldava detaili kinnitamiseks. Spindli koonilisse avasse asetatakse esitsenter või torn. Spindel toetub tugedele (laagritele) võllikaeltega *3*.

Joonisel 20, *b* näidatud treipingi käiguvõllil on liistusoon kogu pikkuses. Võlli otstes on tsentriavad selle paigaldamiseks treipingi tsentrite vahele õgvendamise ja parandamise eesmärgil.

Paljudes tööpinkides kasutatakse hammasvõlle, s. o. võlle, mille välispinnal on madalad pikisooned. Sooned on vaheldumisi hammastega, mis võivad olla täisnurkse, kolmnurkse või kujuprofiiliga. Võlliga ühendatava detaili ava valmistatakse täpselt samasuguse




Joon. 20. Pöörleva liikumise ülekandmise tüüpilised detailid: *a* — spindel, *b* — käiguvõll, *c* ja *d* — hammasliited

profiiliga, et seda võiks nihutada piki võlli. Võrreldes liistliitega on hammasliidete konstruktsioon ja valmistamine (valmistatakse ГОСТ 1139-58 järgi) keerukam, kuid selle eest tagavad nad detailide täpsema asendi võllil ja võimaldavad üle kanda väga suuri jõude väiksema ristlõikega võllide puhul. Hammasliited on ka suure tööea ja kulumiskindlusega.

Hammasliiteid eristatakse ava tsentreerimise viisi järgi võlli suhtes. Kasutatakse hammaste külgpindade, võlli välisläbimõõdu ja võlli siseläbimõõdu järgi tsentreeritud hammasliiteid.

Võlli siseläbimõõdu järgi tsentreeritakse (joon. 20, *c*) siis, kui ava pinnakõvadus on tagatud termilise töötlemisega.

Pärast termilist töötlemist ava lihvitakse. Hammasvõlli profiil kas lihvitakse või töödeldakse ainult hambafreespingis rullumismeetodil.

Võlli välisläbimõõdu järgi tsentreeritakse (joon. 20, *d*) siis, kui ava termiliselt ei töödelda. Liite nõutava tiheduse tagamiseks lihvitakse võll välisläbimõõdult.

## LAAGRID

Laagrid on võllide ja telgede toed, mis on ette nähtud radiaal- ja aksiaalkoormuste vastuvõtmiseks. Radiaalseks nimetatakse võllile risti mõjuvat koormust. Aksiaalseks nimetatakse võllile teljesuunaliselt mõjuvat koormust.

Sõltuvalt detailide suhtelise liikumise iseloomust eristatakse liugehõõrdumist ja veerehõõrdumist.

*Liugehõõrdumisel* jääb detailide kokkupuutepind, -joon või -punkt muutumatuks. Liugehõõrdumine esineb näiteks kolvi liikumisel silindris, treipingi supordikelgu liikumisel juhtpindadel, ringi joonestamisel sirkliteravikuga jne.

*Veerehõõrdumisel* veereb üks detail teise detaili pinnal libisemata. Detailide kokkupuutekohaks on joon või punkt. Veeremisel kokkupuutejoon või -punkt kogu aeg vahetub. Veerehõõrdumine on näiteks rullide veeremine rööbastel, hammasrataste hammaste rullumine hambumisel jne.

Ühesuguse konstruktsiooniga ja võrdselt koormatud detailipaari veerehõõrdumise takistus on tunduvalt väiksem liugehõõrdumise takistusest. Veerehõõrdejõudude tööst tingitud kulumine on samuti väiksem.

Kõige iseloomulikumalt ilmneb hõõrdejõudude töö laagrites, s. o. liikumatutes tugedes, milles pöörlevad võllide tapid. Laagrid liigitatakse neis esineva hõõrdumise järgi liuge- ja veerelaagriteks.

*Liugelaagrid.* Neid detaile nimetatakse liugelaagriteks seepärast, et pöörleva võllikaela ja paigalseisva laagriliua sisepinna vahel tekib liugehõõrdumine. Esialgne lõtk võllikaela ja laagriliua sisepinna vahel suureneb nende kulumisega. Lõtku suurenemise kiirus sõltub laagri konstruktsioonist.

Tööstusseadmetes kasutatakse mitmesuguse konstruktsiooniga liugelaagreid. Liugelaagrid valmistatakse põhiliselt antifriktsioonmaterjalidest, mis tagavad:

a) küllaldase tugevuse ja kõvaduse normaaltemperatuuril ja ka tööprotsessis tekkival maksimaalsel temperatuuril;

b) väiksema hõõrdumise, kuumenemise ja kulumise;

c) kerge kaabitsetavuse ja kiire sissetöödeldavuse;

d) mõningase poorsuse õli säilitamiseks võlli seisuperioodil;

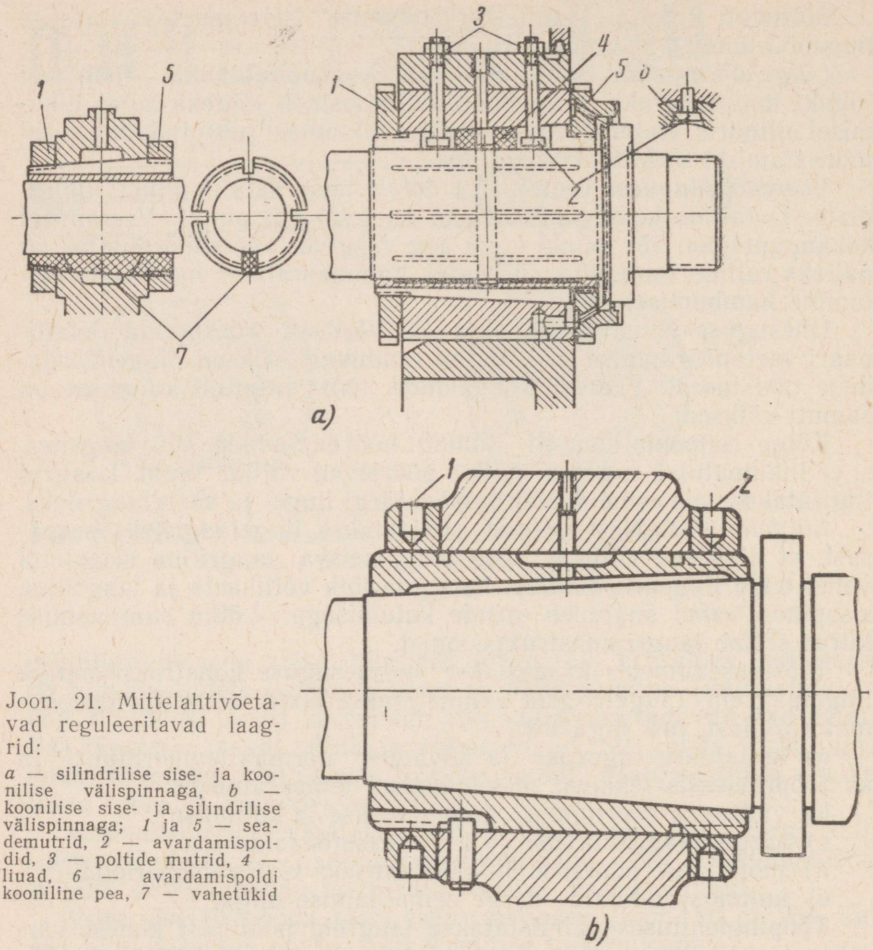
e) kulumisproduktide kerge eemaldamise õliga.

Tööpingiehituses valmistatakse laagreid põhiliselt kahest värvilisest antifriktsioonilisest sulamist — tina- ja alumiiniumpronksist ning babiitidest.

Seadmete remontimisel kasutatakse mõnikord hinnaliste värviliste sulamite asemel palju odavamat antifriktsioonmalmi СЧЦ-1 ja СЧЦ-2, mis kujutab endast perliitstruktuuriga vähelegeeritud hallmalmi.

Liugelaagreid võib liigitada kahte gruppi: mittelahtivõetavad ja lahtivõetavad.

*Mittelahtivõetavad liugelaagrid* võivad olla mittereguleeritavad ja reguleeritavad. Esimeste hulka kuuluvad puksid ja istukohad mitmesugustes korpustes ning sängides. Nendel laagritel ei saa lõtku suurust võllikaela ja selle tugipinna vahel reguleerida. Reguleeritavates laagrites saab hoida lõtku konstantsena, vaatamata laagri ja võllikaela kulumisele. Et lõtku oleks võimalik reguleerida,




Joon. 21. Mittelahtivõetavad reguleeritavad laagrid:

*a* — silindrilise sise- ja koonilise välispinnaga, *b* — koonilise sise- ja silindrilise välispinnaga; *1* ja *5* — seademutrid, *2* — avardamispoldid, *3* — poltide mutrid, *4* — liuad, *6* — avardamispoldi kooniline pea, *7* — vahetükid

peavad laagril olema silindrilise sise- ja koonilise välispinnaga või koonilise sise- ja silindrilise välispinnaga liuad.

*Lahtivõetavad laagrid* (võivad olla liudadega või ilma) koosnevad tavaliselt kahest poolest või mitmest segmendist. Need laagrid võimaldavad reguleerida tööpindade kulumisest tekkivat lõtku (joon. 112).

Joonisel 21, *a* on näidatud mittelahtivõetavad koonilise välispinnaga liudadega reguleeritavad laagrid. Liudadesse *4* on tehtud läbilõiked (sealhulgas üks läbiulatuv), mistõttu liuad muutuvad elastseks ning tagavad seetõttu parema kokkupuute võllikaelaga.

Liudade mõlemal keermetatud otsal on seademutrid *1* ja *5*. Kui reguleeritakse lõtku liua ja spindli vahel, siis üht mutrit vabastatakse, teist pingutatakse.

Sisemise koonilise pinnaga liudadega laagrite lõtku (joon. 21, *b*) reguleeritakse mutritega *1* ja *2*.

Liugelaagritel on järgmised iseloomulikud puudused:

a) suured hõõrdumisest tekkivad ülekantava võimsuse kaod;

b) paratamatu alglõtk võllikaela ja laagri kokkupuutepindade vahel, mis on vaja spetsiaalselt luua, et antud lõtku ulatuses tekiks õlikile;

c) laagri valmistamise töömahukus, värvilise metalli kulu jm.

*Veerelaagrid.* Veerelaagrites toetub võllikael laagri sisevõru pinnale ja pöörleb koos sellega välisvõru suhtes.

Veerehõõrdumisel on ülekantava võimsuse kaod tunduvalt väiksemad kui liugehõõrdumisel.

Veerelaagrid on liugelaagritest kulumiskindlamad ja taluvad hästi vibratsioone. Veerelaagrid on võimelised töötama ka mitmesugustel kiirustel ilma täiendava reguleerimiseta, ei vaja määrimiseks suurt õlikogust ega nõua keerukat hooldamist. Veerelaagreid iseloomustab ka minimaalne võimsuskadu hõõrdumisest.

Remondilukksepp peab teadma, milliseid laagreid ühel või teisel juhul kasutatakse ja kuidas neid reguleeritakse.

Vastuvõetava koormuse iseloomu järgi jagunevad veerelaagrid konstruktiivselt kolme gruppi: radiaallaagrid, aksiaallaagrid ja radiaal-aksiaallaagrid. Kõik kolm gruppi jagunevad omakorda kuul- ja rull-laagriteks.

*Radiaalkuullaagrid* (joon. 22, *a*) on ette nähtud põhiliselt võlli teljega risti mõjuvate koormuste vastuvõtmiseks. Mõningates konstruktsioonides võivad radiaalkuullaagrid olla ka teljesuunaliselt koormatud.

*Radiaalrull-laagrid* (joon. 22, *b*) on ette nähtud suurte radiaalkoormuste vastuvõtmiseks.

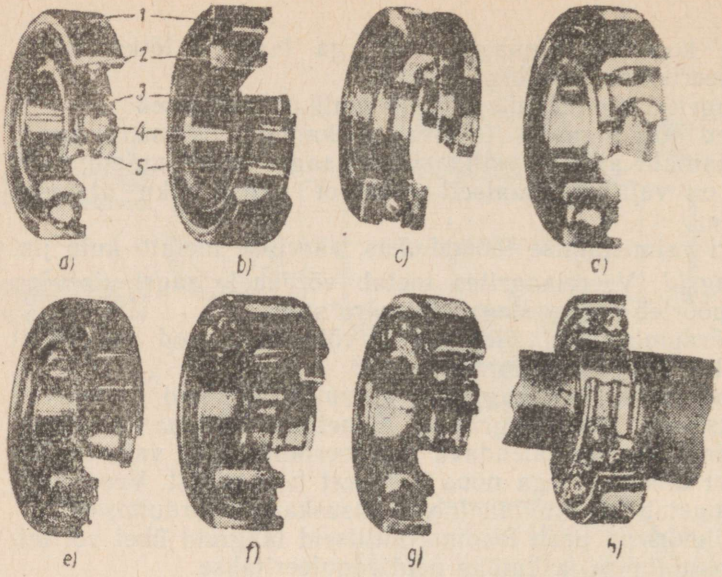
*Aksiaallaagrid* (joon. 22, *c*) võtavad vastu ainult teljesuunalist koormust.

*Radiaal-aksiaallaagrid* (joon. 22, *d*) võivad vastu võtta üheaegselt radiaal- ja aksiaalkoormusi. Sellesse gruppi kuuluvad ka «Duplex»-tüüpi kahekordsed kuullaagrid, mis tagavad võlli täpse pöörlemise ja fikseerivad laagri asendi võllil radiaal- ja aksiaalsuunas (vt. § 54).

Radiaal- ja radiaal-aksiaalkuullaagrid on arvutatud suhteliselt madalatele koormustele ja on seetõttu võimelised töötama suurtel kiirustel. Rull-laagrid, eriti koonilised (joon. 22, *e*), taluvad suhteliselt suuri koormusi, kuid töötavad halvasti suurtel pöörlemiskiirustel.

Kõik vaadeldud laagrite tüübid jagunevad ühe-, kahe- ja mitmerealisteks.

Hariliku konstruktsiooniga *ühererealised kuul- ja rull-laagrid* (joon. 22, *a* ja *b*) koosnevad välis- *1* ja sisevõrust *2*, mille veereteede *3* vahel asuvad veereelemendid (kuulid või rullid) *4*. Enamik




Joon. 22. Veerelaagrid:

*a* — radiaalkuullaager, *b* — radiaalrull-laager, *c* — aksiaalkuullaager, *d* — radiaal-aksiaalkuullaager, *e* — kooniline rull-laager, *f* ja *g* — iseseaduvad rull- ja kuullaagrid, *h* — laagri iseseadumine võlli vildaka asendi puhul

laagrite konstruktsioone on varustatud vaherõngaga — separaatoriga *5*, mis hoiab veereelemendid võrdsetel kaugustel.

*Kaherealised kuul- ja rull-laagrid* (joon. 22, *f* ja *g*) koosnevad samadest osadest mis üherealisedki, kuid nende sisevõrul on kaks paralleelset veereteed ning välisvõru veeretee on sfäärilise kujuga. Viimasest tingituna nimetatakse neid sfäärilisteks laagriteks. Välisvõru sfäärilise sisepinna tõttu on need laagrid vabalt iseseaduvad, kui võlli telg on laagrikorpuse ava telje suhtes veidi kaldu; sellega välditakse kuulide või rullide kinnikiilumist (joon. 22, *h*). Selle erinevuse tõttu nimetatakse sfäärilisi laagreid ka iseseaduvateks laagriteks. Tavaliste veerelaagrite puhul ei lubata kõrvalekaldumist laagrikorpuse ava ja võlli samateljelisusest.

*Mitmerealistel laagritel* on mitu rida kuule või rulle.

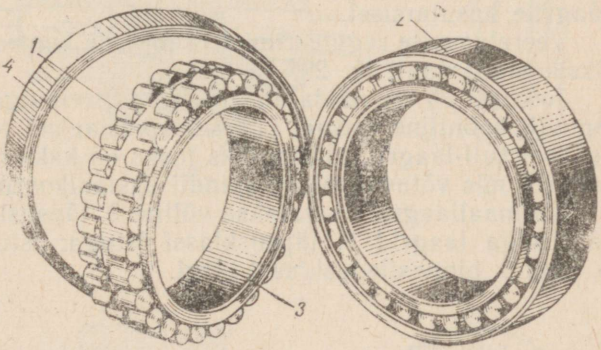
Laagritele on kehtestatud tingtähistused. Veerelaagri täielik tingtähistus koosneb seitsmest numbrist. Esimene ja viies number (vasakult lugedes) näitavad seeriat, teine ja kolmas — laagri konstruktiivseid iseärasusi, neljas — laagri tüüpi, kuues ja seitsmes — võlli mõõtu, s. o. laagrivõru siseläbimõõtu.

Põhiliste mõõtmete ja pöörlemistäpsuse järgi jaotatakse veerelaagrid viide täpsusklassi: H — normaalsed, П — kõrgendatud täpsusega, B — kõrge täpsusega, A — eriti kõrge ja C — ülikõrge täpsusega laagrid.

H-klassi laagreid kasutatakse mitmesuguste seadmete mehhanismides, П- ja B-klassi laagreid tööpinkide täpsetes mehhanismides ning A- ja C-klassi laagreid eriti täpsetes mehhanismides, iseäranis täppistööpinkide spindli laagritena. Täpseid laagreid ei ole otstarbekas asetada sinna, kus võivad edukalt töötada H-klassi laagrid. Mida täpsem on laager, seda kõrgem on ta hind.

Joonisel 23 on näidatud suure täpsusega rull-laager. Laager koosneb välisvõrust *3* ja sisevõrust *2*, silindrilistest rullidest *1* ja separaatorist *4*. Sisevõru ava on valmistatud koonilisusega 1 : 12, mis tingib laagri monteerimise koonilisele võllikaelale. Sisevõru välispinnal on kaks veereteed, mis suunavad täpselt lühikesi silindrilisi rulle.

Mõlema rea rullid on kinnitatud separaatori *4* pesadesse. Ühe rea rullid on nihutatud teise rea rullide suhtes poole sammu võrra, paiknedes seega malekorras. Tänu sellisele asetusele ja suurele rullide arvule laagris jaguneb väliskoormus nende vahel kõige soodsamini.




Joon. 23. Kõrge täpsusega rull-laager seeriast 3182100

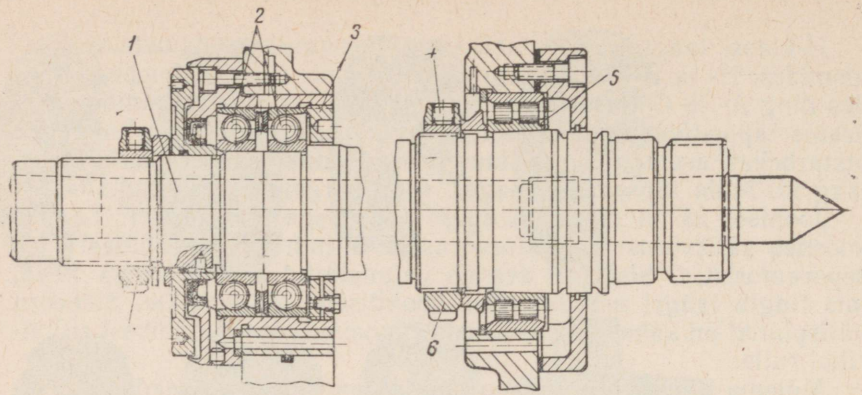
Välisvõrul on üks ühine ilma ääristeta silindriline veeretee. Laagri koostamise kergendamiseks on veeretee servad faasitud.

Kirjeldatud konstruktsiooniga laagritele on asetatud kiirekäiguliste ja täpsete tööpinkide spindlid. Selliste laagrite kasutamisel on järgmised eelised:

a) suureneb spindlite pöörlemiskiirus ja pöörlemistäpsus, paraneb töödeldavate detailide pinnakvaliteet;

b) suureneb sõlme töötamise kestvus ja stabiilsus, sest hõõrdumine sõlmes on minimaalne;

c) laagri liide koonilise spindlikaelaga võimaldab reguleerida radiaalset lõtku sõlme koostamisel kui ka ekspluatatsiooni käigus laagri sisevõru teljesuunalise nihutamisega spindli koonilisel osal. Nihutamisel laagri sisevõru laieneb, millega säilitatakse spindli




Joon. 24. Universaaltreipingi 1K62 spindlisõlm:
*1* — spindel, *2* — radiaal-aksiaalkuullaagrid, *3*, *6* ja *7* — mutrid, *4* — stopperkruvi, *5* — rull-laager

pöörlemistäpsus palju pikemaks ajaks kui silindrilise sisevõruga laagrite kasutamisel.

Veerelaagrite reguleerimist ja lõtkude kontrollimist käsitletakse üksikasjalikumalt lk. 297 ja 298.

Joonisel 24 on näidatud universaaltreipingi 1K62 spindlisõlm. Spindli kooniline esikael pöörleb spetsiaalsel reguleeritaval kahe-realisel rull-laagril, tagumiseks toeks on kaks radiaal-aksiaalkuul-laagrit, mis võtavad vastu spindli aksiaalkoormust.

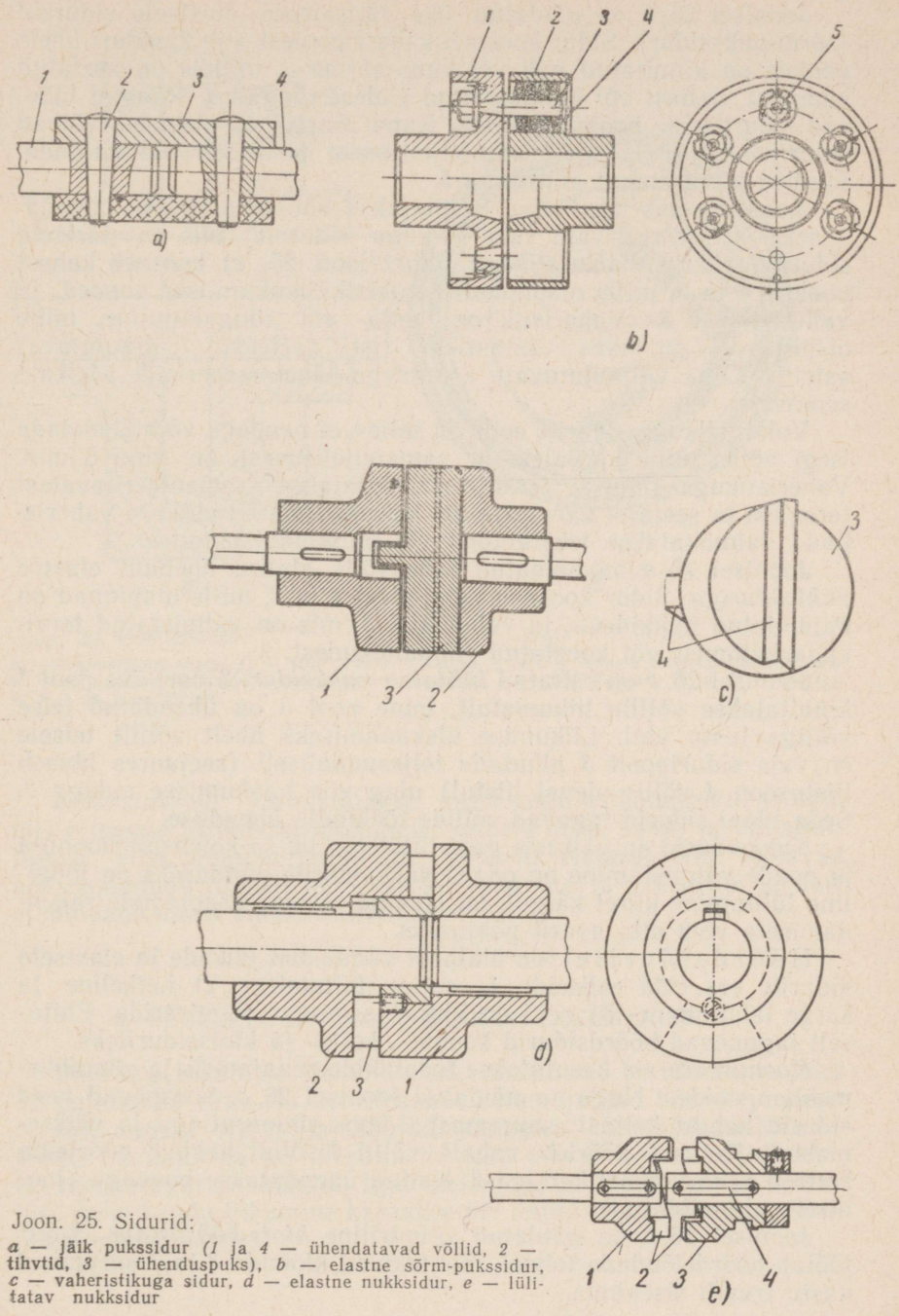
Normaallaagrid asetatakse võllile 2. täpsusklassi ja eriti kõrge täpsusega laagrid 1. täpsusklassi istuga; istukohad töödeldakse 6. kuni 8. pinnasiledusklassi järgi.

## SIDURID

Tööstusseadmete mehhanismides kasutatakse mitmesuguseid sidureid. Sidurid on kahe samateljelise või teineteisele lähedases asendis oleva võlli ühendamiseks. Hõõrdsidurid on ette nähtud kahe võlli või võllile asetatud detaili ajutiseks ühendamiseks võlliga. Mitmekettalisi hõõrdsidureid (joon. 30, *c*) kasutatakse ka mõningate mehhanismide sisse- ja väljalülitamiseks.

Võllide alaliseks ühendamiseks kasutatakse jäiku ja elastseid sidureid. J ä i k a d e s i d u r i t e g a ühendatakse samateljelisi võlle, s. t. võlle, mille telgjooned asuvad ühel sirgel (joon. 25, *a*). Jäigad sidurid on kompaktsed, odavad ja vähekuluvad. Tavaliselt neid ei remondita, vaid asendatakse pärast kulumist uutega.

E l a s t s e d s i d u r i d lubavad mõningat kõrvalekaldumist ühendatavate võllide samateljelisusest, pehmendavad tõukeid ja lööke.




Joon. 25. Sidurid:

*a* — jäik pukssidur (*1* ja *4* — ühendatavad võllid, *2* — tihvtid, *3* — ühenduspuks), *b* — elastne sõrm-pukssidur, *c* — vaheristikuga sidur, *d* — elastne nukksidur, *e* — lülitatav nukksidur

Joonisel 25, *b* on näidatud üks lihtsamaid elastseid sidureid (sõrm-pukssidur). Sidur koosneb kahest poolest *1* ja *2*, siduri ühele poolele on kinnitatud neli või kuus sõrme *3*, millele on asetatud kummist, nahast või kummeeritud riidest rõngad *4*. Rõngad lähevad siduri teise poole avadesse. Kuna rõngad on elastsed, võivad siduripooled töötamisel samateljelisusest pisut kõrvale kalduda. Sõrmed kinnitatakse mutritega *5*.

Kaasaegsetes masinates kasutatakse võllide alaliseks ühendamiseks isetsentreerivaid vaheristikuga sidureid, mis on elastsete sidurite erikuju. *Vaheristikuga sidur* (joon. 25, *c*) koosneb kahest poolest *1* ja *2*, mille otspindadel on ristkülikukujulised sooned, ja vaheristikust *3*. Vaheristik on ketta- või rõngakujuline, mille otspindadel on kaks vastastikku risti asetsevat väljaulatuvat astet *4*. Oma väljaulatuvate astmetega läheb vaheristik äärikute soontesse.

Vaheristikuga sidurite eelis on selles, et nendega võib ühendada isegi võlle, mille kõrvalekalle samateljelisusest on kuni 5 mm. Vaheristikuga sidurite detailid valmistatakse tsementeeritavatest terastest ja seejärel karastatakse. Vähekoormatud sidurite vaheristikud valmistatakse tekstoliidist või puitkiudplastikutest.

Joonisel 25, *d* on näidatud kahe võlli alaline ühendus elastse *nukksiduriga*. Sidur koosneb detailidest *1* ja *2*, mille otspinnad on kujundatud nukkidena, ja vahetükist *3*, mis on valmistatud tervikuna kummist või koostatud rihmalõikudest.

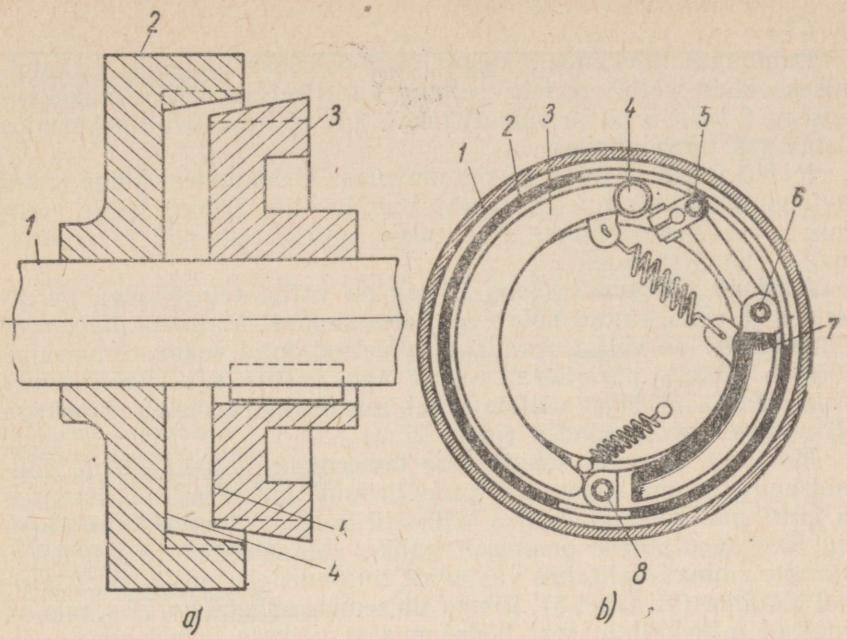
Joonisel 25, *e* on esitatud *lülitatav nukksidur*. Siduri üks pool *1* kinnitatakse võllile liikumatult, teine pool *3* on ühendatud teise võlliga liistu abil. Liikumise ülekandmiseks ühelt võllilt teisele on vaja siduripoolt *3* nihutada teljesuunaliselt (seejuures libiseb liistusoon *4* võllis oleval liistul) ning viia haakumisse nukiga *2*. Seda tüüpi sidurid tagavad võllide töökindla ühenduse.

Nukksidurid on väikeste gabariitidega, lihtsa konstruktsiooniga ja nende valmistamine on odav. Nukksidurite puuduseks on löögiline lülitumine kiirel käigul, mis teatud ettevaatusabinõude rakendamiseta võib olla avarii põhjuseks.

Hõõrdsiduritel on ülalpool vaadeldud jäikade ja elastsete sidurite ees rida eeliseid: 1) sujuv lülitumine; 2) hetkeline ja kerge lahutumine; 3) neid on lihtne ja mugav reguleerida. Ehituselt jagunevad hõõrdsidurid koonus-, ketas- ja klotssiduriteks.

*Koonussidureid* kasutatakse tööpinkide peaajameis ja ettenihkemehhanismides. Nagu on näidatud joonisel 26, *a*, koosnevad need sidurid kahest kettast: suuremast *2* koos rihmarattaga ja väiksemast *3*. Ketas *2* pöörleb vabalt võllil *1*. Võll hakkab pöörlema ketta *3* sidurdumisel kettaga *2*. Kettad ühendatakse hoovaga (joonisel pole näidatud).

Joonisel 26, *b* on näidatud silindriline *klots-hõõrdsidur*. Sidur töötab hõõrdejõudude toimel, mis tekivad klotside *3* ja *7* surumisel vastu trumli sisepinda.




Joon. 26. Hõõrdsidurid:

*a* — koonussiduri skeem (*1* — võll, *2* ja *3* — kettad, *4* ja *5* — ketaste sisemised otspinnad); *b* — silindrilise klotssiduri skeem (*1* — trummel, *2* — hõõrdkettad, *3* ja *7* — klotsid, *4*, *5*, *6* ja *8* — teljed)

*Ketassidureid* valmistatakse mitmesuguse konstruktsiooniga, mis erinevad üksteisest mõõtmete, ketaste arvu, sisse- ja väljalülitamise viisi, reguleerimise jm. poolest. Ketassidurid töötavad hõõrdejõudude toimel, mis tekivad vedavate ja veetavate ketaste otspindade vahel siduri lülitamisel.

## 6. PÖÖRLEVA LIIKUMISE ÜLEKANDEMEHHANISMID

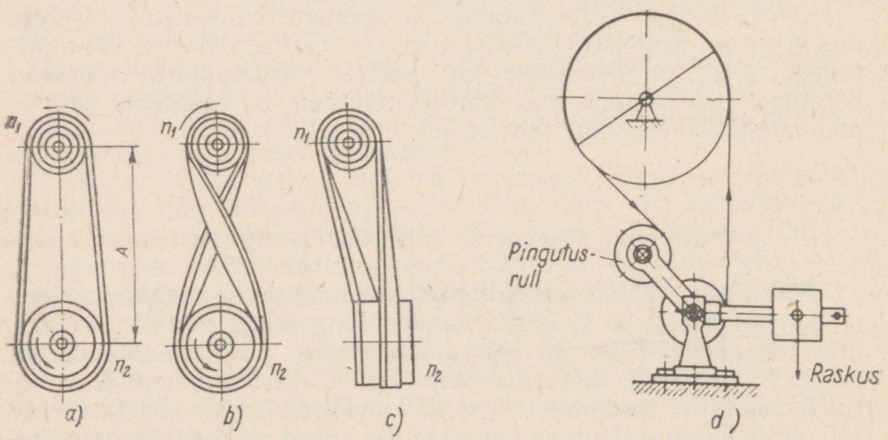
Pöörleva liikumise ülekandmiseks masinates ja mehhanismides on painduvad rihm- ja kettülekanded ning jäigad hõõrd- ja hammasülekanded. Rihm- ja hõõrdülekannetes kasutatakse hõõrdejõude, hammas- ja kettülekannetes aga ülekandeelementide vahetut mehaanilist haakumist. Igal ülekandel on vedav lüli ja veetav lüli, mille kaudu liikumine kantakse üle antud mehhanismiga sidestatud mehhanismile.

Painduvaid ülekandeid kasutatakse pöörleva liikumise ülekandmiseks ühelt võllilt teisele, sellega paralleelsele võllile vahekaugusega 2 kuni 5 m, ja samuti juhul, kui võllid asuvad erinevates ristuvates tasapindades.

Rihmülekanded on painduvatest ülekannetest kõige enam levinud. Rihmülekannetes haarab painduv lint (rihm) kahte võllidele istatud rihmaratast. Eristatakse lahtisi, ristuvaid ja poolristuvaid rihmülekandeid.

*Lahtises ülekandes* (joon. 27, *a*) on võllid teineteisega paralleelsed ja rihmarattad pöörlevad ühes suunas. *Ristuvas ülekandes* (joon. 27, *b*) on võllid samuti paralleelsed, kuid vedav rihmaratas pöörleb näiteks päripäeva, veetav aga vastupäeva. *Poolristuvat* ülekannet kasutatakse võllide vahel, mis asuvad teineteisega nurga all olevates tasapindades (joon. 27, *c*).

Masinate ajamites kasutatakse lamerihmu — nahkrihmu, lõputuid puuvillrihmu, õmmeldud puuvillrihmu, kummeeritud rihmu — ja kiilrihmu. Kasutatakse ka villaseid kootud rihmu. Metallilõikepinkides kasutatakse peamiselt nahk-, kummeeritud ja kiilrihmu. Ajamite rihmad valitakse vastavalt tingimustele, milles need peavad töötama (vt. tabel 3). Rihma libisemise vähendamiseks, mis on tingitud mitteküllaldasest hõõrdumisest väikese haardenurga puhul, kasutatakse pingutusrulle (joon. 27, *d*). Pingutusrull kujutab endast liigendilisele kangile kinnitatud vaherihmaratast. Kangi pikemal õlal oleva raskuse mõjul avaldab rull rihmale survet ja suurendab rihma haardenurka mõlemal rihmarattal.




Joon. 27. Rihmülekanded:
*a* — lahtine, *b* — ristuv, *c* — poolristuv, *d* — pingutusrull ($n_1$ — vedava rihmaratta pöörlemiskiirus, $n_2$ — veetava rihmaratta pöörlemiskiirus)

| Rihmade töötamise tingimused | Rihma liik | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Nahkrihm | Lõputu kootud puuvillrihm | Ömmeldud puuvillrihm | Kootud villane rihm | Kummeeritud, ilma välise kummikihita rihm | Kummeeritud, välise kummikihiga rihm | Kiilrihmad |
| | Kasutamine (+ märk) | | | | | | |
| Normaalse niiskusega ruumides | + | + | + | + | + | + | + |
| Rõsketes tingimustes | — | — | + | + | — | + | + |
| Kõrgetel temperatuuridel | — | + | — | + | + | + | + |
| Keskmise intensiivsusega ebaühtlasel koormusel | + | + | + | + | + | + | + |
| Löögilisel koormusel | + | — | — | + | + | + | + |
| Ribistatud ja astmelistel rihmaratastel | + | — | — | — | — | + | + |
| Juhthargi kasutamisega | + | — | — | — | — | + | — |
| Ristuvates ja poolristuvates ülekannetes | + | — | — | — | + | + | — |
| Õli rihmale sattumise tingimustes | — | + | + | + | — | + | + |
| Auru ja sööbegaaside mõjumise tingimustes | — | + | + | + | — | + | + |
| Väikestel rihmaratastel | + | + | — | + | — | — | + |
| Suurte võimsuste ülekandmisel | + | — | + | + | + | + | + |

Pingutusrulli läbimõõt ei tohi olla väiksem kui väiksema rihmaratta läbimõõt. Pingutusrull tuleb asetada rihma veetavale harule, mitte väga lähedale rihmaratastele.

Nahkrihma ühendamiseks lõigatakse rihma otsad kiilukujuliselt kaldu 200 ... 300 mm pikkuselt ja asetatakse teineteisele nii, et rihma paksus oleks kõikjal ühesugune. Pärast seda liimitakse rihma otsad БФ-liimiga ja õmmeldakse läbi valgeparknahast rihmakestega või kinnitatakse metallklambritega.

Tähistame vedava ja veetava rihmaratta joonkiirused vastavalt $v_1$ ja $v_2$.

Rihma elastse libisemise tõttu ülekandes ei ole rihmarataste joonkiirused $v_1$ ja $v_2$ võrdsed. Veetava rihmaratta joonkiirus $v_2$ on alati väiksem vedava rihmaratta joonkiirusest $v_1$, s. o. $v_2 < v_1$. Täpne seos joonkiiruste vahel avaldub valemiga

$$v_2 = (1 - \varepsilon) v_1,$$

kus $\varepsilon$ on libisemistegur, mis võrdub 0,01 ... 0,03.

Vedava rihmaratta joonkiirus

$$v_1 = \frac{\pi D_1 \cdot n_1}{1000 \cdot 60} \text{ m/s},$$

veetava rihmaratta joonkiirus

$$v_2 = \frac{\pi D_2 \cdot n_2}{1000 \cdot 60} \text{ m/s},$$

kus $D_1$ ja $D_2$ on vastavalt vedava ja veetava rihmaratta läbimõõdud millimeetrites.

Rihmülekande normaalseks tööks on vaja, et rihm oleks küllaldase pingusega ja suruks rihmaratastele teatud jõuga mingi haardenurga $\alpha$ ulatuses (joon. 27, *d*). Neid tingimusi võib tagada rihmale eelneva pinguse andmisega, mida tehakse mitmel viisil:

1) rihma venitamisega rihmaratastele panemise ajal ja rihma omakaalu arvel. Sellisel juhul tuleb rihma perioodiliselt lühendada, sest tööprotsessis rihm venib, mistõttu pingus väheneb. Tuleb arvestada, et väikeste telgedevaheliste kauguste puhul on vaja rihmu eriti sagedasti lühendada, sest lühikese rihma omakaal ei tekita vajalikku pingust;

2) ühe võlli (rihmaratta) perioodilise eemalenihutamisega, näiteks kruvi ja juhtpindade abil;

3) pingutusrulli paigaldamisega.

Telgedevaheline kaugus

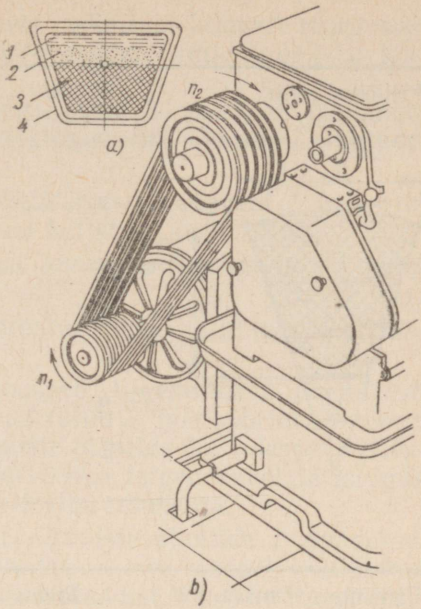
$$A = (1{,}5 \ldots 2)(D_1 + D_2) \text{ mm}.$$

Rihma pikkus $L$ lahtisel ülekandel määratakse ligikaudse seosega

$$L = 2A + \frac{\pi}{2}(D_1 + D_2) + \frac{D_2 - D_1}{4A} \text{mm}.$$

Kummeeritud rihmad valmistatakse mitmekihilisest puuvillasest riidest, kihid ühendatakse kummiga vulkaniseerimise teel. Kummeeritud rihmu õmmeldakse kokku mitmel viisil. Rihma kokkuõmblemisel jätku koht pakseneb, mistõttu sellise rihma töötamisega kaasnevad löögid rihmaratastele, see aga suurendab mehhanismi vibratsiooni. Seepärast kasutatakse täpsete ja kiirekäiguliste mehhanismide, näiteks lihvpinkide spindlite käitamiseks lõputuid (tervikuna kootud) lamerihmu.

Joonisel 28, *a* on näidatud kiilrihm lõikes. Rihm koosneb mitmest kummeeritud kudumi kihist *1*, mitmest kordikihist *2* (jämedad spetsiaalketrusega puuvillniidid), kummikihist *3* ning kummeeritud riidest ümbrisest *4*. Joonisel 28, *b* on näidatud kiilrihmülekanne. Iga rihm asetatakse rihmaratta põias olevasse «omaette» soonde. Rihm asub soones nii, et tema aluspind ei puutu vastu soone põhja.




Joon. 28. Kiilrihmülekanne:
*a* — kiilrihma ristlõige, *b* — pöörlemise ülekande skeem

Kiilrihmülekannet kasutatakse sageli iseseisvate elektrimootoritega tööpinkidel pöörleva liikumise ülekandmiseks elektrimootori võllilt kiirustekasti rihmarattale ja sealt kiirustekasti kaudu tööpingi spindlile. Tööpingi töötamisel koormuse tõusust ja langusest tekkivaid lööke elektrimootor vastu ei võta, sest löögi momendil rihm libiseb rihmaratastel.

Kiilrihmülekannetel on palju positiivseid omadusi, näiteks väike telgedevaheline kaugus, võimalus üle kanda ringjõude rihma veetava haru väga väikese pingusega, kerge teenindamine jm. Suurema hõõrdumise tõttu rihmaratta ja rihmade vahel võimaldavad kiilrihmad üle kanda suuremaid jõude kui niisama laiad lamerihmad. Ent kiilrihmülekannete rihmarattad on kallimad kui lamerihmülekannete rihmarattad. Tuleb arvestada ka seda, et kiilrihmu ei saa soovi järgi pikemaks ega lühemaks teha. Kiilrihmad tehakse kindlate pikkustega.

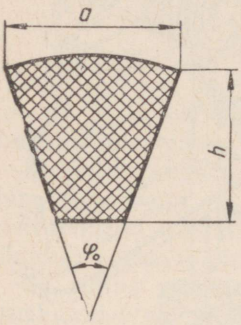
ГОСТ 1284-57 näeb ette üldotstarbeliste kiilrihmajamite jaoks seitse kiilrihma profiili (tabel 4).

Kiilrihmade nimipikkused (pikkus joont mööda, mis läbib ristlõike raskuskeskmeid) on 500 kuni 14 000 mm. Rihma pingutusnurk võrdub 40°.

Kiilrihma ristlõige valitakse sõltuvalt ülekantavast võimsusest ja rihma ettenähtud kiirusest (tabel 5).

Rihmülekanded on elastsed, müratud ja väldivad rihma libisemise tõttu ülekoormust. Rihmülekanded on suhteliselt odavad, nende kulunud osade remondikulud väikesed ning remont ise lihtne.

Tabel 4

| Ristlõike eskiis | Ristlõike tähistus | Mõõde *a*, mm | Mõõde *h*, mm | Nurk $\varphi_0$, kraadides |
|---|---|---|---|---|
|  | О | 10 | 6 | 40 |
| | А | 13 | 8,3 | 40 |
| | Б | 17 | 10,5 | 40 |
| | В | 22 | 13,5 | 40 |
| | Г | 32 | 19 | 40 |
| | Д | 38 | 23,5 | 40 |
| | Е | 50 | 30 | 40 |



Tabel 5

| Ülekantav võimsus, kW | Rihma kiirus, m/s | | |
|---|---|---|---|
| | kuni 5 | 5 kuni 10 | üle 10 |
| | Valitavad ristlõiked | | |
| Kuni 1 | О, А | О, А | О |
| 1 ... 2 | О, А, Б | О, А | О, А |
| 2 ... 4 | А, Б | О, А, Б | О, А |
| 4 ... 7,5 | Б, В | А, Б | А, Б |
| 7,5 ... 15 | В | Б, В | Б, В |
| 15 ... 30 | — | В, Г | В, Г |
| 30 ... 60 | — | Г, Д | В, Г |
| 60 ... 120 | — | Д | Г, Д |
| 120 ... 200 | — | Д, Е | Г, Д |
| 200 | — | — | Д, Е |

Rihmülekannetel on ka puudusi: suure telgedevahelise kauguse korral vajab palju pinda; madal kasutegur rihma libisemise tõttu; väike ülekandearv, s. o. vedava ja veetava rihmaratta väike pöörlemiskiiruste suhe; ei saa kasutada rõsketes ja tolmustes kohtades; suur surve võllide tugedele, mis kutsub esile laagrite kiire kulumise.

Kettülekanded. Pöörleva liikumise ülekandmiseks ühelt võllilt teisele kasutatakse peale rihmülekande ka kettülekandeid. Joonisel 29, *a* näidatud kettülekanne kujutab endast lõputut liigendilist metallketti, mis haarab kahte ketiratast. Kett ei libise, teda võib kasutada ka väikese telgedevahelise kauguse ja suure ülekandearvuga ülekannetes.

Kettülekannetega võib üle kanda võimsusi kilovati murdosast (jalgrattaketid) kuni tuhandete kilovattideni (mitmerealised kõrgendatud tugevusega ketid).

Ketid töötavad suurte kiirustega (kuni 30 m/s) ja ülekandearvuga $i = 15$. Kettülekande kasutegur on üksikutel juhtudel kuni 0,98.

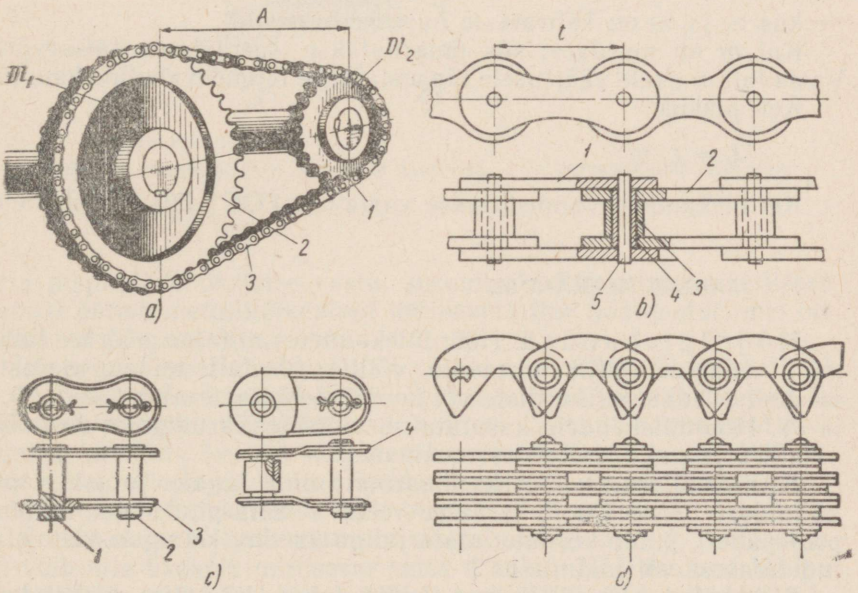
Kettülekanne koosneb kahest ketirattast (vedavast *1* ja veetavast *2*) ja nendele asetatud lõputust ketist *3* (joon. 29, *a*).

Mitmesugustest ketiliikidest on levinumad rullpuks- ja hammasketid.

*Rullpukskettide* maksimaalne lubatud kiirus on 18 m/s, hammaskettidel 30 m/s.

Rullpukskett (joon. 29, *b*) koosneb liigendiliselt ühendatud plaatidest *1* ja *2*, mille vahel asuvad rullid *3*, mis pöörlevad vabalt puksidel *4*. Puks on pressitud sisemiste plaatide *2* avadesse ja pöördub vabalt võllikul *5*. Kahe naabervõlliku telgedevaheline kaugus ehk keti samm *t* peab võrduma ketiratta sammuga.

Võllikud *5* pressitakse tihedalt välimiste plaatide *1* avadesse. Keti ühele lülile tehakse lukk (joon. 29, *c*), mis koosneb võllikutest *1* ja *2*, ühendusplaadist *3*, painutatud plaadist *4* ja kinnitussplinti-




Joon. 29. Kettülekanded:
*a* — liikumise ülekande skeem, *b* — rullpukskett, *c* — rullpuksketi lukk, *d* — hammaskett



TARTU ÜLIKOOLI

dest. Keti mahavõtmine või pealepanemine toimub luku lahutamise teel.

*Hammaskett* (joon. 29, *d*) koosneb mitmest omavahel puksidega ühendatud ja võllikutele liigendiliselt kinnitatud plaadist.

Kettülekanded on konstantse ülekandearvuga ja väga tugevad, mis võimaldab üle kanda suuri jõude. Seepärast kasutatakse kettülekandeid sellistes tõstemehhanismides nagu talid ja vintsid. Pikki kette kasutatakse metroo eskalaatorites, konveierites jm.

Kettülekande minimaalne telgedevaheline kaugus $A$ määratakse avaldisest

$$A = \frac{D_1 + D_2}{2} + (30 \ldots 50) \text{ mm},$$

kus $D_1$ ja $D_2$ on ketirataste välisläbimõõdud.

Suurim lubatav telgedevaheline kaugus $A = 80\ t$. Suure telgedevahelise kauguse puhul on keti läbiripe suur, mistõttu soovitatav keskmine telgedevaheline kaugus

$$A = (30 \ldots 60)\ t.$$

Keti lülide arv

$$m = \frac{2 \cdot A}{t} + \frac{z_1 + z_2}{2} + \frac{(z_2 - z_1)^2 t}{39{,}5A},$$

kus $z_1$ ja $z_2$ on ketirataste hammaste arvud.

Kui $m$ on murdarv, siis ümardatakse see lähima täisarvuni. Vastavalt $m$ uuele väärtusele täpsustatakse telgedevaheline kaugus.

Keti pikkus

$$L = t \cdot m.$$

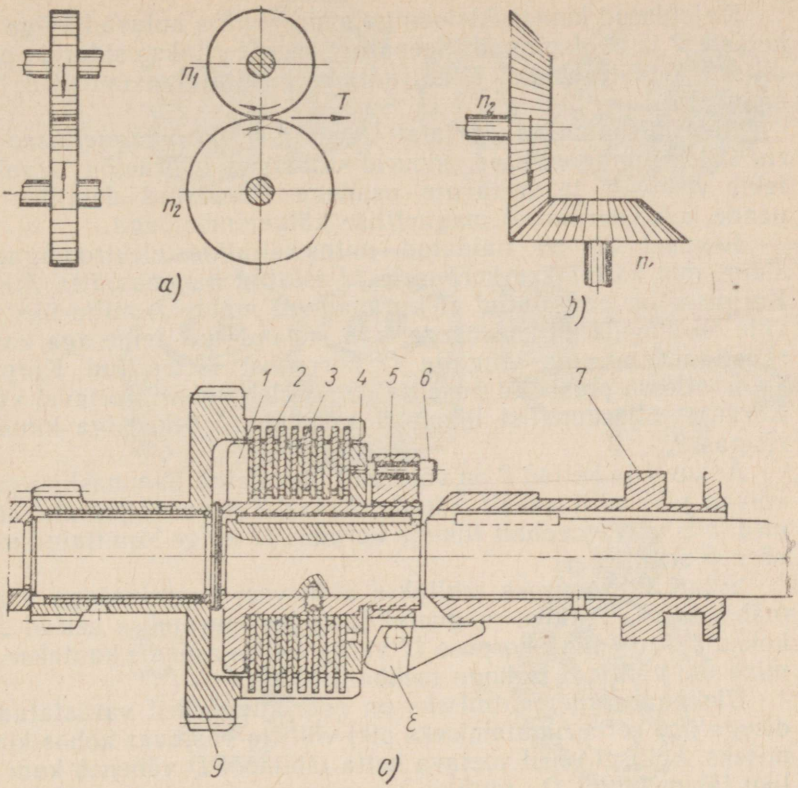
Kettülekandeid valmistatakse vastavalt ГОСТ 591-61 juhistele.

## JÄIGAD ÜLEKANDED

Hõõrdülekanded. Hõõrdülekannetes antakse pöörlev liikumine vedavalt võllilt veetavale võllile tihedalt teineteise vastu surutud siledate silindriliste või kooniliste ketaste abil (joon. 30, *a* ja *b*). Hõõrdülekandeid kasutatakse vintsides, kruvipressides, tööpinkides ja paljudes teistes masinates.

Et hõõrdülekanne töötaks libisemata ning tagaks ketaste vahel küllaldase hõõrdejõu $T$, kaetakse veetava ketta pind naha, kummi, presspaberi, puidu või muu materjaliga (vedav ketas on valmistatud terasest või malmist).

Silindrilist hõõrdülekannet kasutatakse liikumise ülekandmiseks paralleelsete võllide vahel, koonilist aga lõikuvate telgjoontega võllide vahel. Hõõrdülekanne saadakse ka kahe või mitme




Joon. 30. Hõõrdülekanded:
*a* — silindriliste ratastega, *b* — kooniliste ratastega, *c* — mitmekettaline hõõrdsidur

ketta otspindade üksteise vastu surumisel. Ettekujutuse sellisest ajamist annab metallilõikepingi mitmekettaline hõõrdsidur, mis on kujutatud joonisel 30, *c*.

Liistu ja fikseerimiskruvi abil võllile kinnitatud äärikpuksile *1* on istatud vedavad kettad *3*, mille vahel asuvad veetavad kettad *2*. Veetavate ketaste väljaulatuvad astmed asuvad hammasratta *9* soontes, mistõttu kettad, mõjudes hammasrattale, annavad liikumise edasi sellega sidestatud mehhanismile. Samale äärikpuksile *1* on kinnitatud stoppketas *4*, mille otspinnal on aukude rida ja mutter *5* nukkidega *8*. Läbi mutri on asetatud fiksaator *5*, mille otsikut võib viia ükskõik millisesse ketta *4* auku. Hõõrdsidurit lülitatakse liikuva puksi *7* abil, mis lükkab nukid *8* laiali, avaldades sellega survet kõigile puksil *1* olevatele ketastele. Ketaste surutud asendis toimubki liikumise ülekandmine veetavale võllile.

Kirjeldatud konstruktsiooniga hõõrdsiduris kuluvad kõige enam ketaste *2* ja *3* otspinnad. Seepärast reguleeritakse sidureis perioodiliselt ketastevahelist lõtku, milleks kasutatakse mutrit *5* ja fiksaatorit *6*.

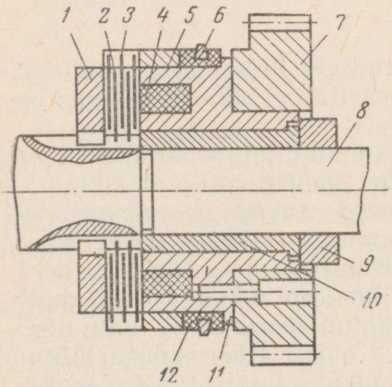
Hõõrdülekannetes on laialt levinud *elektromagnetilised sidurid*. Elektromagnetilised sidurid töötavad hõõrdejõu arvel, mis tekib vedavate ja veetavate osadega sidestatud detailide vahel nende kokkusurumisel magnetilise külgetõmbejõuga.

Joonisel 31 on näidatud mitmekettaline elektromagnetiline sidur, mis käitatakse korpusele *11* istatud hammasratta *7* kaudu. Korpusse on paigutatud elektromagneti mähis *4*, mille üks väljavõte on ühendatud korpusega, s. o. maandatud, teine aga kontaktrõngaga *6*, mis on rõngaga *12* korpusest isoleeritud. Korpus *11* koos sellesse pressitud puksiga *10* pöörleb vabalt veetaval võllil *8*. Korpuse teljesuunalist liikumist takistab seadekruviga kinnitatud rõngas *9*.

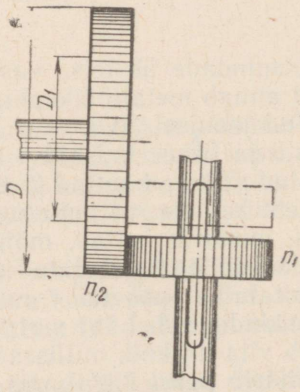
Ankur *1* ja kettad *2* on võlli abil ühendatud hammasliitega ning võivad piki võlli vabalt liikuda. Ketastel *3* on väljaulatuvad astmed, mis võivad vabalt liikuda korpuse *11* külge kinnitatud metallvõru *5* soontes.

Siduri lülitamiseks juhitakse alalisvool kontaktrõnga *6* kaudu mähisesse *4*. Tekkiva magnetvälja toimel surutakse kettad *2* ja *3* kokku ankru *1* ning korpuse *11* vahel. Selles asendis kantakse liikumine üle võllile *8* ja kogu mehhanismile.

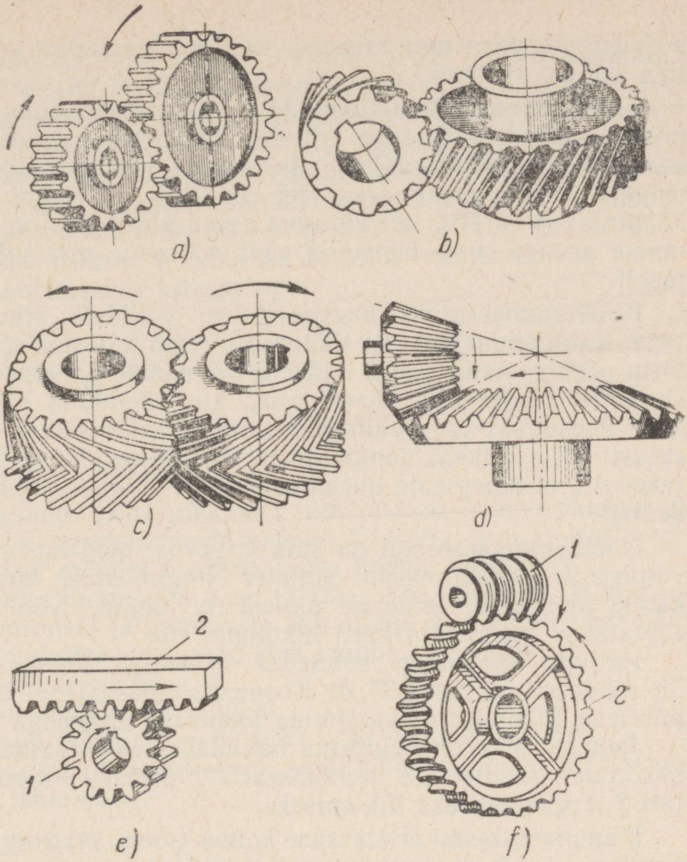
Ülekandearvu muutmiseks on hõõrdülekanded varustatud seadisega ühe ketta nihutamiseks piki võlli ja vastavas kohas kinnitamiseks. Sellisel viisil veetava ketta läbimõõt $D$ väheneb kuni vajaliku läbimõõduni $D_1$, millega suureneb veetava ketta pöörlemiskiirus (joon. 32), mistõttu ülekandearv $\frac{n_2}{n_1}$ väheneb. Vedava ketta




Joon. 31. Mitmekettaline elektromagnetiline sidur




Joon. 32. Hõõrdülekanne lõikuvate telgjoontega võllide vahel




Joon. 33. Hambumised

eemaldumisega veetavast võllist ülekandearv aga suureneb. Sellist sujuvat kiiruse reguleerimist nimetatakse astmeteta kiiruse reguleerimiseks, mehhanismi ennast aga kiiruste variaatoriks.

H a m m a s ü l e k a n d e d. Peaaegu kõigis tööstusseadmete sõlmedes on hammasülekandeid (ГОСТ 1643-56). Hammasülekannetega muudetakse tööpingi liikuvate osade liikumise suunda ja kiirust, kantakse üle jõude ja pöördemomente * ühelt võllilt teisele ning muundatakse neid.

Tööstusseadmetes kasutatavatel hammasratastel on kas sirg-, kald- või noolhambad.

Sirghammasrattad (joon. 33, *a*) on ülekannetes kiiruste ja

* Pöördemoment võrdub jõu ja õla korrutisega (Nm).

pöördemomentide muutmiseks; need monteeritakse võllile liikumatute või liikuvatena.

Kaldhammasrattaid (joon. 33, *b*) kasutatakse liikumise ülekandmiseks kiivsete telgedega võllide vahel ning paljudel juhtudel ka paralleelsete võllide vahel, mis peavad töötama müratult suurtel ringkiirustel ja ülekandesuhetel (kuni 15 : 1). Kaldhammasrattaid kasutatakse ka siis, kui väiksem ratas ülekandes on väikese hammaste arvuga ning ülekanne peab töötama eriti sujuvalt ja ühtlaselt.

Kaldhammasrattad monteeritakse võllidele ainult liikumatutena. Kaldhammasrataste töötamisel tekib teljesuunaline jõud, mistõttu need sobivad ainult väikeste võimsuste ülekandmiseks. Teljesuunalist jõudu võib kõrvaldada, kui ühendada üheks tervikuks kaks ühesugust vastupidiselt suunatud hammastega kaldhammasratast. Nii saadakse noolhammasratas (joon. 33, *c*), mis monteeritakse nii, et hammaste nurga tipp oleks suunatud ratta pöörlemise suunas.

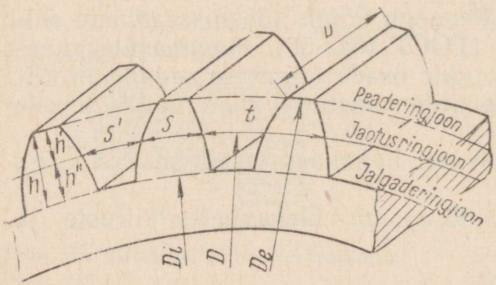
Noolhammasratastel on suur tugevus, neid kasutatakse suurte võimsuste ülekandmiseks sellistes tingimustes, kus hammasülekande töötamisel esinevad tõuked ja löögid. Noolhammasrattad asetatakse võllidele samuti liikumatutena.

Paljude tööpinkide sõlmedes esinevad koonushammasrattad on näidatud joonisel 33, *d*. Koonushammasrataste ülesandeks on pöörleva liikumise ülekandmine lõikuvate telgedega võllide vahel.

Joonisel 33, *e* on kujutatud hammasratas ja hammaslatt. Selles ülekandes muudetakse hammasratta *1* pöörlev liikumine hammaslati *2* sirgjooneliseks liikumiseks.

Hammasratastel eristatakse kolme (joon. 34) ringjoont (jaotusringjoon, peaderingjoon, jalgaderingjoon) ja vastavalt kolme läbimõõtu.

Jaotusringjoon jagab hammaste kõrgused kaheks mittevõrdseks osaks: ülemist nimetatakse hamba peaks, alumist hamba jalaks. Hamba pea kõrgust tähistatakse $h'$, jala kõrgust — $h''$ ja jaotusringjoone läbimõõtu — $D$.




Joon. 34. Hammasratta põhilised elemendid

Peaderingjooneks nimetatakse ringjoont, mis piirab hammasratta hambaid pealt. Peaderingjoone läbimõõtu tähistatakse $D_e$.

Jalgaderingjoon läbib hammaste alumisi osi. Jalgaderingjoone läbimõõtu tähistatakse $D_i$.

Kaare pikkust jaotusringjoonel kahe naaberhamba telgjoonte vahel nimetatakse hambumissammuks, mida tähistatakse tähega $t$. Kui jagada samm (millimeetrites) arvuga $\pi = 3{,}14$, saame suuruse, mida nimetatakse mooduliks. Moodul väljendatakse millimeetrites ja tähistatakse tähega $m$.

Kui

$$m = \frac{t}{\pi} = \frac{t}{3{,}14} \text{ mm},$$

siis samm

$$t = \pi \cdot m = 3{,}14\ m.$$

Jaotusringjoone kaare pikkust $s$ nimetatakse hamba paksuseks, kaare pikkust $s'$ aga hammaste vaheks. Üldjuhul $s = s'$. Ratta teljega paralleelset mõõdet $b$ nimetatakse hamba pikkuseks.

Hammasratta hammaste arvu tähistatakse tähega $z$. Hammasrataste remontimisel ja hammaste lõikamisel on moodul väga tähtis suurus. Mooduliga on seotud kõik hamba elemendid.

Hamba pea kõrgus $h' = m$.

Hamba jala kõrgus $h'' = 1{,}2\ m$.

Hamba kogu kõrgus $h = h' + h'' = m + 1{,}2\ m = 2{,}2\ m$.

Kui on teada hammaste arv $z$, saab mooduli abil määrata jaotusringjoone läbimõõdu:

$$D = m \cdot z.$$

Peaderingjoone läbimõõt

$$D_e = D + 2h' = m \cdot z + 2m = (z + 2)\,m.$$

Jalgaderingjoone läbimõõt

$$D_i = D - 2h'' = m \cdot z - 2{,}4m = (z - 2{,}4)\,m.$$

Hammasratta tooriku läbimõõdu määramiseks lisatakse hammaste arvule kaks ja tulemus korrutatakse mooduliga.

Silinderhammasrataste hambumiselementide vahelised põhiseosed on antud tabelis 6.

Aeglasekäigulised hammasrattad valmistatakse malmist või süsinikterasest, kiirekäigulised rattad tehakse legeeritud terastest.

Tugevuse ja kulumiskindluse tõstmiseks töödeldakse hammasrattaid pärast hammaste lõikamist termiliselt. Süsinikterasest valmistatud ratastel parendatakse hammaste pinda keemilis-termiliselt — tsementeeritakse ja pärast karastatakse. Kiirekäiguliste rataste hambad lihvitakse või soveldatakse pärast termilist töötlemist. Kasutatakse ka pindkarastamist kõrgsagedusvooludega.

Tabel 6

| Elemendi nimetus | Tingtähistus | Arvutusvalem (mõõtmed mm) |
|---|---|---|
| Moodul | $m$ | $m = \frac{t}{\pi} = \frac{D}{z}$ |
| Samm | $t$ | $t = \pi m = 3{,}14m$ |
| Hammaste arv | $z$ | $z = \frac{D}{m}$ |
| Jaotusringjoone läbimõõt | $D$ | $D = zm$ |
| Peaderingjoone läbimõõt | $D_e$ | $D_e = (z + 2)m$ |
| Jalgaderingjoone läbimõõt | $D_i$ | $D_i = (z - 2{,}4)m$ |
| Hamba pea kõrgus | $h'$ | $h' = m$ |
| Hamba jala kõrgus | $h''$ | $h'' = 1{,}2m$ |
| Hamba paksus | $s$ | $s = \frac{t}{2} = \frac{3{,}14m}{2}$ |
| Hamba kõrgus | $h$ | $h = 2{,}2m$ |
| Hambumises olevate hammasrataste telgedevaheline kaugus | $A$ | $A = \frac{(z_1 + z_2)m}{2}$, kus $z_1$ — ühe ratta hammaste arv, $z_2$ — teise ratta hammaste arv |

Et hambumine oleks sujuv ja müratu, tehakse üks hambuvatest ratastest tekstoliidist, puitkiudplastikust ДСП-Г või kapronist.

Hammasrataste paremaks hambumiseks ümberlülitamisel ümardatakse hammaste otsad sellel poolel, kus nad peavad hambuma.

Tiguülekanded. Tiguülekandeid kasutatakse neil juhtudel, kui võllide teljed ei ole paralleelsed ega lõiku. Joonisel 33, *f* näidatud tiguülekanne koosneb vedavale võllile istatud või koos sellega valmistatud teost *1* ja veetavale võllile kinnitatud tigurattast *2*. Tigu kujutab endast trapetskeermega kruvi. Tigurattal on nõgusad kaldhambad.

Tiguülekannetega saadakse suuri ülekandearve, mistõttu nende kasutamine on otstarbekas seal, kus veetavalt võllilt nõutakse väikest pöörlemiskiirust. Oluline tähtsus on ka sellel, et tiguülekanded võtavad vähem ruumi kui hammasülekanded.

Tiguülekande ülekandearvu $i$ määramiseks tuleb teo käikude

arv $z_t$ jagada tiguratta hammaste arvuga $z_r$. Olgu $z_t = 2$ ja $z_r = 50$, siis

$$i = \frac{z_t}{z_r} = \frac{2}{50} = 0{,}04.$$

Kui teo pöörlemiskiirus $n_t = 500$ p/min, siis tiguratta pöörlemiskiirus

$$n_r = n_t \cdot i = 500 \cdot 0{,}04 = 20 \text{ p/min}.$$

Tiguülekannete puuduseks on ülekantava võimsuse suur kadu hõõrdumisel. Kadude vähendamiseks valmistatakse tigu terasest ja lihvitakse pärast karastamist, tiguratas aga valmistatakse pronksist. Nende materjalide puhul väheneb hõõrdumine, järelikult ka võimsuse kadu ülekandel, samuti väheneb detailide kulumine.

Materjali kokkuhoiu mõttes valmistatakse pronksist ainult tiguratta põid, mis hiljem asetatakse terasest rummule. Järjest rohkem kasutatakse masinaehituses tekstoliidist ja puitkiudplastikust ДСП-Г tigurattaid.

## 7. MEHHANISMID LIIKUMISE MUUNDAMISEKS

Pöörleva liikumise kulgevaks liikumiseks muundamise mehhanismidest on enam levinud hammaslatt-, kruvi-, vänt-, ekstsentrik-, kuliss- ja põrkmehhanismid.

### HAMMASLATTÜLEKANDED

Hammaslattülekandeks on meile juba tuntud mehhanism joonisel 33, *e*. Puurpingis (joon. 8, *a*) muudetakse hammaslattülekande abil käsiratta *6* pöörlev liikumine spindli *5* sirgjooneliseks ettenihkeliikumiseks. Käsiratta võllil olev hammasratas on hambumises spindli hülsile kinnitatud hammaslatiga (spindel pöörleb vabalt hülsis).

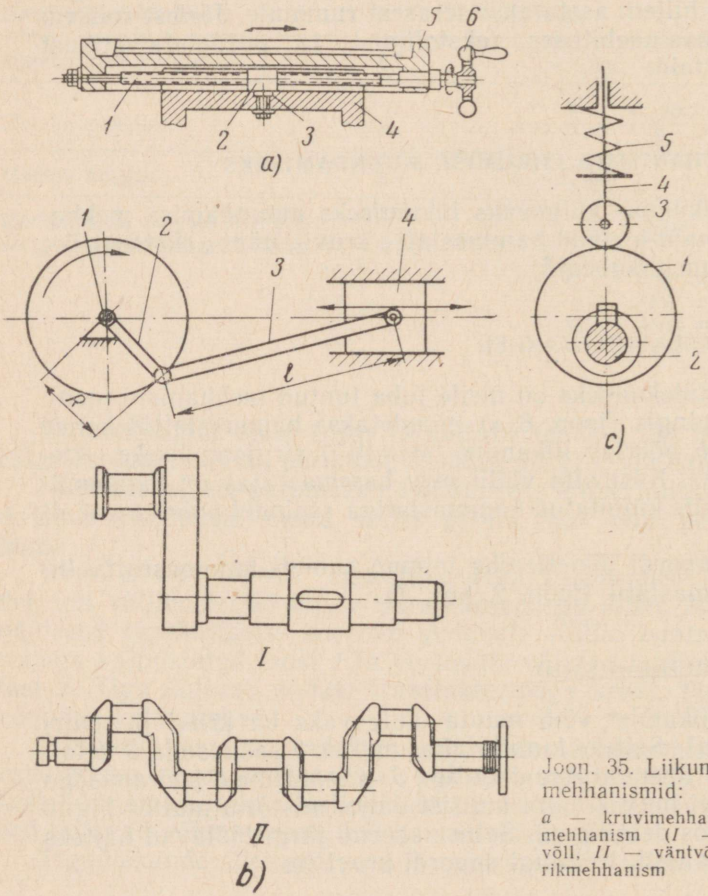
Treipingi supordi pikiettenihe toimub samuti hammasratta liikumisega hammaslatil (joon. 2, pos. *7*).

### KRUVIMEHHANISMID

Pöörlevat liikumist võib muuta kulgevaks ka kruvi ja mutri abil (joon. 35, *a*). Selleks kinnitatakse mutter *2* sabaosaga *3* detailile *4* ja kruvi *1* ühendatakse detailiga *5*. Käepideme *6* pööramisega keeratakse kruvi mutrisse või mutrist välja, mistõttu mutter liigub telje suunas koos detailiga *5*. Sellise skeemi järgi töötavad näiteks lukksepakruustangid, treipingi supordi kruvi jm.

Väntmehhanism (joon. 35, *b*) koosneb neljast lülist: liikumatult kinnitatud lülist *1*, vändast *2*, kepsust *3* ja liugurist *4*. Selles mehhanismis muudetakse vända pöörlev liikumine liuguri sirgjooneliseks edasi-tagasi liikumiseks või, vastupidi — liuguri sirgjooneline liikumine vända pöörlevaks liikumiseks.

Seega võib vedavaks lüliks olla ühel juhul vänt ning teisel juhul liugur. Kui vedavaks lüliks on vänt, muudab mehhanism vända (võlli) pöörleva liikumise liuguri sirgjooneliseks edasi-tagasi liikumiseks, nagu näiteks joonisel 17 näidatud väntpressi mehhanismis, kolbpumbas, mehaanilise saepingi ajamis jne. Kui aga vedavaks lüliks on liugur, muudab mehhanism liuguri edasi-tagasi liikumise vända pöörlevaks liikumiseks, näiteks aurumasina mehhanismis ja sisepõlemismootoris.




Joon. 35. Liikumise muundamise mehhanismid:

*a* — kruvimehhanism, *b* — väntmehhanism (*I* — väntmehhanismi võll, *II* — väntvõll); *c* — ekstsentrikmehhanism

Liuguri vasakusse või paremasse äärmisse asendisse jõudmise momendil asuvad keps ja vänt ühel sirgel (nurk on 0° või 180°). Liuguri tagasikäigul nendest asenditest (surnud punktidest) võib vänt jätkata pöörlemist endises või vastupidises suunas. Vända püsiv pöörlemissuund saavutatakse hoorattaga, mis kinnitatakse vända võllile. Hooratas oma massi inertsiga viib vända üle surnud punktide.

Väntmehhanismi normaalseks töötamiseks peab vända raadius $R$ olema väiksem kepsu pikkusest $l$, s. o. $R<l$. Ainult sellel tingimusel saab väntmehhanism sooritada täieliku liikumistsükli.

Paljudes mehhanismides kasutatakse vända *I* (joon. 35, *b*) asemel väntvõlli *II*, mille kaeltele asetatakse kepsud.

## EKSTSENTRIK- JA KULISSMEHHANISMID

Ekstsentrikmehhanismi skeem on näidatud joonisel 35, *c*. Ekstsentrik kujutab endast ümmargust ketast, mille telg on nihutatud seda kandva võlli telje suhtes. Võlli *2* pöörlemisel mõjub ekstsentrik *1* rullile *3*, nihutades seda koos vardaga *4* üles. Alla tagasi tuleb rull vedru *5* mõjul. Seega muudab ekstsentrikmehhanism võlli *2* pöörleva liikumise varda *4* kulgevaks liikumiseks.

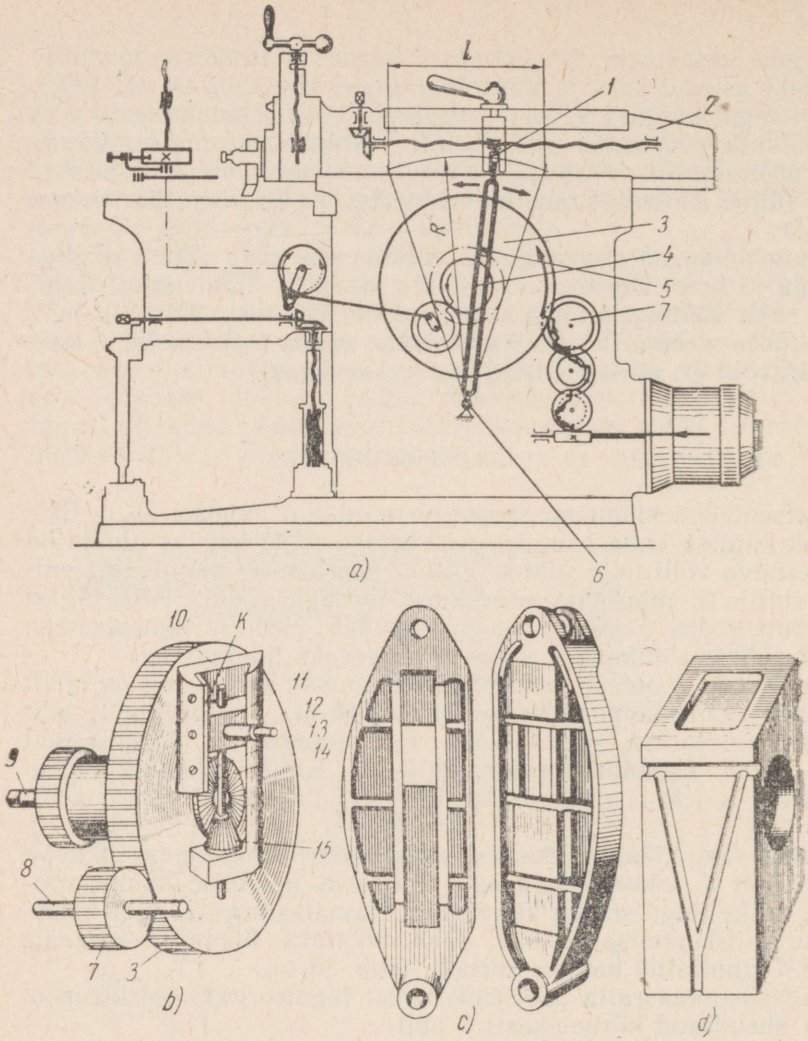
Joonisel 36, *a* on esitatud kulissmehhanismi skeem, mis on laialt kasutusel risthöövelpinkides ja tõukepinkides. Liuguriga *2*, millele on kinnitatud suport koos terahoidjaga, on liigendiliselt mutri *1* abil ühendatud kiikuv kuliss *4*. Kulissi alumine ots on kinnitatud teljele *6*, mille ümber see saab kiikumisel vabalt pöörduda.

Kuliss saab kiikuva liikumise selle soones edasi-tagasi liikuvalt kulissikivilt *5*, viimane aga saab pöörleva liikumise hammasrattalt *3*, mille külge see on kinnitatud. Hammasratas *3*, mida nimetatakse kulissihammasrattaks, saab pöörleva liikumise vedavale võllile *8* kinnitatud hammasrattalt (joon. 36, *b*).

Kulissihammasratta pöörlemiskiirust reguleeritakse elektrimootoriga ühendatud kiirustekasti *7* abil.

Kulissi käigupikkus sõltub sellest, millisesse asendisse kulissikivi kulissihammasrattal on paigaldatud. Mida kaugemal asub kulissikivi tsentrist, seda suurem on selle poolt kujundatav ringjoon hammasratta pöörlemisel, järelikult on seda suurem ka kulissi kiikumise nurk ning seda pikem liuguri käik. Vastupidi, mida lähemale tsentrile on paigaldatud kulissikivi, seda väiksemad on kõik loetletud liikumised.

Kulissikivi asendi reguleerimise ja kinnitamise mehhanism on näidatud joonisel 36, *b*. Mehhanism on paigutatud kulissihammasratta otspinnale ja koosneb juhtseadisest *10*, juhtpindadel nihutatavast liugurist *11* koos sõrmega *12*, koonushammasrataste paarist *14*, *15* ja kruvist *13*. Juhtseadise ja liuguri vahelise liite saami-




Joon. 36. Kulissmehhanism

seks on kiil *16*, mis on ühtlasi ka liuguri vasakpoolseks juhtpinnaks.

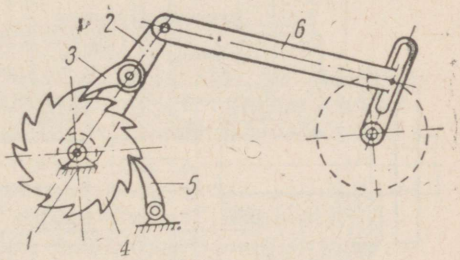
Kulissikivi asetatakse sõrmele *12* ja kinnitatakse sellele. Kui pöörata vändaga võlli *9* ühes või teises suunas, liigub liugur *11* koos kulissikiviga mööda kruvi *13* tsentri poole või eemaldub sellest. Liugur koos kulissikiviga peatatakse vajalikus asendis ja fikseeritakse võlli *9* kinnitusega.

Et kulissikivi liiguks juhtpindadel sujuvalt, kinnikiildumiseta ja hüpeteta, tuleb juhtpindu ja kulissikivi lihvida ning neid oma-

vahel soveldada. Kuliss valatakse malmist, terasest või valmistatakse ribitatud talakujulise keeviskonstruktsioonina (joon. 36. *c*). Kulissikivi (joon. 36, *d*) tehakse terasest, tavaliselt risttahukakujulisena. Kulissikivi avasse, milles asub sõrm *12*, pressitakse tavaliselt pronkspuks. Kulissikivi pinnal on õlisooned.

## PÕRKMEHHANISM

Põrkmehhanism (joon. 37) koosneb neljast põhilisest lülist: toest *1*, põrkrattast *4*, kangist *2* ja põrklingist *3*. Ühele poole kallutatud hammastega põrkratas on istatud mehhanismi veetavale võllile. Võlliga samale teljele on liigendiliselt kinnitatud kang *2*, mis pöördub (kiigub) ajamikangi *6* toimel. Kangile *2* on liigendiliselt kinnitatud põrklink, mille otsa kuju vastab põrkratta hammaste vahe kujule.




Joon. 37. Põrkmehhanism

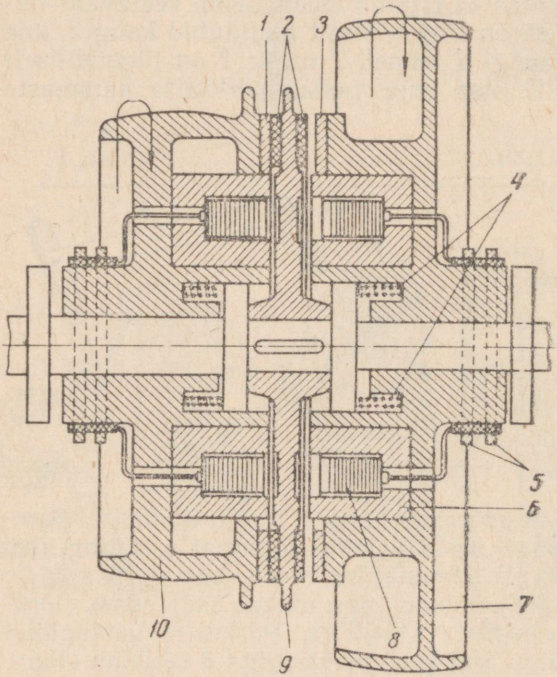
Põrkmehhanismi paneb pöörlema kang *2*. Kangi liikumisel paremale libiseb põrklink vabalt mööda hamba kumerat osa ning asetub oma raskuse mõjul või spetsiaalse vedru survel hammaste vahele, toetudes järgmisele hambale, ning tõukab seda edasi. Põrkratas pöördub nüüd koos veetava võlliga. Põrkratta vastupidist pöördumist kangi tühikäigu ajal koos põrklingiga *3* takistab stopp-põrklink *5*, mis on liigendiliselt kinnitatud liikumatule teljele ning vedruga surutud vastu põrkratast.

Kirjeldatud mehhanism muudab kangi kiikuva liikumise veetava võlli katkendlikuks pöörlevaks liikumiseks. Põrkmehhanismi kasutatakse risthöövelpinkides ristettenihke saamiseks, samuti teistes tööstusseadmete mehhanismides. Põrkmehhanismi kasutatakse ka pidurdusseadmena vintsides ja teistes tõstemasinates. Sellisel juhul koosneb põrkmehhanism ainult põrkrattast, stopp-põrklingist ja toest.

Reverseerivad seadmed on ette nähtud tööpinkide ja muude seadmete mehhanismide ning sõlmede pöörleva või sirgjoonelise liikumise suuna muutmiseks.

Liikumist reverseeritakse elektromehaaniliste või hüdrauliliste vahendite abil ja mehaaniliste seadmete või nende kombinatsioonide kasutamisega.

Sellise seadme näiteks on reversiiv-elektromagnetiline siduur (joon. 38).




Joon. 38. Reversiiv-elektromagneetiline siduur

Pikihöövelpingi pealiikumise vedavale võllile on paigaldatud kaks vabalt pöörlevat rihmaratast *7* ja *10*. Rihmaratastel on erinevad läbimõõdud ja ühesugused laiused. Väiksem rihmaratas *10* on töölauale tühikäigu, suurem rihmratas aga töökäigu andmiseks.

Rihmarataste vahele on võllile liikumatult asetatud ketas *9*, mille külgedele on kruvidega kinnitatud ferrodost rõngad *2*. Rihmarataste sisekülgedele ferrodost rõngastega kohastikku on kinnitatud malmrõngad *3* ja *1*.

Rihmarattad *10* ja *7* pöörlevad eri suundades. Kui suruda rihmaratas *7* mingisuguse jõuga vastu ketast *9*, hakkab see koos

pealiikumismehhanismi võlliga pöörlema ja höövelpingi töölaud liigub töökäigu suunas. Kui rihmaratta surve kettale lakkab, jääb viimane seisma ja koos sellega seiskub ka pingi töölaud. Kui aga rihmaratas *10* surutakse vastu ketast *9*, pöörleb see koos võlliga vastassuunas ja pingi töölaud saab tühikäiguliikumise.

Rihmarataste *7* ja *10* sees olevate tugevate elektromagnetite *8* toimel tõmmatakse need kordamööda vastu ketast *9*. Mõlemad elektromagnetid koosnevad pooliga raudsüdamikust *6*. Pooli otsad on ühendatud vaskrõngaste *5* külge. Rõngad on kinnitatud rihmaratta rummule asetatud isoleerivale puksile. Elektromagnetite poolid ühendatakse alalisvooluallikaga rõngastel libisevate söeharjade kaudu.

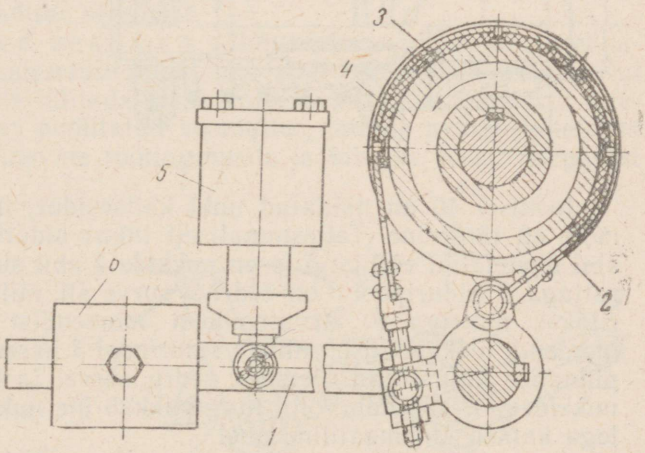
Elektromagnetiline sidur lülitatakse töötamisel sisse ja välja automaatümberlülitiga. Kui mõlemad elektromagnetid on välja lülitatud, hoitakse rihmarattad *7* ja *10* vedrude *4* abil kettast *9* teatud kaugusel.

## PIDURDAVAD SEADMED

Pidurdavad seadmed on ette nähtud tööpinkide ja masinate pöörlevate detailide kiireks seiskamiseks. Pidurdatakse elektromehaaniliste, hüdrauliliste, pneumaatiliste ja mehaaniliste vahenditega ning kombineeritud seadmetega.

Sageli blokeeritakse pidurid käivitusseadmetega selliselt, et pingi või sõlme väljalülitamisel lülituks pidur (või vastupidi).

Joonisel 39 on kujutatud lintpidur, mis koosneb kangist *1*, teraslindist *2*, millele on kinnitatud friktsioonkate *3*, elektromagnetist *5* ja raskusest *6*.




Joon. 39. Lintpidur

Pidurdamine toimub haarava lindi pingutamisega kangi ja raskuse mõjul.

Pidur lülitatakse välja elektromagneti *5* sisselülitamisega. Elektromagneti ankur tõstab kangi koos raskusega üles ja lõdvestab lindi, vabastades ratta *4*.

## 8. KAITSESEADMED

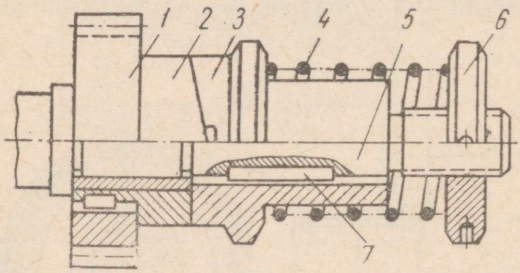
Paljude seadmete sõlmedes ja mehhanismides kasutatakse kaitseseadmeid. Kaitseseadmed on ette nähtud tööliste kaitsmiseks õnnetusjuhtumite eest, samuti mehhanismide kaitsmiseks ülemääraste pingete eest, mis võivad põhjustada avarii.

Kaitseseadmeteks on kaitsmed ülemääraste pingete eest, käigupiirajad ja blokeerivad seadmed.

Kaitsmed ülemääraste elektriliste, hüdrauliliste ja mehaaniliste pingete vastu kaitsevad mehhanisme ülekoormuste eest, mida põhjustab seadmete ebaõige ekspluateerimine ja mittekorrasolek. Mehaaniliste kaitsmete hulka kuuluvad lõigatavate tihvtide või liistudega seadmed ja nukk- ning hõõrdsidurid.

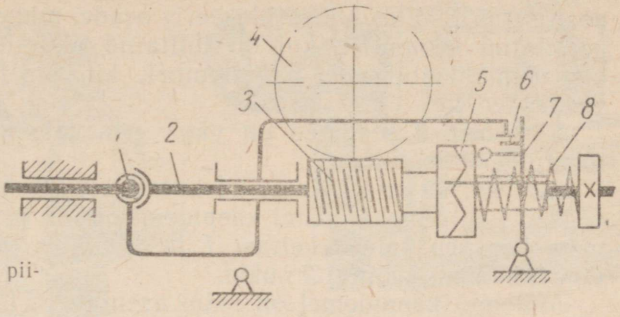
Ülekoormusel peab tihvt või liist purunema, lahutades kinemaatilise ahela. Sellega välditakse vastutusrikaste ja keerukate detailide purunemist.

Kaitsesidurid on ehitatud selliselt, et ülekoormusel kokkupuutepinnad libisevad (hõõrdsidur) või nukid hüppavad üle (nukksidurid), mistõttu kinemaatiline ahel katkeb.




Joon. 40. Nukk-kaitsesidur

Joonisel 40 on näidatud nukk-kaitsesidur, mille töötamispõhimõte on järgmine. Teljesuunaliselt liikuv siduripool *3* on liistu *7* abil ühendatud võlliga *5* ja on nukkide *2* abil sidurdatud hammasrattaga *1*. Siduripool *3* on vedru *4* surve all, mille suurust reguleeritakse mutriga *6*. Arvutuslikust momendist suurema pöördemomendi ülekandmisel nihkub siduripool *3* paremale nukkide kaldpinnalise kuju tõttu, ületades vedru surve, ja hammasratas koos nukkidega *2* pöördub võllil ning hakkab üle nukkide libisema. Sellega katkeb kinemaatiline ahel.




Joon. 41. Mehaaniline piiraja

Pärast ülekoormuse põhjuste kõrvaldamist taastub ülekanne automaatselt vedru *4* toimel.

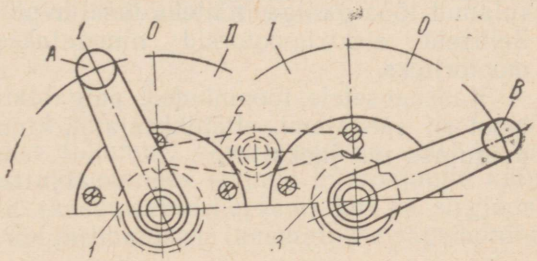
K ä i g u p i i r a j a d on ette nähtud liikuvate osade seiskamiseks pärast nende jõudmist määratud asendisse. Käigupiirajad kaitsevad mehhanisme ka avariide eest, samuti võib piirajatega seadistada suportide vajalikku käigupikkust (vt. joon. 7, pos. *9* ja *12*, joon. 9, pos. *9*) sõltuvalt töödeldavate detailide mõõtmetest.

Joonisel 41 on näidatud treipingi 1A62 supordipõlles olev mehaaniline piiraja.

Kui suport jõuab jäiga toeni ja enam edasi liikuda ei saa, jätkub võlli *2* poolt pöörleva liikumise ülekandmine teole *3* läbi nukksiduri *5*. Kaldprofiiliga hammaste tõttu nihkub nukksidur teljel, surudes vedrule *8*. Seejuures surub sidur kronsteinile *7*, mis hoiab oma astmega *6* tigu *3* hambumises tigurattaga *4*. Astme *6* teo korpuse toega kokkupuutest eemaldumise momendil langeb tigu oma raskuse mõjul alla, pöördub ümber telje *1* ja lahutub hambumisest tigurattaga *4* ning suport seiskub.

Ülekanne lülitatakse sisse käsitsi erilise käepidemega pärast supordi lähteasendisse seadmist.

B l o k e e r i v a d s e a d m e d väldivad kahe või enama mehhanismi üheaegset sisselülitamist, mis võib põhjustada avarii. Kui näiteks üheaegselt lülitada sisse universaaltreipingi supordi ettenihe ja käigukruvi poolitatud veomutter, toimub avarii nimetatud mehhanismide erinevate töötingimuste ja kiiruste tõttu. Seepärast




Joon. 42. Blokeeriv seade

peab supordipõlles olema blokeeriv seade, mis ei võimalda lülitada poolitatud veomutrit, kui on lülitatud pikiettenihe; vastupidi, ei ole võimalik lülitada pikiettenihet, kui on lülitatud poolitatud veomutter.

Blokeerivad seadmed on väga erinevate konstruktsioonide ja töötamispõhimõtetega.

Joonisel 42 on näidatud blokeeriv seade, mis ei võimalda üheaegselt kahte mehhanismi käepidemetega *A* ja *B* lülitada. Mehhanism koosneb kahest kettast *1* ja *3*, milles on väljalõiked, kuhu lähevad kiikuva kangi *2* nukid.

Mõlemal käepidemel on kolm asendit: 0, I ja II. Käepidemeid on võimalik ümber lülitada ainult siis, kui üks neist on keskmises asendis, sest selles asendis läheb kang *2* ühe nukiga ketta väljalõikesse ning võimaldab teist käepidet vajalikku asendisse seada.

Sellega välditakse kahe mehhanismi üheaegset lülitamist.

## 9. AJAMITE MEHHANISMID

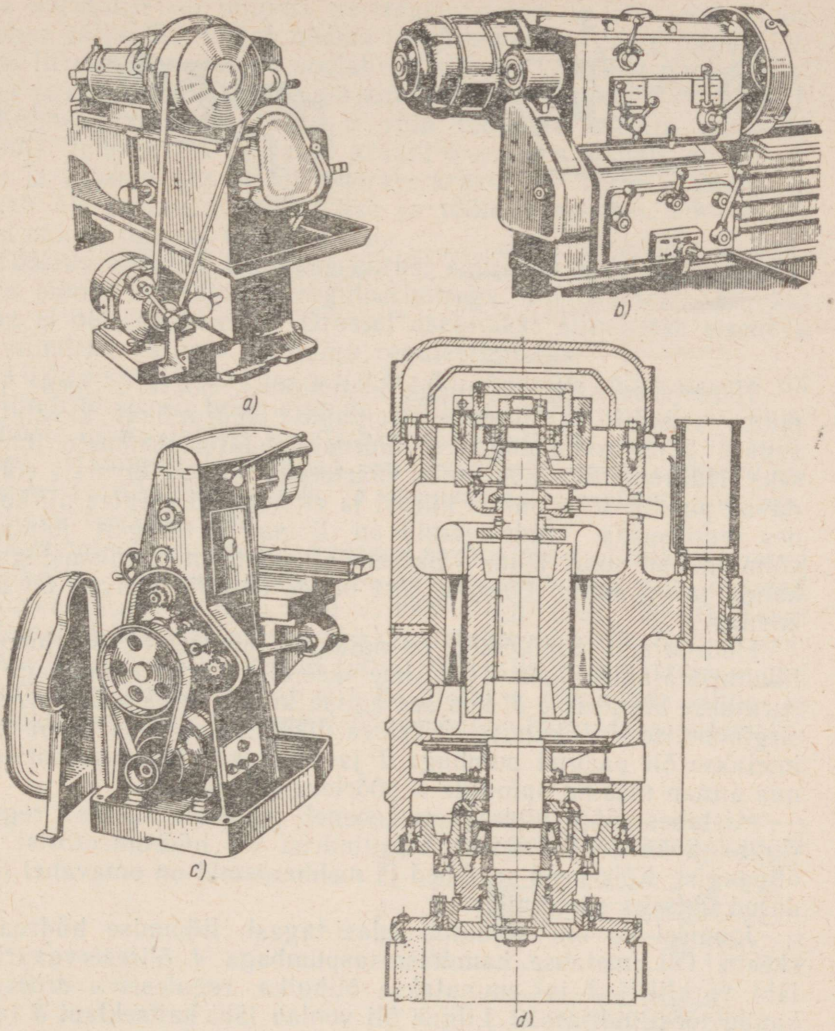
Ajamiks nimetatakse mehhanismide kogumit, mis kannab liikumise üle selle allikalt tööorganitele. Ajamid võivad olla individuaal- ja grupiajamid.

### INDIVIDUAALAJAMID

Enamasti kasutatakse kaasaegsetel tööpinkidel ja masinatel individuaalajamit, mille liikumapanevaks allikaks on elektrimootor. Elektrimootori võib asetada tööpingi lähedale põrandale, seinale kinnitatud kronsteinile, pingi sängi tagaseinale või sängi jala sisse. Viimane asetusviis on väga mugav, kuna sängi jala sisse paigutatud mootor ei vaja lisapinda tsehhis ega sega töölist; ajam on kaitstud ka tolmu, prügi ja metallilaastude eest.

Joonisel 43, *a* on näidatud tööpingi lähedale asetatud elektrimootor. Sängi sisse paigutatud elektrimootor (horisontaalfreespingil) on kujutatud joonisel 43, *b*. On tööpinke, millel elektrimootor on ääriku abil pingi korpusega nagu üheks tervikuks liidetud (joon. 43, *c*), ja pinke, millel elektrimootor on nagu kokku sulanud tööorganiga, näiteks tasalihvpingi lihvpukk (joon. 43, *d*). Selliseid elektrimootoreid nimetatakse sisseehitatud elektrimootoriteks.

Kaasaegsetele tööpinkidele paigaldatakse sageli mitu elektrimootorit (peaajami, ettenihkeajami, kinnitusseadme, supordi kiirpaigutuse jm. jaoks).

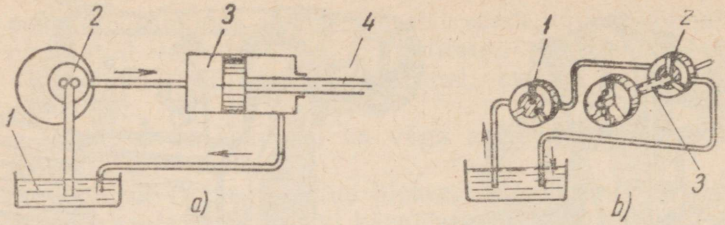



Joon. 43. Individuaalajamid:

*a* — pingutusrulliga elektriajam, *b* — sängi sisse paigutatud ajam, *c* — äärikelektrimootoriga ajam, *d* — lihvspindli pukki sisseehitatud elektriajam

## HÜDROAJAMID

Hüdroajamites antakse liikumine edasi vedeliku abil. Mitmesuguste tööpinkide konstruktsioonides levinud hüdroajamid käitavad nii pingi pöörlevaid (kasutatakse harvem) kui ka sirgjooneliselt edasi-tagasi liikuvaid mehhanisme (kasutatakse sagedamini).




Joon. 44. Hüdroajami skeem:
*a* — sirgjoonelise liikumise ajam, *b* — pöörleva liikumise ajam

Toodetakse hüdroajamitega kammlõike-, höövel-, frees-, lihv-, puur-, sisetrei- ja mitmeteratreipinke. Hüdraulikat kasutatakse samuti kinnitusvahendite ja hüdroautomaatikaseadmete juhtimiseks. Hüdroajamite põhiliseks väärtuseks on see, et need võimaldavad pinkide tööorganite kiirusi ja ettenihkeid suurtes piirkondades reguleerida. Hüdroajamid on lihtsad ja kergelt juhitavad, võimaldavad suuri jõude väikesemõõtmeliste mehhanismidega üle kanda ja on suure tööeaga, sest nende detailid asuvad õli keskkonnas.

Hüdroajami tööpõhimõte on näidatud joonisel 44. Sirgjoonelise liikumise ajamis (joon. 44, *a*) imetakse õli paagist *1* pumbaga *2* ja surutakse silindrisse *3*, kus see annab kolvile koos kolvivarrega *4* sirgjoonelise tööliikumise. Pöörleva liikumise ajameis (joon. 44, *b*) imetakse õli paagist pumbaga *1* ja surutakse hüdromootorisse *2*, mis annab masina spindlile *3* pöörleva tööliikumise.

Mistahes tüüpi hüdroajam koosneb pumbast, jaotus-, reguleerimis- ja kaitseseadmetest, töösilindrist või hüdromootorist ning õlipaagist. Kõik need seadmed ja mehhanismid on omavahel ühendatud ühtseks süsteemiks.

Joonisel 45 on näidatud edasi-tagasi liikumise hüdroajami skeem. Õli imetakse hammasrataspumbaga *4* õlireservuaarist *1* läbi võrkfiltri *2* ja suunatakse õlihulka reguleeriva drosseli *6* kaudu töösilindrisse *9*. Liigne õli voolab läbi kaitseklapi *3* tagasi õlipaaki. Sõltuvalt jaotussiibri *7* asendist, mida saab muuta kangi *14* pööramisega, voolab õli kas vasakusse või paremasse silindri *9* poolde ning paneb pingi töölaua *10* edasi-tagasi liikuma.

Joonisel 45 on näidatud jaotussiiber asendis, kus õli peab voolama silindri vasakusse poolde ja nihutama kolbi *8* koos kolvivarrega *13* ning töölauaga paremale. Kui nihutada kangi *14* pööramisega jaotussiibrit *7* paremale, hakkab õli voolama paremasse silindripoolde ja töölaud nihkub vasakule. Kangi *14* pööramine ja töölaua reverseerimine toimub automaatselt töölaua külge kinnitatud nukkide *11* ja *12* abil.

Õli ringleb hüdrosüsteemis järgmiselt. Kolvi *8* liikumisel pare-

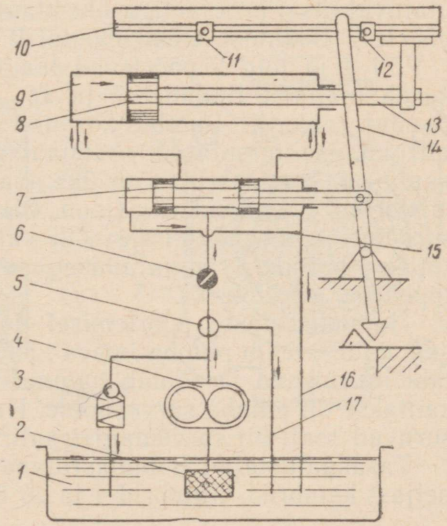
male surutakse õli silindri paremast poolest *9* läbi jaotussiibri korpuse välja. Õli voolab mööda torujuhtmeid *15* ja *16* õlipaaki *1*. Kolvi liikumisel vasakule voolab õli silindri vasakust poolest läbi sama jaotussiibri korpuse ja torujuhtmete õlipaaki.

Kolmekäigulise kraaniga *5* võib töölauda seisata mistahes asendis. Joonisel 45 näidatud kraani *6* asendis voolab õli silindrisse ja töölaud liigub. Kui pöörata kraani 90° võrra vastupäeva, lakkab õli voolamine silindrisse ja töölaud seiskub. Õli voolab nüüd mööda toru *17* tagasi paaki.

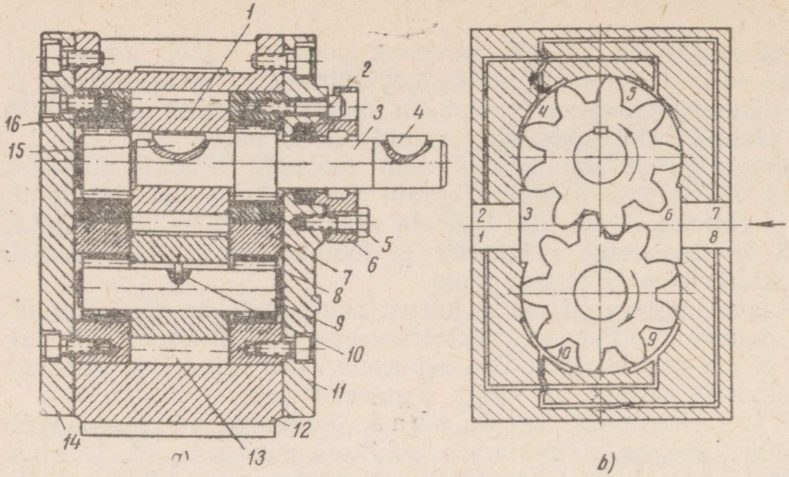
Töölaua kulgeva liikumise kiirust suurendatakse või vähendatakse pumba tootlikkuse reguleerimisega või drosseli abil, kui pump ei ole reguleeritav. Drossel asetatakse silindrisse siseneva või silindrist väljuva õli hulga reguleerimiseks.

Hüdrosüsteemide pumbad. Pumbad, mis suruvad õli töösilindritesse, on hüdroajamite põhilised mehhanismid. Tööstusseadmete hüdroajameis kasutatakse hammasratas-, laba- ja kolbpumpi. Hammasrataspumbad on tavaliselt mittereguleeritava (püsiva) tootlikkusega, tiivik- ja kolbpumbad aga püsiva või reguleeritava tootlikkusega.

*Hammasrataspumbad* jagunevad tavalisteks ja tasakaalustatud pumpadeks. Esimesi kasutatakse hüdrosüsteemides, mis töötavad keskmise rõhuga — kuni 2000 ... 3000 kN/m² (20 ... 30 at). Tasakaalustatud hammasrataspumpi kasutatakse kõrgete rõhkude saamiseks — umbes 7000 kN/m² (70 at). Tavalisi hammasrataspumpi rõhuga kuni 500 kN/m² (5 at) kasutatakse tööpinkide õlitus- ja jahutussüsteemides. Keskmise rõhuga pumpi kasutatakse ettenihke-




Joon. 45. Edasi-tagasi liikumise hüdroajami skeem




Joon. 46. Hammasrataspumbad:
*a* — pump Г-11-1/Ш, *b* — tasakaalustatud hammasrataspumba skeem

mehhanismides ja töölaudade ning suportide kiirnihutuste mehhanismides. Hammasrataspumpi rõhuga 2000...4000 kN/m² (20...40 at) kasutatakse sügavpuurimispinkides. Vaatleme hammasrataspumpade ehitust joonisel 46, *a*.

Pumba korpuses *12*, mis on suletud kruvide abil kinnitatud kaantega *11* ja *14*, asuvad välishambumisega hammasrattad *1* ja *13*. Hammasratas *1* on kinnitatud võllile *3* segmentliistuga *15*, hammasratas *13* on kinnitatud teljele *9* tihvtiga *10*. Võlli *3* väljaulatuval otsal on ajamiga ühendamiseks segmentliist *4*. Ajam saab pöörleva liikumise elektrimootorilt.

Võll *3* ja telg *9* pöörlevad laagritel *8*, laagrid asetsevad omakorda malmist liudadel *7* ja *16*. Liudade kasutamine lihtsustab pumba remonti. Pumba korpuse ja kaante vahele on asetatud nitrolakiga immutatud spetsiaalsest paberist tihendid. Korpuse kummaski vastasseinas on üks ava. Ühes seinas olev ava on imemistoruga ühendamiseks (joon. 46, *b* noolega näidatud), teises aga survetoruga ühendamiseks. Õli väljavoolamist mööda võlli tõkestatakse poltide *5* pingutamisega. Malmpuks *6* on korktihendi või topendi *2* surumiseks.

Hammasrataste pöörlemisel joonisel 46, *b* nooltega näidatud suundades, tekib pumba imevas pooles alarõhk, mistõttu õli voolab läbi imemisava ja täidab hammaste vahed. Hammaste vahedega kantakse õli pumba survepoolde. Hambumisse minevad hambapead suruvad sealt õli survemagistraali.

Tasakaalustatud hammasrataspumbad (joon. 46, *b*) koosnevad neljast kambrist. Kambrid *4* ja *10* ühendatakse kanalite *7* ja *8* abil

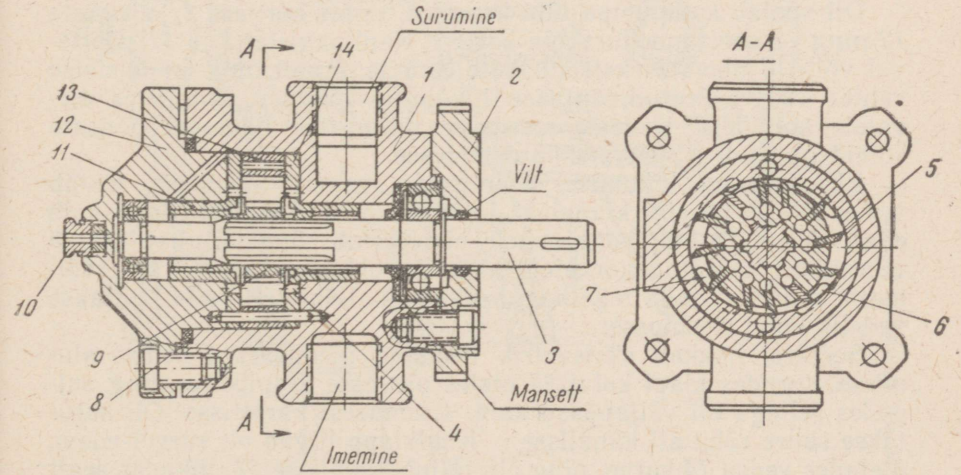
imeva poolega *6* ning kambrid *5* ja *9* kanalite *1* ja *2* abil survepoolega *3*. Pumba töötamisel tekib survepoolega *3* pilude kaudu ühenduses olevates kambrites *4* ja *10* kõrge rõhk, mida alandatakse sellega, et osa õli suunatakse kanalite *7* ja *8* kaudu tagasi imevasse poolde *6*. Sellega luuakse survepoolel tekkiva ühepoolse rõhu tasakaalustamiseks kambrites *5* ja *9* vasturõhk, mille tagajärjel hammasrattad vabanevad ühepoolsest survest.

L a b a p u m b a d. Labapumpi, mis on ette nähtud töötamiseks rõhkudel 3000...6500 kN/m² (30...65 kG/cm²), valmistatakse mitut tüüpi. Joonisel 47 on näidatud püsiva tootlikkusega labapump Г-12-1 (ЛФ ja ЛК), mida kasutatakse tööpinkide, ekskavaatorite, hüdrauliliste presside ja teiste masinate hüdrosüsteemide toitmiseks.

Pumba detailide asend vastab võlli päripäeva pöörlemisele (võlli poolt vaadatuna). Malmist korpuse *1* ja kaane *12* vahele on monteeritud lihvitud sisepinnaga karastatud terasvõru — staator *13*, milles libisevad kaksteist laba *5*. Rootor on istatud võllile *3* ning pöörleb vabalt kuullaagritel. Staatori *13* ja rootori *9* otspindade vastu on surutud jaotuskettad *11* ja *14*. Ketastes on kaks õli imemise ava *6* ja kaks surveava *7*.

Rootori *9* pöörlemisel surutakse labad *5* vastu staatori *13* sisepinda tsentrifugaaljõu ja avade *4* kaudu labade alla juhitud õli surve tõttu.

Kõik labad liiguvad radiaalsuunas rootori *9* soontes vastavalt staatori *13* sisepinna kõvera profiilile. Iga kahe naaberlaba vahel olev kamber suurendab oma mahtu imemisavadega *6* ühenduses




Joon. 47. Labapump Г-12-1

oleku ajal, täitub õliga ning vähendab oma mahtu surveavadega *7* ühenduses oleku ajal, surudes õli läbi avade *7* survemagistraali.

Rootori *9* ühe pöörde jooksul sooritatakse kaks imemis- ja surumistsüklit. Imemis- ja surveavade omavahelise diametraalse asendi tõttu on pumba survepooltel õli rõhust tekkiv koormus rootorile *9* tasakaalustatud ning pumba laagrid on koormuseta.

Tihendiks korpuse *1* ja kaane *12* vahel on korkrõngas *8*. Õli väljavoolamist pumba võlli *3* ja ääriku *2* vahelisest pilust takistavad õlikindlast kummist mansett ja vilttihend.

Staatori *13* ja ketaste *11* ning *14* vahel on õli läbiimbumine vältimatu. Selle õli ärajuhtimiseks on pumba kaanes ava, kuhu ühendatakse nipli *10* abil toru, mille kaudu õli voolab reservuaari.

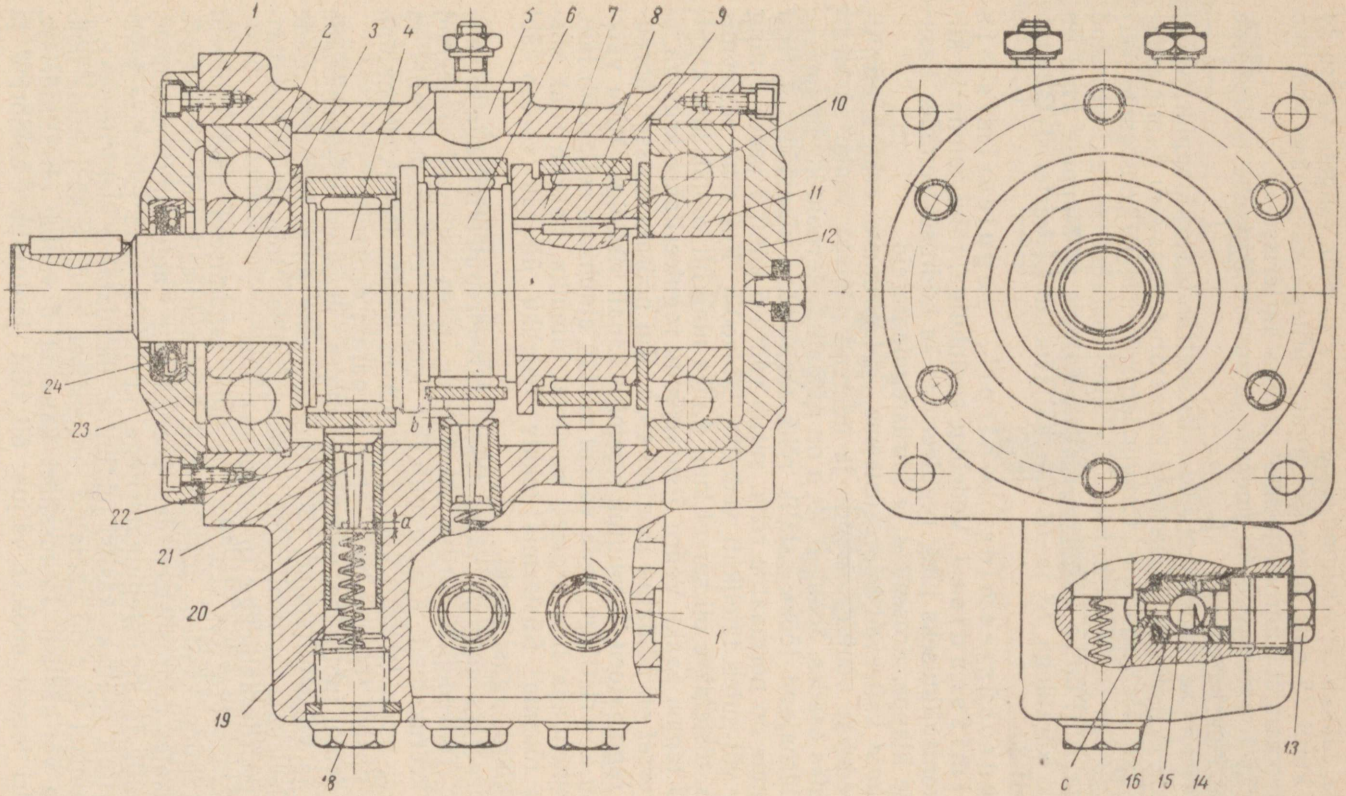
K o l b p u m b a d. Tööstusseadmete hüdroajameis kasutatakse mitmesuguseid kolbpumpi, mis erinevad üksteisest tootlikkuse, arendatava rõhu, kolbide arvu ja asendi ning mõningate teiste näitajate poolest. On olemas püsiva ja reguleeritava tootlikkusega kolbpumbad. Reguleeritavates kolbpumpades reguleeritakse õlihulka kolvikäigu muutmisega. Igasugused kolbpumbad arendavad rõhke, mida pole võimelised andma hammasratas- ega labapumbad, nimelt kuni 70 000 kN/m² (700 kG/cm²). Minimaalne rõhk on 6000 kN/m² (60 kG/cm²).

Joonisel 48 on kujutatud klappjaotusega pump H-400, millel on kolm vertikaalset kolbi *22*. Pump on püsiva tootlikkusega (5 l/min) ja arendab rõhku kuni 22 000 kN/m² (220 at). Erinevalt ülalvaadeldud hammasratas- ja labapumpadest töötab see pump mitte alarõhuga imemisel, vaid rõhuga, mis on üldse iseloomulik kolbpumpadele. Seepärast asetatakse kolbpumbad harilikult õlipaagi alla, nii et õli voolaks pumpa isevoolu teel. Mõningatel juhtudel suunatakse õli kolbpumbale madalsurve-abipumbaga.

Õli voolab kolbpumpa läbi kanali *5*, täites korpuse *1* ja kaante *12* ning *23* poolt moodustatud karteri. Kuullaagritel *2* ja *11* pöörleval võllil *3* olevate ekstsentrikute *4*, *6* ja *7* abil, mis on üksteise suhtes 120° pööratud, antakse liikumine kõikides silindrites olevatele kolbidele. Vedelik surutakse silindrites liikuvate õõnsate kolbidega hüdroajami mehhanismidesse.

Ekstsentriku liikumisel alumisest asendist ülemisse tõstab vedru *19* toe *20* abil klappi *21* lõtku *a* võrra. Seejärel liigub kolb edasi. Klapi ja klapipesa vahele moodustub rõngakujuline pilu *b* (tinglikult näidatud kõrvaloleval konstruktsioonil, kuna pole võimalik seda kujutada tegelikus asukohas). Läbi selle pilu imetakse vedelik kolvi sisemusse.

Seejärel hakkab ekstsentrik laskuma ülemisest asendist alumisse, surudes klapi kolvi *22* otstes olevasse klapipessa ning sulgedes sellega õli väljapääsu kolvi sisemusest karterisse. Õli surutakse suure rõhu all kanalisse *c*. Kuulklapp liigub õli survel edasi, ületades vedru *14* surve, ning õli väljub kanalisse *17*, liikudes sealt edasi hüdroajami mehhanismi. Niipea kui ekstsentrik hakkab uuesti




Joon. 48. Kolbpump 11-400

tõusma, lakkab õli voolamine kanalisse *c* ja rõhk langeb. Vedru *14* surub kuuli *15* oma pessa *16* tagasi, millega välditakse vedeliku tagasivoolamist hüdrosüsteemist pumba karterisse.

Selliselt sooritavad õli imemis- ja survetsüklit ühe võllipöörde jooksul kõik kolvid.

Hõõrdumise vähendamiseks ekstsentrikute ja klappide vahel on igale ekstsentrikule asetatud karastatud terasvõru *8*, mis pöörleb vabalt nõelrullidel *9*. Pumba lahtivõtmise ja koostamise kergendamiseks on ekstsentrik *7* võllile asetatav ning kinnitatud liistuga *10*. Pumba korpuses olevate kolbide ja klappide avad on suletud korkidega *13* ja *18*. Õli väljavoolamist karterist takistab mansett *24*.

Hüdrosüsteemide kontroll-, reguleerimis- ja juhtimisseadised. Vedeliku vooluhulga, rõhu, suuna ja kiiruse kontrollimiseks ning reguleerimiseks hüdrosüsteemides kasutatakse klappe, drosseleid ja kiirusregulaatoreid.

*Klapid* kaitsevad hüdrosüsteeme ülekoormuste eest, kontrollivad vedelike voolude suundi ja hoiavad püsivat rõhku süsteemi üksikutes osades. Joonisel 49, *a* on näidatud ülevoolu-kuulklapp.

Hüdroajami tööks vajalik rõhk tekitatakse klapiõõnes *1*. Kui süsteemis on normaalne rõhk, surub vedru *5* kuuli *4* pessa *2* ning piirab või suleb täielikult vedeliku läbivoolu. Kui rõhk süsteemis tõuseb, tõstetakse õli survel kuul *4* üles ning õli voolab läbi klapiõõne *3* tagasi paaki. Vedru *5* survejõudu reguleeritakse kruviga *6*.

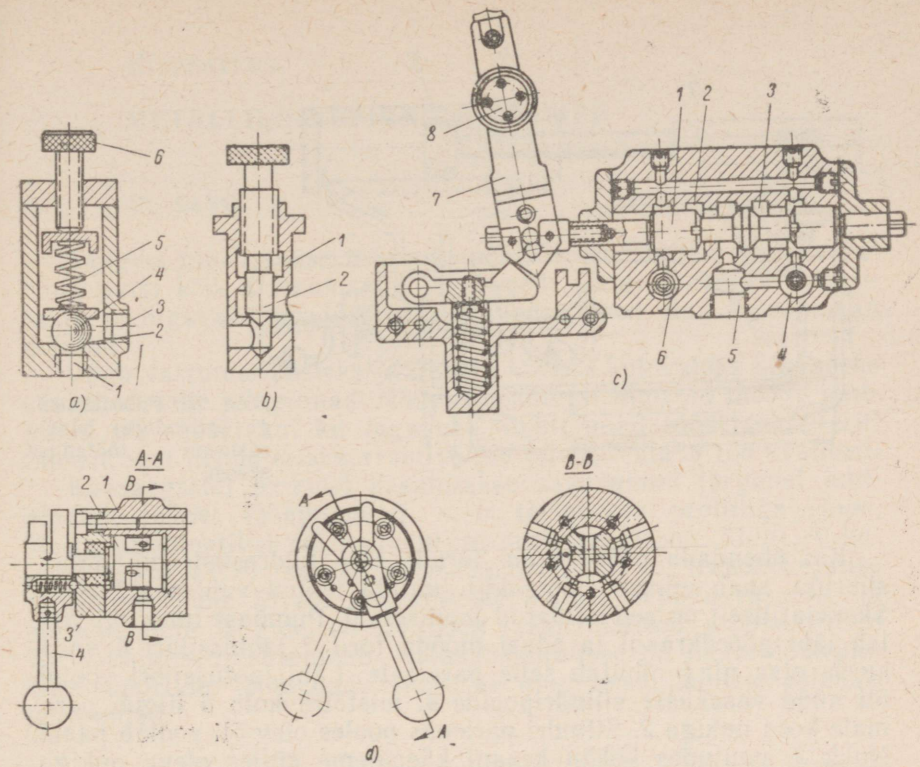
*Drossel* on näidatud joonisel 49, *b*. Kui pöörata drosseli korpuses *1* regulaatorit *2*, muutub sisemise kanali ristlõige. Mida väiksem on ava ristlõige, seda vähem voolab ajaühikus sellest õli läbi. Kui vähendada läbi drosseli voolavat õlihulka, hakkab rõhk süsteemis tõusma. Süsteemis tekkiv vedeliku ülejääk voolab läbi kaitseklapi tagasi paaki.

*Kiirusregulaatoreid* kasutatakse drosselreguleerimisega süsteemides. Töövedelike kiiruse muutumise tõttu on need süsteemid veidi keerukamad. Kiirusregulaator kujutab endast drosselist ja erilisest (reduktsioon-) klapist koosnevat seadet. Reduktsioonklapp tagab püsiva rõhkude vahe enne ja pärast drosselit.

Vedeliku juhtimine hüdrosüsteemides, üksikute süsteemiosade sisse- ja väljalülitamine, rõhu suuruse ning pingi liikuvate osade paigalseisuaja kontrollimine reverseerimisel toimub jaotussiibritega, pöördkraanidega (pilootidega) jms.

*Jaotussiibrid* on vedelike voolude jagamiseks. Jaotussiibreid võib juhtida käsitsi, nukkide abil, hüdrauliliselt või elektriliselt. Keerukates hüdrosüsteemides ühendatakse jaotussiibrid klappide, drosselite ja kiirusregulaatoritega, kusjuures neid juhitakse kombineeritult (näiteks käsitsi juhtimine ühendatakse elektrilisega).

Joonisel 49, *c* on näidatud jaotussiiber, mida saab juhtida nukkidega või käsitsi. Jaotussiibri kanalist *5* voolab õli silindrisse. Silindri teisest poolest väljub õli läbi jaotussiibri kambri *3* ja



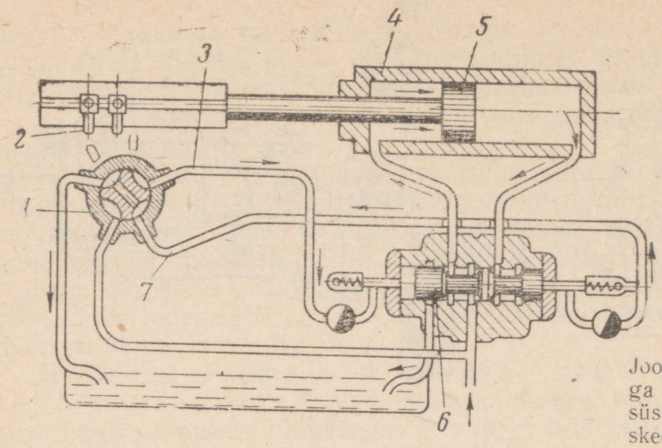

Joon. 49. Kontroll-reguleerimis- ja juhtimisseadmed

drosseli *4* õlipaaki. Vedeliku suuna muutmiseks on vaja pöörata hooba *7* telje *8* suhtes, mis nihutab siibri *1* vasakule, ning õli tuleb kambrisse *3* ja voolab sealt edasi silindrisse. Silindri teisest poolest väljub õli läbi kambri *2* ja drosseli *6* õlipaaki.

Hüdroajamite juhtimisel jaotussiibritega kasutatakse abiseadmetena pöördkraane. Need on arvutatud väikestele õli läbilaskevõimetele (8 . . . 10 l/min) ja on seetõttu ka väikeste mõõtmetega.

On olemas mitmesuguse konstruktsiooniga abijuhtimisseadmeid, üks konstruktsioonidest (pöördkraan) on näidatud joonisel 49, *d*. Malmkorpuses on neli ava hüdrosüsteemiga ühendamiseks. Korpusse on monteeritud kraan *2*, korpus suletakse kaanega *3*, millest ulatub läbi kraani pöördtelg. Pöördtelje otsa on kinnitatud käepide *4*, mida võib pöörata 45° ulatuses nukkidega või käsitsi.

Kraanis *2* on neli diametraalselt asetsevat läbiminevat ava. Ühest või teisest avast kraani korpusse voolavat õli võib kraani pööramisega juhtida silindri ühte poolde või mõnda teise juhitavasse agregaati.




Joon. 50. Pöördkraaniga (piloodiga) hüdrosüsteemi töötamise skeem

Kui ühendada pöördkraan torude abil hüdrosüsteemi jaotussiibriga, saab viimase töötsüklit juhtida teatud vahemaa tagant. Skemaatiliselt on see näidatud joonisel 50. Pumbast tulev õli voolab läbi pöördkraani ja edasi mööda toru *3* jaotussiibri *6* vasakusse otsa ning nihutab selle paremale. Läbi jaotussiibri voolab õli nüüd vasakusse silindripoolde *4*, mistõttu kolb *5* liigub paremale koos nukiga *2*. Silindri paremas pooles olev õli voolab paaki. Nukk *2*, puutudes kokku kraani käepideme küljes oleva nukiga, pöörab seda ja ühendab pumbast tuleva õlitoruga *7*. Õli voolab nüüd jaotussiibri paremasse otsa ja nihutab selle vasakule. Sellega avaneb õli sissevool läbi jaotussiibri silindri paremasse poolde ning kolb liigub vasakule.

Hüdrosüsteemides kasutatakse hüdrauliliste juhtimisseadmete kõrval ka tõmbava või tõukava toimega elektromagneteid. Elektromagneteid kasutatakse jaotussiibrite ja kraanide kaugjuhtimiseks.

Valmistatakse mitmetüübilisi ja erinevate mõõtmetega elektromagneteid, mis on ette nähtud töötamiseks ühefaasilisel vahelduvvoolul. Elektromagnetite tõmbejõud on 14,7 ... 245 N (1,5 ... 25 kG). Nad lülitatakse sisse ja välja automaatselt või mitmesuguste käivitite ja nupplülitite abil.

## KONTROLLKÜSIMUSED

1. Miks kasutatakse tööpinkidel võlle?
2. Jutustage hammasliite ehitusest.
3. Selgitage mittelahtivõetava ja lahtivõetava laagri ehitust.
4. Millistest materialidest valmistatakse laagriliuad?
5. Millele rajaneb hõõrdsidurite töötamispõhimõte?
6. Jutustage kulissmehhanismi ülesandest ja ehitusest.
7. Millised eelised on hüdroajamitel?

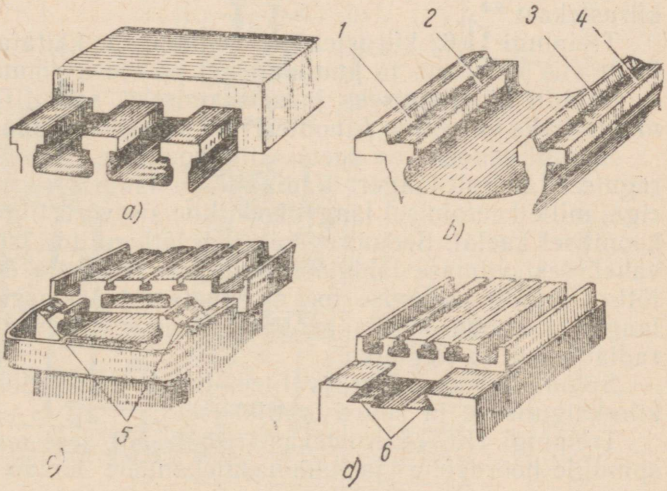
# METALLILÕIKEPINKIDE SÕLMED

## 10. SÄNG

Sängiks nimetatakse tööpingi põhilist osa, millele on monteeritud pingi kõik mehhanismid ja sõlmed. Sängi suhtes orienteeritakse ja liiguvad kõik tööpingi liikuvad sõlmed ning töödeldavad detailid.

Väga vastutusrikasteks ja ühtlasi kiiresti kuluvateks pindadeks sängil on selle juhtpinnad. Näiteks treipingil liiguvad mööda juhtpindu nii suport kui ka tagapukk. Juhtpinnad töödeldakse eriti täpselt, sest nende seisukorrast sõltub pingil tehtava töö kvaliteet.

Kaasaegsetel pinkidel kasutatakse sagedamini järgmisi juhtpindade tüüpe: tasapinnalisi, s. o. täisnurkse profiiliga (joon. 51, *a*), prismaatilisi või kolmnurkse profiiliga (joon. 51, *b*), V-kujulisi (joon. 51, *c*), samuti kalasabakujulisi, s. o. trapetsikujulise profiiliga (joon. 51, *d*). Metallilõikepinkide, sepistusvasarate ja aurumasinate sängidel on tavaliselt tasapinnalised, prismaatilised või V-kujulised juhtpinnad. Kalasabakujulised on metallilõikepinkide suportide, töölaudade, liugurite ning teiste taoliste sõlmede juhtpinnad.




Joon. 51. Tööpinkide sängide juhtpindade konstruktsioonid:
*a* — juhtpindade täisnurkse profiiliga säng, *b* — prismaatiliste juhtpindadega säng, *c* — V-kujuliste juhtpindadega (tinglikult tähistatud numbriga *5*) säng, *d* — kalasabakujuliste juhtpindadega (tinglikult tähistatud numbriga *6*)

Kasutatakse ka kombineeritud juhtpindu, mille abil tagatakse tööpingi sõlmede täpsem ja kindlam sirgjooneline liikumine. Niisugused juhtpinnad — kaks prismaatilise profiiliga *1* ja *3* ning kaks täisnurkse profiiliga *2* ja *4* — on näidatud joonisel 51, *b*. Treipingi sängi sisemistel juhtpindadel *2* ja *3* liigub tagapukk, välimistel juhtpindadel *1* ja *4* aga supordikelk. Juhtpinnad võivad olla haaravad või haaratavad, nagu on näha joonisel 51, *a*, *c* ja *d*.

Et sängid oleksid jäigad ja tugevad, on neil nn. jäikusribid, mis seovad külgseinu.

### 11. TREIPINGI ESIPUKK KOOS SPINDLI JA KIIRUSTEKASTIGA. TAGAPUKK

Treipingi esipukk koosneb korpusest, spindlist koos selle esi- ja tagalaagriga, vaheülekandest ja teistest mehhanismidest ning kiirustekastist. * Käesoleval ajal on kiirustekast peaaegu kõigil treipinkidel ja teistel pinkidel; vana konstruktsiooniga pinkidel kiirustekast puudub. Esipukk kinnitatakse pingi sängile poltidega.

Spindel koos töödeldava toorikuga saab pöörleva liikumise rihmülekande ja kiirustekasti kaudu elektrimootorilt. Kui spindel oleks ühendatud vahetult elektrimootori võlliga, pöörleks see alati ühesuguse kiirusega ning puuduks võimalus muuta lõikekiirust vastavalt töötlemise iseloomule ja töödeldavale materjalile. Et detaili töödelda vajaliku lõikekiirusega, on esipukki monteeritud kiirustekast **.

Treipingi 1K62 kiirustekasti mehhanisme käitatakse elektrimootorilt viie kiilrihma ja kuullaagritel pöörleva rihmaratta abil.

Spindli käivitamiseks ja seiskamiseks, samuti pöörlemissuuna muutmiseks on võllile *I* monteeritud ketashõõrdsidur $M_1$ (joon. 52).

Spindli esitoeks on spetsiaalne koonilise istuavaga kaherealine reguleeritav rull-laager. Radiaallõtku laagris reguleeritakse mutriga, mille keeramisel laagri kooniline sisevõru liigub edasi spindli koonilisel kaelal. Seejuures väheneb lõtk rullide ja laagri sisevõru vahel, sest viimase läbimõõt suureneb elastsete deformatsioonide tõttu. Spindli tagumise toe moodustavad A-klassi kooniline rull-laager ja aksiaal-kuullaager. Selle toes reguleeritakse mutriga nii radiaal- kui ka telglõtku.

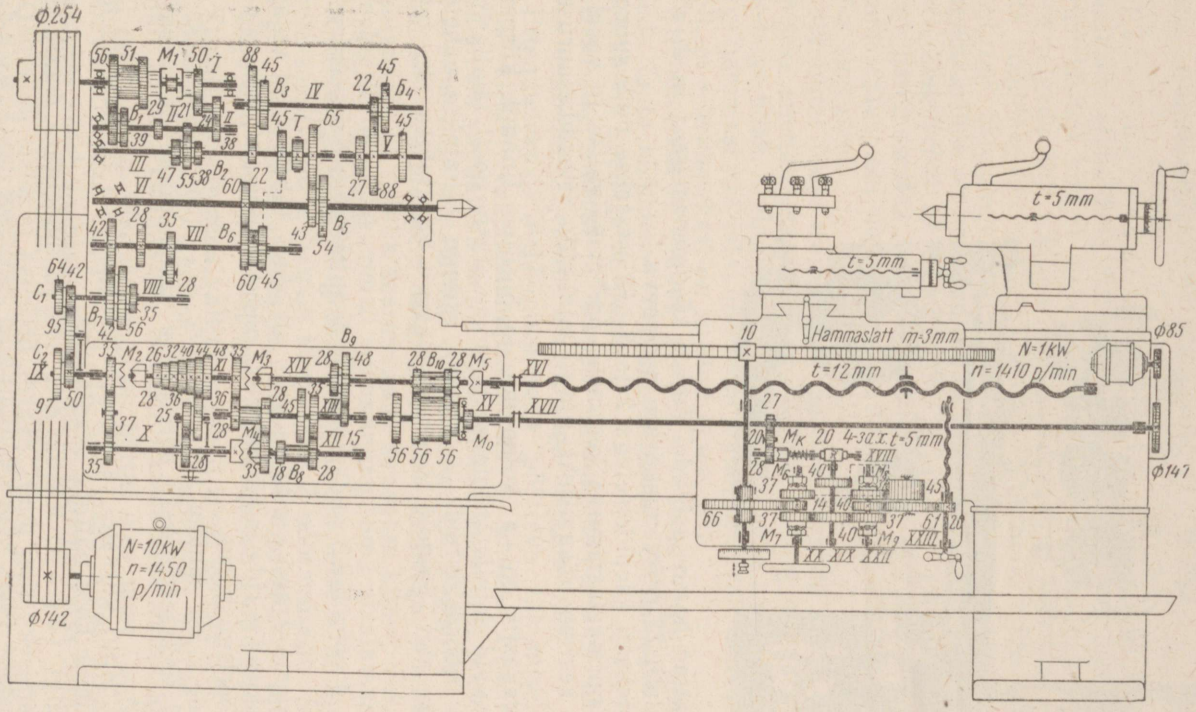
Spindli tugede kõrge kvaliteet tagab treipingi 1K62 (joon. 24) kiirekäigulisuse ja suure tootlikkuse.

Treipingi 1K62 kiirustekasti (joon. 53) sees antakse liikumine spindlile hõõrdsiduri ja hammasülekannete kaudu. Kui paigutada

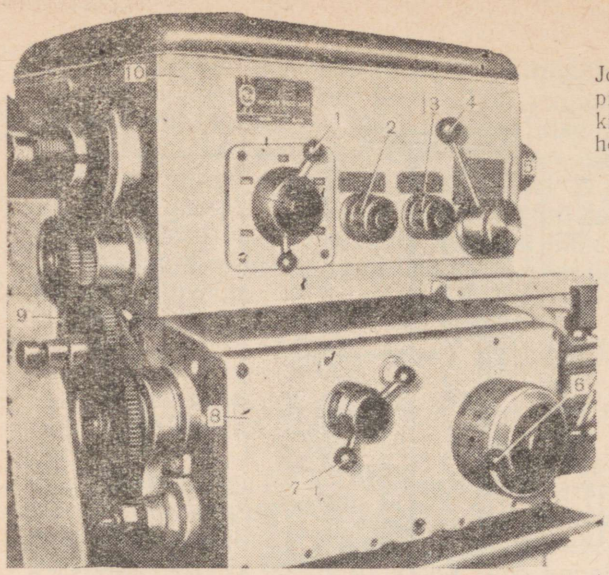
---

* Metallilõikepinkides 1616, ТП 1М, ЛТ10 jt. asub kiirustekast iseseisva sõlmena väljaspool esipukki.

** On olemas ka mitmekiiruselisi elektrimootreid, mis võimaldavad saada mitut pöörlemiskiirust.




Joon. 52. Universaaltreipingi 1K62 kinemaatiline skeem




Joon. 53. Universaaltreipingi 1K62 esipukk koos kiirustekastiga ja ettenihetekast

hammasrattad hammasvõllidel ümber käepidemetega *1* ja *4*, võib saada spindli *23* pöörlemiskiiruse päripäeva.

Kiirustekasti käepidemetega *2* ja *3* häälestatakse pink suurendatud ja normaalsammuga keermele, paremakäigulise ja vasakukäigulise keerme lõikamiseks ning vajalikule ettenihkesuurusele (joon. 53).

Kiirustekastis on ka kolbpump ja õlifilter. Enamik kiirustekastis asuvaid detaile õlitatakse hammasrataste poolt laialipritsitud õliga; hõõrdsidureid ja spindli esituge õlitatakse vahetult kolbpumba abil. Spindli tagumisel laagril kasutatakse ka taht-õlitust.

Hammasrataste ümberpaigutamine hammasvõllidel käepidemetega *1* ja *4* võimaldab anda spindlile *5* mitmesuguseid pöörlemiskiirusi.

Käepideme *4* abil valitakse selle all oleva tabeli järgi vajalik pöörlemiskiiruste rida ja käepideme *1* pööramisega seatakse spindli nõutav pöörlemiskiirus.

Käepide *2* on sammu suurendamise lüli ümberlülitamiseks ja käepide *3* reverseerimiseks parema- ja vasakukäiguliste keermete lõikamisel.

Antud pingi kiiruste- ja ettenihetekastidel on kahekäepidemeline juhtimine koos näitlike skaaladega.

Treipingi t a g a p u k k on ette nähtud töödeldava detaili ühe otsa toetamiseks ning puuri, avardi, hõõritsa ja teiste lõikeriistade kinnitamiseks. Tagapukki koos alusega võib piki juhtpindu ümber paigutada ja vajalikus kohas kinnitada.

Tagapuki korpuses asub pinool, millel on kooniline ava tsentri ja lõiketera saba kinnitamiseks.

## 12. TREIPINGI ETTENIHETEKAST JA SUPORT

### SUPORDIPÕLLE MEHHANISMID

Ettenihetekast on treipingi häälestamiseks treitera mehaanilisele ettenihkele. Ettenihetekasti mehhanism saab liikumise kiirustekastist kitarri vahetushammasrataste kaudu, mis kinnitatakse telgede abil pikilõhedega pöördraamile. Vahetushammasrataste kombineerimisega võib anda käigukruvile erinevaid pöörlemiskiirusi. Ettenihetekasti võllid on monteeritud veerelaagritele. Liugelaagritele on asetatud ainult ümberasetatava hargi hammasratas, käigukruvi *10* ja käiguvõll *11* (joon. 2). Ümberasetatava hargi hammasratas viiakse hambumisse ettenihetekastis oleva hammasratasploki ühe hammasrattaga, olenevalt nõutavast ettenihke suurusest.

Mõningat tüüpi treipinkidel on hammasratta hargi ümberasetamiseks ettenihetekasti seinas pikilõhe, millest ulatub välja käepidemega hoob. Treipingi 1K62 ettenihetekastis on ümberasetatava hargi hammasratta juhtimise sõlm konstruktiivselt lahendatud selliselt, et ettenihetekast on suletud (joon. 53).

Ettenihetekastis toimub õlitamine vedela õliga, mis valgub mööda tahte kõikidesse õlituspunktidesse. Õlitamiseks on ettenihetekastis spetsiaalne pump.

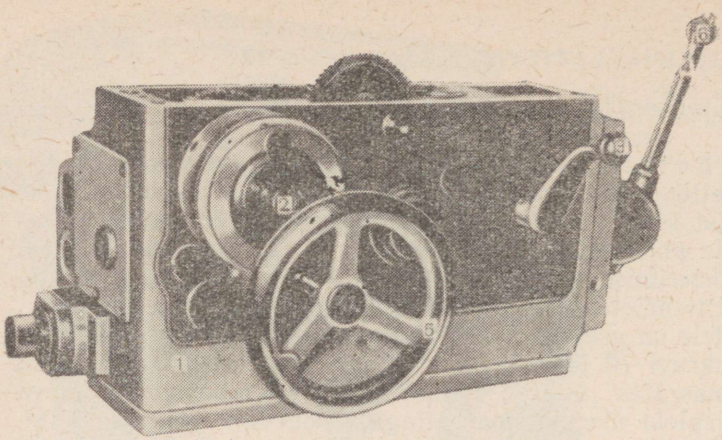
Ettenihke suurust ja keerme sammu muudetakse hammasrataste hambumisjärjekorra muutmisega hoova *6* abil.

Ettenihetekasti mehhanism saab pöörleva liikumise kiirustekastist kitarri vahetushammasrataste *9* kaudu. Ettenihetekasti mehhanism võimaldab saada kõiki riikliku standardi poolt ettenähtud keerme liike ja vajalikke ettenihkesuurusi. Täpsemate keermete lõikamisel ühendatakse käigukruvi otse kitarriga, ettenihetekasti kasutamata, ja vajalik keermesamm saadakse kitarri vahetushammasrataste valikuga.

Keermeliigi valik, käigukruvi ühendamine otse kitarriga ja ettenihete seadistamine toimub käepideme *7* pööramisega. Selle käepideme pööramisega antakse liikumine kopeeridele, mis viivad hoobade abil hammasratasplokid vastavatesse asenditesse.

Trumli pööramisega valitakse tabeli järgi keerme või ettenihke suuruste diapasoon. Keerme samm või ettenihke suurus valitakse trumli ketta pööramisega. Selleks tõmmatakse ketas käepideme abil enda poole, pööratakse, kuni kettal olev nool langeb kokku vastava ettenihke väärtusega, ja lükatakse ketas algasendisse. Seejuures võtab ümberasetatava hargi hammasratas koonusekujulisel hammasratasplokil vastava asendi.

Suport on lõiketera paigaldamiseks ja selle edasiviimiseks töödeldava tooriku suhtes. Supordikelgu liikumisel mööda sängi juhtpindu saadakse pikiettenihe. Supordi alumisel kelgul olevatel juhtpindadel võib liikuda risti sängi juhtpindadega ristkelk. Rist-



Joon. 54. Universaaltreipingi 1K62 supordipõll

kelgu liikumine, s. o. ristettenihe, saavutatakse käsiratta pööramisega käigukruvi ja mutri abil.

Supordipõlle mehhanismid. Supordipõlles *8* (joon. 53) asetsevad mehhanismid, mis muudavad käiguvõlli ja käigukruvi pöörleva liikumise supordi kulgevaks liikumiseks. Samas asub spindli ajami käitamise ning reverseerimise seadis.

Kõikide treimistööde puhul, välja arvatud teraga keermetamisel, saab suport mehaanilise või käsitsi pikiettenihke supordipõlles asetseva hammasratta abil, mis veereb pingi sängi külge kinnitatud hammaslatil *7* (joon. 2). Hammaslatiga hambumises olev hammasratas saab pöörleva liikumise kas käsitsi või käiguvõllilt *10*. Käiguvõllilt saab pöörleva liikumise mitme hammasratta kaudu ka nn. langev tigu. Langevat tigu on võimalik viia hambumisse tigurattaga, mis on hammasrataste kaudu ühenduses hammaslatiga. Sellise hambumise puhul saab suport mehaanilise pikiettenihke. Supordi käsitsi pikiettenihe saadakse käsiratta *5* (joon. 54) pööramisega.

Keermetamisel saab suport mehaanilise ettenihke käigukruvilt *11* (joon. 2), mis on seotud supordipõlle korpuses asetseva poolitatud veomutriga. Veomutri pooli on võimalik eemaldada või lähendada ketta pööramisega käepideme abil. Mutri pooled, lähenedes teineteisele, seostuvad käigukruviga. Käigukruvi pöörlev liikumine muudetakse poolitatud veomutri ja ühtlasi ka supordipõlle ning kogu supordi kulgevaks liikumiseks. Seega toimub ettenihe keermetamiseks.

Treipingi spindli käivitamine ja seiskamine toimub kiirustekastiga vahetult seotud käepideme või supordipõlles oleva lülitusvõlliga seotud käepideme abil. Mõlema käepideme abil toimub

hõõrdsiduri $M_1$ lülitamine (vt. joon. 52). Spindlit käivitatakse ja seisatakse ka kiirustekasti võllile *III* monteeritud lintpiduriga.

Supordipõlles asuvad ka hammasrattad supordile mehaanilise ristettenihke andmiseks.

Supordi liikumist juhitakse ühe käepidemega *4* (joon. 54), kusjuures käepideme liikumissuund ühtib supordi liikumissuunaga. Suport võib liikuda neljas suunas.

Kiirkäik antakse supordile neljas suunas käepidemesse *4* paigutatud nupplülitile *6* vajutamisega. Nupplüliti abil lülitatakse sisse pingi sängi parempoolses osas olev kiirkäikude elektrimootor, mis annab pöörleva liikumise käiguvõllile. Sisselülitatud tööettenihke ajal toimub kiirkäik blokeerivasse mehhanismi monteeritud ülejooksusiduri abil, mis takistab käiguvõlli ja käigukruvi ning piki- ja ristettenihke üheaegset sisselülitamist.

Käepideme *3* ülemises asendis on käigukruvi poolitatud veomutter välja lülitatud, mis võimaldab käepidemega *4* sisse lülitada piki- või ristettenihet. Käepideme *3* alumises asendis on käigukruvi poolitatud veomutter sisse lülitatud.

Käsiratta *5* teljele on monteeritud pikiettenihke limb. Keermetamiseks on vaja lahutada hammasratas hammaslatiga hambumisest. Selleks tõmmatakse liugur käepidemega *2* välja.

Supordipõlle mehhanismi *1* ja supordikelgu juhtpindu õlitatakse tsentraliseeritult supordipõlle alumisele kaanele kinnitatud kolbpumba abil.

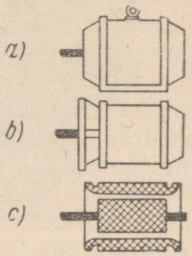
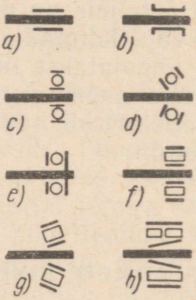
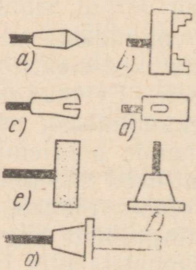
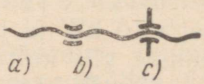
## 13. SEADMETE KINEMAATILISED SKEEMID JA PASSID

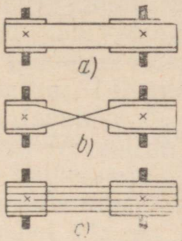
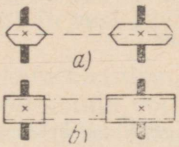
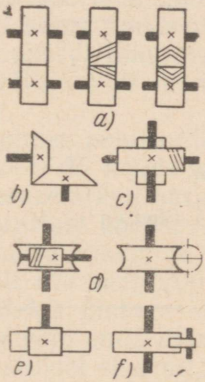
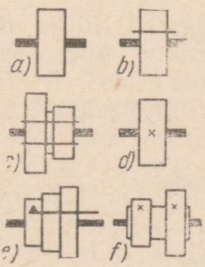
### KINEMAATILISED SKEEMID

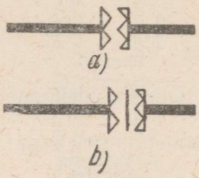
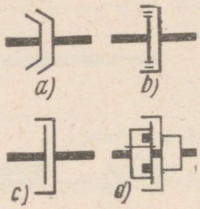
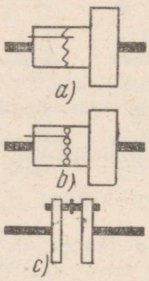
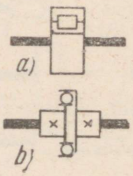
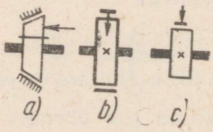
Tööpingi või masina üldvaate järgi ei saa otsustada, kuidas kantakse liikumised elektrimootorilt või ajamivõllilt üle üksikutele mehhanismidele. Et teada saada, millised detailid võtavad osa liikumise ülekandmisest, millises järjekorras need on ühendatud, millised on nende pöörlemis- ja liikumiskiirused, on olemas pinkide kinemaatilised skeemid. Kinemaatiline skeem kujutab endast vastastikku seoses olevate liikumiste ülekandvate mehhanismide ja detailide tingtähiste kogumit. Kõige sagedamini esinevad tingtähised on toodud tabelis 7.

Näitena vaatleme üksikasjalikult universaaltreipingi 1K62 kinemaatilist skeemi, mis on esitatud joonisel 52.

P e a l i i k u m i s e a j a m. Skeemilt on näha, et elektrimootorilt võimsusega 10 kW ja pöörlemiskiirusega 1450 p/min antakse pöörlev liikumine viie kiilrihma abil rihmarattale ning kiirustekasti võllile *I*. Spindli päri- ja vastupäeva pöörlemise lülitamiseks on kahepoolne hõõrdsidur $M_1$.

| Skeemi elemendid | Tingtähised |
|---|---|
| Elektrimootorid:<br>*a* — käppadega<br>*b* — äärikuga<br>*c* — sisseehitatud |  |
| Võll, võllik, telg, varras, keps |  |
| Võllil olevad laagrid:<br>*a* — üldine tähistus (tüüpi täpsustamata)<br>*b* — liugelaagrid<br>*c* — radiaalkuullaagrid<br>*d* — radiaal-aksiaalkuullaagrid<br>*e* — aksiaalkuullaagrid<br>*f* — radiaalrull-laagrid<br>*g* — radiaal-aksiaalrull-laagrid<br>*h* — rull-laagrid seeria 3182100 |  |
| Tööpinkide spindli otsad:<br>*a* — tsentrite vahel töötamiseks<br>*b* — padrunis töötamiseks<br>*c* — varbmaterjali töötlemiseks<br>*d* — puurimiseks<br>*e* — lihvimiseks<br>*f* — vertikaalfreesimiseks<br>*g* — horisontaalfreesimiseks |  |
| Kruviülekanne:<br>*a* — kruvi<br>*b* — mutter<br>*c* — poolitatav mutter (kahest poolest koosnev veomutter) |  |

| Skeemi elemendid | Tingtähised |
|---|---|
| Rihmülekanded:<br>*a* — lahtine lamerihmülekanne<br>*b* — ristuv lamerihmülekanne<br>*c* — kiilrihmülekanne |  |
| Kettülekanded:<br>*a* — rullpukskettülekanne<br>*b* — hammaskettülekanne (müratu) |  |
| Hammasülekanded:<br>*a* — silinderhammasülekanded vastavalt sirg-, kald- ja noolhammastega<br>*b* — koonushammasülekanded<br>*c* — kruvihammasülekanded (helikoloid)<br>*d* — tiguülekanded (kahes projektsioonis)<br>*e* — hammaslattülekanded<br>*f* — põrkülekanded |  |
| Detailide ühendamine võlliga:<br>*a* — vabalt võllil pöörlev<br>*b* — juhtliistuga<br>*c* — hammasliitega<br>*d* — võllile jäigalt kinnitatud<br>*e* — liikuva liistu abil võllile kinnitatud<br>*f* — kahe detaili jäik ühendus puksil |  |

| Skeemi elemendid | Tingtähised |
|---|---|
| Nukksidurid:<br>*a* — ühepoolne<br>*b* — kahepoolne |  |
| Hõõrdsidurid:<br>*a* — koonussidurid<br>*b* — rõngassidur<br>*c* — ketassidur<br>*d* — elektromagnetiline ketassidur |  |
| Kaitsesidurid:<br>*a* — nukksidur<br>*b* — kuulsidur<br>*c* — puruneva tihvtiga |  |
| Sidurid:<br>*a* — ülejooksu<br>*b* — vabajooksu |  |
| Pidurid:<br>*a* — koonuspidur<br>*b* — lintpidur<br>*c* — klotspidur |  |

Päripäeva pöörlemisel võib võll *II* saada kaks erinevat pöörlemiskiirust hammasrataspoloki $B_1$ kaudu ja vastupäeva pöörlemisel ühe kiiruse hammasrataste *50-24* ning *36-38* kaudu (araabia numbritega on skeemil tähistatud hammasrataste hammaste arvud). Võll *III* saab hammasrataspoloki $B_2$ kaudu kuus erinevat pöörlemiskiirust. Need pöörlemiskiirused võib spindlile *VI* üle kanda hammasrataste *65-43* kaudu, kui hammasratasplokk $B_5$ on lülitatud vasakule (nagu on skeemil näidatud). Liikumise ülekandmisel nn. vahevõlli kaudu, kui hammasratasplokk $B_5$ on lülitatud paremale, antakse pöörlev liikumine võllilt *III* võllile *V* vastavalt kahe vasakule ja paremale nihutatava hammasrataspoloki $B_3$ ja $B_4$ ning hammasrataste *27-54* abil. Vahevõlli hammasratasplokkidega saadakse kolm erinevat ülekandesuhet (1; $^1/_4$; $^1/_{16}$), samuti neljas, mis ühtib teisega. Vahevõlli kaudu saab spindel *18* erinevat pöörlemiskiirust. Kokku on võimalik spindlile anda päripäeva pöörlemisel 23 kiirust (12,5 ... 2000 p/min) ja veel 12 kiirust vastupäeva pöörlemisel.

Ettenihkemehhanism. Ettenihkemehhanism saab liikumise spindlilt *VI* kas hammasrataste *60-60* kaudu või sammu suurendamise lüli kaudu. Võllilt *VII* antakse pöörlev liikumine trensli (reversiivmehhanism) ning vahetushammasrataste $C_1$ ja $C_2$ kaudu ettenihetekasti võllile *IX*. Võll *VIII* saab pöörleva liikumise hammasrataste *28-56* (sel juhul saab suport kõige väiksemad ettenihked) või hammasrataste *42-42* kaudu. Supordi liikumise reverseerimiseks antakse liikumine võllilt *VII* võllile *VIII* hammasrataste *35-28-35* kaudu.

Võllilt *IX* antakse liikumine edasi kolmes põhisuunas.

*Esimene suund* — hammasrataste *35-37-35* kaudu võllile *X* ja edasi hammasratastele *28-25* ning ümberasetatava hargi hammasratta *36* kaudu ühele seitsmest hammasrattast koosneva astmelise koonuse hammasrattale. Võllilt *XI* antakse liikumine võllile *XII* hammasrastate *35-28-28-35* kaudu. Võllilt *XII* saab võll *XIV* hammasratasplokkide $B_8$ (*18-28*) ja $B_9$ (*28-48*) ümberasetamise teel 28 erinevat pöörlemiskiirust. Võllilt *XVII* võib anda liikumise edasi selliselt, nagu see on kujutatud kinemaatilisel skeemil, või käigukruvile, kui lülitada sisse sidur $M_5$ hammasrataspoloki $B_{10}$ (*28-28*) nihutamisega paremale.

*Teine suund* — liikumise ülekandmine võllilt *IX* võllile *XI* ja edasi hammasrataste astmelise koonuse ning ümberasetatava hargi hammasrataste *36-25-28* kaudu võllile *X*. Teises suunas liikumise ülekandmiseks on vaja sidurid $M_2$ ja $M_4$ sisse lülitada (sidur $M_3$ on välja lülitatud). Võllilt *X* antakse liikumine siduri $M_4$ kaudu võllile *XII*, millelt omakorda saab võll *XIV* 28 erinevat pöörlemiskiirust nagu esimese suuna puhulgi. Võllilt *XIV* antakse liikumine kahe paari hammasrataste *28-56* ja *28-56* ning ülejooksusiduri $M_0$ kaudu käiguvõllile *XVII*, nagu see on näidatud kinemaatilisel skeemil, või siduri $M_5$ sisselülitamisega käigukruvile *XVI*.

*Kolmas suund* (kasutatakse kõrgendatud täpsusega keermetamisel) — omavahel ühendatakse võllid *IX*, *XI*, *XIV* ja käigukruvi *XVI* sidurite $M_2$, $M_3$ ning $M_5$ abil. Selles suunas lülitatakse etteniheteкast välja. Nõutava keermesammu saamiseks kasutatakse tabeli järgi valitud vahetushammasrattaid.

Esimese suuna liikumist kasutatakse ühte liiki keermete lõikamiseks, teise suuna liikumist teist liiki keermete lõikamiseks; samade ahelate kaudu toimub ka supordi piki- ja ristettenihe.

Supordipõll. Käiguvõllilt *XVII* antakse liikumine võllile *XVIII* hammasrataste *27-20-28*, kaitsesiduri $M_K$ ja tiguülekande kaudu. Sidurit $M_K$ nimetatakse kaitsesiduriks, kuna ta kaitseb etteniheкemehhanismi ülekoormuste eest.

Supordi piki- ja ristkelgule päri- ning vastupäeva liikumise andmiseks on supordipõlles väikeste hammastega sidurid $M_6$, $M_7$, $M_8$ ja $M_9$. Kõiki nelja sidurit juhitakse ühe käepidemega (joon. 54), kusjuures käepideme liikumissuund ühtib supordi liikumissuunaga.

Supordile pikiettenihke andmiseks lülitatakse sisse sidur $M_7$; seejuures antakse liikumine võllilt *XIX* hammasrataste *40-37-14-66* kaudu hammaslatiga hambumises olevale hammasrattale *10*. Supordile vastassuunalise pikiettenihke andmiseks lülitatakse sisse sidur $M_6$. Nüüd antakse liikumine võllilt *XIX* hammasrataste *40-45-37-14-66* kaudu hammaslatiga hambuvale hammasrattale *10*.

Supordile ristettenihke andmiseks lülitatakse sisse sidur $M_9$; seejuures antakse liikumine võllilt *XIX* hammasrataste *40-37-40--61-20* kaudu ristsupordi kruvile *XXIII*. Kui aga lülitada sisse sidur $M_8$, hakkab ristsupordi kruvi pöörlema hammasrataste *40-45--37-40-61-20* kaudu vastassuunas.

Kinemaatiliste ahelate hõlpsamaks tundmaõppimiseks on igal ahelal kindel värv: pealiikumiste ahelate kõik elemendid värvitakse helesiniseks, ettenihkeliikumiste ahelate elemendid pruuniks, vastastikku seostatud liikumiste ahelate elemendid roheliseks ja abiliikumiste ahelad punaseks.

## SEADMETE PASSID

Tööstusseadmete tootlikkuse tõstmiseks on vaja neid efektiivselt kasutada ning koostada ja juurutada kõige ratsionaalsemaid tehnoloogilisi protsesse. Selleks peavad olema peatehnoloogi ja peamehaaniku osakonna töötajate käsutuses olemasolevate seadmete täielikud tehnilised iseloomustused.

Kõiki andmeid tööpinkidest vajavad ka ettevõtete remonditeenistuse töötajad, et vastavaid tööpinke õigeaegselt remondiks ette valmistada, juhuslikke purunemisi kiirelt parandada ja seadmeid moderniseerida sihipäraselt.

Tehnilised andmed tööpinkidest on vajalikud normeerijaile tehniliselt põhjendatud töönormide väljatöötamiseks, samuti on neist

huvitatud tööpingi rakiste konstruktorid ning paljud teised ettevõtete töötajad.

Vajalikke andmeid sisaldavaks dokumendiks on tööpingi pass, mille annab valmistaja-tehas. Passis on märgitud tööpingi ülesanne ja konstruktiivsed (mõõtmed, kaal jne.), kinemaatilised (spindli pöörlemiskiirused, ettenihete suurused jne.) ning dünaamilised (pingi võimsus, energiakulu, ülekantavate jõudude suurused jne.) andmed. Passis antakse ka lühikesed juhised pingi transportimiseks, uue pingi ülesseadmiseks ja käivitamiseks, üksikasjaliselt kirjeldatakse pingi juhtimisorganite ehitust ja häälestamist. Sageli tuuakse ära ka pingi täpsuse kontrollimise tingimused ja skeemid.

Peale passi antakse pingile kaasa hooldamise juhend (instruktsioon), milles on kõik vajalikud juhised pingi õigeks ekspluateerimiseks.

## KONTROLLKÜSIMUSED

1. Jutustage universaaltreipingi kiirustekasti ehitusest.
2. Mille poolest erineb lihvpingi tagapukk treipingi tagapukist?
3. Mis on treipingi etteniheteKasti ülesanne?
4. Mis on kinemaatiline skeem?
5. Kuidas tähistatakse kinemaatilisel skeemil võlli, kiilrihm-, hammas-, kruviülekandeid ning laagreid?

Teine osa

# SEADMETE REMONDI JA REMONDITEENISTUSE ORGANISEERIMINE ETTEVÕTETES

Seadmete töökorras hoidmiseks on vaja neid süstemaatiliselt hooldada ning õigeaegselt ja kvaliteetselt remontida. Remont peab olema organiseeritud selliselt, et tööpingi või masina tootlikkuse ja esialgse täpsuse taastamisel oleks tagatud seadmete pidev ning katkematu töötamine.

Meie tööstuses on kinnitatud plaanilis-ennetav remondisüsteem. See süsteem haarab kõiki üritusi, mis on vajalikud seadmete alatiseks heas seisukorras hoidmiseks.

## IV PEATÜKK

## PLAANILIS-ENNETAV REMONDISÜSTEEM

### 14. ÜLDMÕISTEID PLAANILIS-ENNETAVAST REMONDISÜSTEEMIST

Plaanilis-ennetava remondisüsteemi olemus seisneb selles, et igale agregaadile, s. o. tööpingile või masinale tehakse peale igapäevase hooldamise kindlate vaheaegade järel plaanilist profülaktilist ülevaatust ja remonti. Ülevaatuste ja remontide vaheaegade kestus määratakse kindlaks sõltuvalt agregaadi konstruktiivsetest iseärasustest, tehnilisest ülesandest ja ekspluatatsioonitingimustest.

Plaanilis-ennetava remondisüsteemiga lahendatakse tööstusettevõtetes järgmised ülesanded:

a) seadmeid hoitakse sellises seisukorras, mis tagab nende normaalse tootlikkuse ja vajaliku toodangu kvaliteedi;

b) välditakse seadmete ootamatuid avariiseisakuid;

c) vähendatakse seadmete remondikulusid;

d) tõuseb seadmete tootlikkus plaanilise remondi käigus tehtavate moderniseerimiste tulemusena.

Seadmete plaanilis-ennetav remondisüsteem hõlmab kahte liiki töid: remontidevahelist teenindamist ja perioodiliste plaanipäraste remondioperatsioonide tegemist, mis koosneb väike-, keskmisest ja kapitaalremondist.

## 15. REMONTIDEVAHELINE TEHNILINE TEENINDAMINE

Seadmete remontidevahelise tehnilise teenindamise hulka kuuluvad järgmised põhilised operatsioonid: seadmete puhastamine ja õlitamine; sõlmede, mehhanismide ja tervikuna kogu masina tehnilise seisukorra ülevaatus ja kontroll; sõlmede ja agregaatide reguleerimine ning pisivigade kõrvaldamine.

Tööpinkide ja masinate remontidevaheline teenindamine on mitte ainult remonditeenistuse töötajate kohus, vaid ka nende töötajate kohus, kes vahetult töötavad neil pinkidel ja masinatel.

Erilist tähelepanu on vaja osutada automaatpinkide ja automaatliinide tehnilisele teenindamisele, sest automaatika töötamine peab olema erakordselt kindel ja kooskõlastatud, vastasel korral ta kaotab oma tehnilise sisu ja mõtte.

Seadmete hoolikas hooldamine töölise poolt on kindlaks panuseks detailide kulumise vähendamiseks ja järelikult ka remontide vaheaegade pikendamiseks.

Väga suur tähtsus on seadmete õigel ekspluateerimisel. Praktika näitab, et ekspluateerimise režiimi rikkumisega, eriti õlitusrežiimi rikkumisega, kaasnevad kulumise suurenemine ja isegi üksikute masinaosade avariipurunemised.

Remontidevahelisel teenindamisel on seega profülaktiline iseloom. Remonditeenistuse töötajad jälgivad pidevalt seadmete seisukorda ja ekspluatatsioonieeskirjade täitmist tootmistööliste poolt. Agregaadi töötamisel tekkivad pisirikked kõrvaldatakse õigeaegselt remonditeenistuse valvetöötajate (lukksepp, elektrimontöör ja õlitaja-sadulsepp) poolt.

Ringkäigul oma jaoskonnas kontrollib valvelukksepp masinate liikuvate osade käigu sujuvust ja müratust ning hõõrdsidurite lülitamise kergust. Ta jälgib, et töötavate detailide ühendustes ei oleks lahtisi kinnitusdetaile, et laagrid ei kuumeneks ülemäära. Avastanud kulunud kinnitusdetaili, tuleb see uuega asendada.

Õlitusseadmete ja rihmülekannete seisukorra ning töötamise eest vastutab õlitaja-sadulsepp, kõigi elektriliste seadmete, elektriaparaatide ja elektrimõõteriistade seisukorra ja töötamise eest aga vastutab elektrimontöör.

Masinate tööseisakute vältimiseks teostatakse remontidevahelist teenindamist lõunavaheaegadel, vahetuste vaheaegadel ja samuti agregaatide ümberhäälestamise ajal.

Automaatliinide jaoks on sisse seatud igapäevane (ööpäevane) profülaktiline valveteenindamine; üks kord nädalas ja peale selle

üks kord kuus viiakse läbi profülaktiline teenindamine vastavalt instruktsioonile.

Kahes vahetuses töötava automaatliini igapäevane teenindamine toimub tööst vaba vahetuse ajal ja kolmes vahetuses töötava automaatliini teenindamine — tööajal. Teenindamise ajaks automaatliin seisatakse.

## 16. PLAANILIS-ENNETAV REMONT JA REMONDI NORMATIIVID

Remondilukkseppade poolt plaanilis-ennetava remondi graafiku järgi tehtavate perioodiliste profülaktiliste operatsioonide hulka kuuluvad:

a) intensiivse kulumise tingimustes töötavate agregaatide pesemine (näiteks malmi ja abrasiivide töötlemise pingid, terituspingid, valuseadmed jms.);

b) õli vahetamine tsentraliseeritud ja karterõlitussüsteemiga agregaatides;

c) viimistlusoperatsioonidel töötavate pinkide ja täppispinkide täpsuse kontroll (näiteks koordinaatsisetreipingid, hambalihvpingid jt.);

d) plaaniliste remontide vaheline seadmete ülevaatus;

e) plaaniliste remontide tegemine;

f) energeetiliste seadmete profülaktiline katsetamine.

Tööpinkide täpsust kontrollitakse mitte ainult remondi ajal, vaid ka järjekordsete remontide vaheaegadel. Täpsust kontrollitakse vastavalt riiklike standardite või eriliste tehniliste tingimuste (spetsiaalsete seadmete jaoks) normide järgi. Kontrollimisel avastatud kõrvalekalded, kui need on praagi põhjustajaks töötlemisel, kõrvaldatakse kohe või lähima plaanilise remondi ajal. Seadmete täpsuse kontroll (samuti pesemine) toimub reeglina väljaspool tööaega.

Plaaniliste remontide vahelised seadmete ülevaatused on üheks remondiprofülaktika põhiliigiks. Ülevaatuse ajal kõrvaldatakse kõik pisirikked ja avastatakse suured defektid, kui neid esineb. Selleks avatakse koormuse all töötavad sõlmed (näiteks kiirustekast) ja kontrollitakse, kas ei esine detailide ilmseid deformatsioone või kulumisi. Koormamata ja raskesti ligipääsetavate sõlmede müratut töötamist kontrollitakse kuulamise teel, ilma neid lahti monteerimata.

Seadmete ülevaatust teostab valve-remondilukksepp koos elektrimontööri ja õlitajaga, kusjuures on soovitatav, et ülevaatusest võtaks osa ka antud pingil või masinal töötav tööline. Ülevaatuse tulemused registreeritakse ülevaatuste ja jooksvate remontide žurnaalis.

Ülevaatused viiakse läbi varem kehtestatud tähtaegadel ja reeglina väljaspool tööaega. Ülevaatuste tulemuste põhjal täpsustatakse järjekordse remondi maht ja kõik sellega seotud tööd ning operatsioonid. Vead, mis võivad veelgi halvendada seadme tööd lähima plaanilise remondini jäänud aja jooksul, kõrvaldatakse kohe.

## REMONDI LIIGID

Eristatakse kolme põhilist plaanilis-ennetavat remondi liiki: väike-, keskmist ja kapitaalremonti.

Väikeremondiga taastatakse sõlmede töövõime. Väikeremondi puhul on remondioperatsioonide maht suhteliselt väike ja operatsioonid lihtsad.

Väikeremonti teevad jaoskonna remondibrigaadi lukksepad brigadiri või tsehhimehaaniku juhendamisel vahetult agregaadi ülesseade kohal. Väikeremontide, või nagu neid veel nimetatakse, jooksvate remontide kestus määratakse varem kindlaks iga tsehhi kohta plaanilis-ennetava remondi aastagraafikuga. Seejuures arvestatakse seda, et väikeremontide kestus peab mahtuma mittetööaja raamidesse, kui aga seadmete tööseisak on vältimatu, ei tohi see ületada kehtestatud norme.

Väikeremondi iseloomulikeks operatsioonideks on: vigastatud poltide asendamine, liistusoonte puhastamine ja parandamine ning vanade liistude asendamine uutega, võlli kaelte, pukside ja hammasratta hammaste puhastamine kraatidest, üksikute detailide õgvendamine, kaitsevarjete remontimine, neetühenduste temmimine ja pragude keevitamine, üksikute detailide asendamine uutega. Väikeremondi maht moodustab ligikaudu 20% kapitaalremondi mahust.

Keskmine remont tehakse vastavuses defektide loeteluga, kusjuures masin või tööpink võetakse osaliselt lahti ilma vundamendilt eemaldamata. Remonti teostab remondibrigaad, kellele antud agregaat on kinnistatud.

Keskmisel remondil vahetatakse ja taastatakse kulunud detailid, reguleeritakse mehhanisme, kontrollitakse mitmesuguste agregaadi osade vastastikust asetuse täpsust. Keskmine remont hõlmab kõiki detaile, mille tööiga on ligikaudu võrdne või väiksem kahe keskmise remondi vahelisest perioodist. Keskmise remondi maht moodustab 50...60% kapitaalremondi mahust.

Remonti juhendab tsehhimehaanik. Keskmisel remondil on lubatud seadmete tööseisakud kehtestatud normide piires.

Kapitaalremont on suurima töömahuga plaaniline remont, mille puhul agregaat võetakse täielikult lahti. Asendatakse ja remonditakse kõik masina või tööpingi kulunud detailid ning sõlmed, sealhulgas ka lähtedetailid, koostatakse ja reguleeritakse agregaat. Kontrollitakse kõik geomeetrilised koordinaadid, mis

peavad kindlustama agregaadile selle endise täpsuse, võimsuse ja tootlikkuse. Remondi töömaht määratakse kindlaks eelnevalt koostatud defektide loetelu järgi.

Paljudel juhtudel võetakse agregaadid kapitaalremondiks vundamentidelt maha. Kapitaalremondi käigus võib toimuda seadme täielik või osaline moderniseerimine. Seadmete tööseisakud kapitaalremondi ajal peavad olema normide piires.

Peale plaaniliste remontide tuleb teha ka plaanivälised avarii- ja taastamisremonte.

Avariiremonti tehakse tööpingi ootamatu rivist väljalangemise korral purunemise tõttu või mõnel muul põhjusel. Sõltuvalt avarii tegelikest tagajärgedest, võib see remont oma sisult ja mahult olla lähedane väike-, keskmisele või kapitaalremondile. Tuleb rõhutada, et plaanilis-ennetava remondi hea organiseerimisega ja tõhusate avariid ennetavate abinõude rakendamisega langeb ära vajadus avariiremontideks.

Taastamisremonti tehakse agregaatidele, mis on olnud juba mitmes kapitaalremondis ja on tugevalt kulunud, ning moderniseerimist vajavatele agregaatidele.

*

Nagu juba öeldud, koostatakse keskmise ja kapitaalremondi puhul tingimata remonditava agregaadi defektide loetelu. Defektide loetelu koostatakse agregaadi lahtivõtmisel. Kõik detailid on soovitatav markeerida murdarvuga, mille lugejaks on tööpingi number ja nimetajaks detaili järjekorranumber defektide loetelus. Numbreid võib lüüa detailide mittetöötavaile pindadele või siduda detailide külge numbritega lipikud. Markeering kergendab detailide valikut koostamisel ja kontrolli remondi teostamise üle.

Õigesti koostatud defektide loetelu aitab kiiresti määrata remonditööde iseloomu ja mahtu täpses vastavuses detailide kulumise liigile ning suurusele, kindlaks teha, millised detailid on vaja asendada uutega, arvutada vajalikke töö ja materjali kulusid ning kogu remondi maksumust.

Defektide loetelu koostab tehases kinnitatud vormi kohaselt remondimeister või tehnoloog koos antud agregaati remontivate lukkseppade brigadiriga.

## REMONDINORMATIIVID JA NENDE SEOS REMONDIKEERUKUSE KATEGOORIATEGA

Remondioperatsioonide töömahukus sõltub remondi liigist ja keerukusest, agregaadi konstruktiivsetest ja tehnoloogilistest iseärasustest ning mõõtmetest. Nimetatud tunnuste järgi on kehtestatud remondikeerukuse kategooriad. Mida keerukam, suurem ja

täpsem agregaat, seda kõrgem on tema remondikeerukuse kategooria. Remondikeerukuse kategooriad iga liiki seadmete jaoks määratakse tabelite järgi, mis asuvad tüüppõhimääruses «Единая система планово-предупредительного ремонта и рациональной эксплуатации технологического оборудования машиностроительных предприятий» (Машгиз, 1964).

Metallilõike-, sepistus-, pressimis- ning tõste- ja transpordiseadmete remondikeerukuse hindamisel on põhimääruses aluseks võetud universaaltreipink 1K62, millele on omistatud 11. remondikeerukuse kategooria. Selle lähteremondikeerukuse kategooria töömahuks kapitaalremondi korral on kehtestatud 385 normtundi kolmanda tööjärgu tööd. Sellest 253 lukksepa-, 110 pingi- ja 22 sepa-, keevitus- jm. töötundi.

Seega on remondikeerukuse ühik (1. remondikeerukuse kategooria) 1/11 treipingi 1K62 kapitaalremondi töömahust. Seadmete kapitaalremondil on see 35 normtundi (23 lukksepa-, 10 pingi- ja 2 muud tööd), keskmisel remondil 23,5 normtundi (16 lukksepa-, 7 pingi- ja 0,5 muud tööd), väikeremondil 6,1 normtundi (4 lukksepa-, 2 pingi- ja 0,1 muud tööd) ja ülevaatusel 0,85 normtundi (0,75 lukksepa- ja 0,1 pingitööd). 1. remondikeerukuse kategooria on näiteks lauapuurpingil maksimaalse puuritava läbimõõduga 5 mm.

Toodud normid ei ole alatiseks kehtestatud. Seoses töömahukate lukksepaoperatsioonide mehhaniseerimise taseme tõusuga ja uute tööjõu kulu vähendavate abinõude juurutamisega remondipraktikasse teostatakse töönormide läbivaatamist.

Teades seadmete remondikeerukuse kategooriaid ja nendele vastavaid töömahu norme, on võimalik arvutada vajalikke remondivahendeid (pingid, tööjõud) ning planeerida remonditöid. Näitena tuuakse normatiivse töömahu arvutus remondi liikide kaupa eriti raskele karussell-treipingile 1565, plaanseibi läbimõõduga 4500 mm ning remondikeerukuse kategooriaga 68:

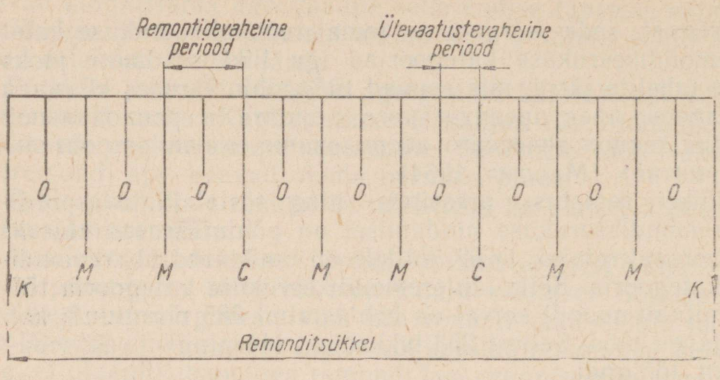
| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Kapitaalremont . . . . . | 35 | normtundi | × 68 = | 2380 | normtundi |
| Keskmine remont . . . . . | 23,5 | „ | × 68 = | 1598 | „ |
| Väikeremont . . . . . | 6,1 | „ | × 68 = | 414,8 | „ |
| Ülevaatus . . . . . | 0,85 | „ | × 68 = | 57,8 | „ |

## 17. REMONDI PERIOODILISUS JA SEADMETE TÖÖSEISAKUTE NORMID REMONDIKS

Tüüppõhimäärusega kehtestatakse:

remontidevaheline periood, mis hõlmab seadme töötamise aega kahe järjekordse plaanilise remondi vahel;

ülevaatustevaheline periood, see on agregaadi töötamise kestus kahe järjekordse plaanilise ülevaatuse vahel või plaanilise remondi ja lähima ülevaatuse vahel;




Joon. 55. Remonditsükli struktuuri skeem:
K — kapitaalremont, C — keskmine remont, M — väikeremont, O — ülevaatus

remonditsükkel — agregaadi kahe järjekordse kapitaalremondi vaheline periood.

Remonditsüklite, remontidevaheliste ja ülevaatustevaheliste perioodide kestused arvutatakse seadme töötundide või mingi teise võrdväärse suuruse järgi, näiteks valmistatud detailide hulga järgi. Seadmete töötundide arvestust peab tehase plaaniosakond; andmed esitatakse iga kuu peamehaaniku osakonda, kus nende põhjal täpsustatakse agregaadi remonti mineku tähtaeg. Nendele agregaatidele, mille kohta ei peeta töötundide arvestust, kehtestatakse remonditsüklite, remontidevaheliste ja ülevaatustevaheliste perioodide kestused ekspluatatsiooni kalendrilise aja (kuude arvu) järgi, arvestades agregaatide kasutamise tegurit *.

Tüüppõhimääruses on antud mitmesuguste tööstusseadmete liikide remonditsüklite, remontidevaheliste ja ülevaatustevaheliste perioodide ligikaudsed kestused. Põhimääruses soovitatud tähtajad ei ole püsivad, vaid suurenevad süstemaatiliselt, sest meie tööstuse poolt väljalastavate masinate kvaliteet pidevalt paraneb (ja mis on eriti tähtis, paraneb detailide termiline töötlus) ja üha enam täiustatakse ettevõtetes plaanilis-ennetavat remondisüsteemi. Kõige selle tulemusena suurenevad agregaatide tööead.

Remonditsüklitest rääkides peetakse alati silmas nende struktuuri. Remonditsükli struktuuri all mõistetakse tehnoloogiliste seadmete plaaniliste remontide ja ülevaatuste vaheldumise korda.

---

* Agregaadi kasutamise tegur — see on vahetuse jooksul agregaadi tegeliku tootmise aja ja kehtestatud vahetuse kestuse suhe (protsentides).

Agregaadi kasutamise tegur mitmesuguste tootmisliikide puhul on erinev. Individuaaltootmisel on see 70...80%, seeriatootmisel — 80...85%, suurseeria- ja masstootmisel — 85...90%.

Remonditsükli struktuur üht liiki seadmete jaoks on antud joonisel 55. Soovitatavad remonditsüklite struktuurid metallilõike- ja sepistus-pressimisseadmetele on toodud tabelis 8.

Tabelite kasutamisel on vaja arvestada:

a) seadme konstruktiivseid ja tehnoloogilisi iseärasusi remonditsükli kehtestamisel;

b) tootmise liiki, kus seadet ekspluateeritakse;

c) seadme ekspluateerimise konkreetseid tingimusi.

Seadmete tööseisakute normid remondiks. Tüüpõhimääruses soovitatakse järgmisi tootmisseadmete tööseisakute norme ühe remondikeerukuse ühiku kohta: kapitaalremondiks — 1 ööpäev, keskmiseks remondiks — 0,6 ööpäeva ja väikeremondiks — 0,25 ööpäeva.

Tabel 8

**Metallilõike-, sepistus- ja pressimisseadmete remonditsüklite struktuurid**

| Seadmed | Remondioperatsioonide vaheldumine * | Remondioperatsioonide hulk | | |
|---|---|---|---|---|
| | | Keskmisi remonte | Väike-remonte | Ülevaatusi |
| Metallilõikepingid: | | | | |
| kerged ja keskmised, kaaluga kuni 100 kN (10 t) | K—O—M—O—M—O—C—<br>—O—M—O—M—O—C—<br>—O—M—O—M—O—K | 2 | 6 | 9 |
| suured ja rasked, kaaluga 100...1000 kN (10...100 t) | K—O—O—O—M—O—O<br>—O—M—O—O—O—C—<br>—O—O—O—M—O—O—<br>—O—M—O—O—O—C—<br>—O—O—O—M—O—O—<br>—O—M—O—O—O—K | 2 | 6 | 27 |
| eriti rasked ja unikaalsed, kaaluga üle 1000 kN (100 t) | K—O—O—O—M—O—O—<br>—O—M—O—O—O—M—<br>—O—O—O—C—O—O—<br>—O—M—O—O—O—M—<br>—O—O—O—M—O—O—<br>—O—C—O—O—O—M—<br>—O—O—O—M—O—O—<br>—O—M—O—O—O—K | 2 | 3 | 36 |
| Sepistusmasinad, sepistus-pressimisautomaadid, vasarad, hõõrdpressid | K—O—O—M—O—O—C—<br>—O—O—M—O—O—C—O—<br>—O—M—O—O—K | 2 | 3 | 12 |

* K — kapitaalremondid; C — keskmised remondid; M — väikeremondid; O — ülevaatused.

Remondis oleku tööseisakut arvestatakse agregaadi remondiks seiskamise momendist kuni tema remondist vastuvõtmise lõpetamise momendini. Tööseisaku norm on ette nähtud agregaadi mehaaniliste, hüdrauliliste ja elektriliste osade üheaegseks remontimiseks. Tööseisaku norm ei sõltu agregaadi töötamise vahetuste arvust ööpäevas enne selle seiskamist remondiks.

### KONTROLLKÜSIMUSED

1. Mis on plaanilis-ennetav remondisüsteem ja millised on tema põhilised koostisosad?
2. Nimetage plaanilis-ennetava remondisüsteemi remondioperatsioonide liike ja jutustage nende sisust.
3. Kuidas on üles ehitatud plaanilis-ennetava remondisüsteemi remondinormatiivid?
4. Milles seisneb remonditsükkel, millised on selle ülesanded ja struktuur?

## V PEATÜKK

# REMONDITEENISTUSE ORGANISEERIMINE ETTEVÕTTES

Remonditeenistust ettevõttes organiseerib peamehaaniku osakond. Peamehaaniku osakonna ja selle tsehhide põhiliseks ülesandeks on hoida ettevõtte seadmed plaanilis-ennetava remondi süsteemi alusel alalises töökorras.

Peamehaaniku osakonna juhatajaks on peamehaanik, kes kannab vastutust direktsiooni ees kogu tehase seadmete seisukorra eest. Peamehaanikule alluvad remondimehaanika- ja remondiehitustsehh ning väikestes ettevõtetes ka tehase energiamajandus, kui koguvõimsus ei ületa 1000 kW.

### 18. REMONDIMAJANDUSE ORGANISEERIMISE LIIGID

On olemas kolm põhilist tööstusettevõtete remondimajanduse organiseerimise liiki: tsentraliseeritud, detsentraliseeritud ja segaorganiseerimine.

Tsentraliseeritud remondimajanduse organiseerimine näeb ette kõigi remonditööde tegemist tehase peamehaaniku osakonna ja remondimehaanikatsehhi jõudude ning vahenditega. Selline remondimajanduse organiseerimine on tüüpiline ettevõtetele, kus on vähe seadmeid.

Detsentraliseeritud remondimajanduse organiseerimine seisneb selles, et kõik remonditööde liigid — remontidevaheline teenindamine, perioodilised remondid, sealhulgas ka kapitaalremont —

tehakse nn. tsehhide remondibaaside poolt tsehhimehaaniku juhendamisel. Tsehhide remondibaaside koosseisu kuuluvad kompleksremondibrigaadid. Peamehaanikule alluv remondimehaanikatsehh teeb ainult keerukatele agregaatidele kapitaalremonti. Peale selle valmistab ja taastab remondimehaanikatsehh seadmete detaile ning sõlmi, mille valmistamiseks tsehhides puuduvad seadmed.

Remondimajanduse segaorganiseerimise korral tehakse kõik remonditööde liigid, välja arvatud kapitaalremont, tsehhide remondibaaside poolt. Kapitaalremonti (mõnikord ka suurte agregaatide keskmist remonti) teeb remondimehaanikatsehh.

Remondimehaanikatsehh tegeleb samuti seadmete moderniseerimisega kapitaalremondi käigus ja tehase seadmetele tagavaraosade valmistamisega.

Vastavalt remondimehaanikatsehhile ülesandeks tehtud töödele kuuluvad selle tsehhi koosseisu tööpingi-, lukksepa- ja elektergaaskeevitusjaoskonnad. Suurtes remondimehaanikatsehhides organiseeritakse veel detailide taastamise ja kulumiskindluse tõstmise jaoskond metalliseerimise, kroomimise, tsementeerimise, termilise töötlemise jm. jaoskondadega.

Remondimehaanikatsehhi juhataja allub tehase peamehaanikule ja jaoskondi juhtivad meistrid alluvad tsehhijuhatajale. Tsehhijuhataja juhib samuti tehnoloogiabürood, plaanibürood ja teisi allasutusi.

Nagu juba öeldud, kuuluvad tsehhide remondibrigaadid põhitootmistsehhide koosseisu. Tsehhide remondibrigaadide ülesandeks on antud tsehhi seadmete remontidevahelise teenindamise läbiviimine ja üksikute remondioperatsioonide tegemine. Remondibrigaadi töömaht sõltub sellest, millist remondimajanduse organiseerimise liiki tehases rakendatakse.

Tüüppõhimäärus soovitab moodustada remondibrigaadid neis tsehhides, kus remonditööde kogumaht on 600 ... 700 remondiühikut ja enam. Väikestes tsehhides iseseisvaid remondibrigaade ei organiseerita. Mitut väikest tsehhi teenindab selleks spetsiaalselt organiseeritud ühine tsehhidevaheline remondibrigaad, mille eesotsas on mehaanik, kes allub tehase peamehaanikule.

Tsehhidevahelise remondibrigaadi käsutuses on tootmisjaoskondade või tsehhide juurde kinnistatud lukkseppade brigaadid. Iga brigaadi arvuline koosseis määratakse kindlaks lähtudes aastagraafiku järgi planeeritud brigaadile kinnistatud seadmete remondioperatsioonide ja remontidevahelise teenindamise töömahust.

Üldtehaselise remondimajanduse organiseerimise liigi valikul arvestatakse selle mõju tsentraalse remonditeenistuse aparaadi struktuurile — peamehaaniku osakonnale. Detsentraliseeritud remondimajanduse puhul, kus suurema osa remonditööde mahust teevad tsehhide remondibrigaadid, on otstarbekohane tugevdada tsehhimehaanikute plaanimis-arveldusaparaati ja vastavalt liht-

sustada tsentraalset remonditeenistuse aparaati, tehes sellele ülesandeks ainult tsehhide remondibrigaadide töö metoodilise juhtimise ja kontrollimise.

Remonditeenistuse struktuur peamehaaniku osakonnas sõltub ka sellest, kas tehases on iseseisev peaenergeetiku osakond. Peaenergeetiku osakonna olemasolul kuulub selle funktsioonidesse energeetikaseadmete õige ekspluatatsiooni ja plaanilise remondi korraldamine.

Iseseisev peaenergeetiku osakond luuakse tavaliselt suurtes ettevõtetes, kus on palju seadmeid ja suur energiamajandus. Väikese elektrienergia tarbimisega ja väheste elektrijõumasinatega ettevõtetes organiseeritakse ühine peamehaaniku ja peaenergeetiku osakond, mille koosseisus on energeetikabüroo. Energeetikabüroo vastutab elektritsehhi ja soojusjõutsehhi töö eest. On loomulik, et energeetiliste seadmete ekspluatatsiooni ja remondiga tegeleb täielikult nimetatud ühine osakond.

## 19. TÖÖPINKIDE REMONTIMISE SÕLMMEETOD

Ettevõtetes, kus on palju ühetüübilisi tööpinke, on seadmete seisuaegade lühendamise eesmärgil otstarbekas neid remontida sõlmmeetodil.

Sõlmmeetodil remontimine seisneb selles, et tööpinkide remontivajavad sõlmed asendatakse varem remonditud, valmistatud või ostetud tagavarasõlmedega. Metallilõikepinkides on sellisteks vahetatavateks sõlmedeks esipukk, supordipõll, suport, ajamimehhanismid, kiirustekastid, lihv- ja revolverpead jms. Vahetatavate sõlmede ja detailide nomenklatuuri tuleb üha enam laiendada. Vahetatavaid sõlmi ja detaile on vaja valmistada (remontida) tsentraliseeritud korras.

Kapitaal- ja keskmise remondi läbiviimine sõlmmeetodil nõuab sõlmede ja detailide vahetusfondi alalist olemasolu laos. Vahetusfondi antakse ka tööpinkidelt mahavõetud sõlmed peale nende remontimist. Seega muudetakse need sõlmed konkreetsele pingile mittekuuluvaiks.

Sõlmmeetodil remontimisel on järgmised eelised:

1) remonditööde eraldumisega lahtivõtmisest ja koostamisest lüheneb remondi kestus mitu korda tavalisega võrreldes (näiteks ireipinkide 1Д62 ja 1Д63 kiirustekasti hõõrdesõlme vahetamine kestab 60 . . . 90 minutit, remontimine aga 6 . . . 8 tundi);

2) üksikute sõlmede detailide taastamise ja remontimisega ei kaasne seadmete tööseisakud;

3) luuakse tingimused ratsionaalseks tööjaotuseks remondi teostajate vahel ja nende spetsialiseerimiseks;

4) saavutatakse remonditööliste töökohtade alalisus ja kõige mugavam asetus;

5) tagatakse remondimehaanikatsehhi seadmete alaline ja täielikum koormamine;

6) tõuseb remonditööde kvaliteet ja alaneb omahind.

Remontimise sõlmmeetodi juurutamine nõuab hoolikat läbimõtlemist ja head ettevalmistust. On vaja välja selgitada, milliseid tööpinke on majanduslikult otstarbekas remontida sõlmmeetodil, ette valmistada joonised ja muu tehnoloogiline dokumentatsioon kõigi valmistada või remontida kavatsetud sõlmede kohta, välja töötada sõlmede remondi, valmistamise ja kontrollimise tehnoloogilised protsessid, määrata remondi teostajad, kehtestada tööde tähtajad jne.

Väga suur tähtsus on uute sõlmede tootmise ja kulunud sõlmede taastamise ning samuti tegelikele vajadustele vastava tagavarasõlmede ja detailide varu regulaarse täiendamise õigel planeerimisel. Seejuures tuleb arvestada seadmete erinevate osade normatiivseid töötamisaegu ja detailide minimaalse varu normatiive. Eksperimentaalse Teadusliku Uurimise Instituudi (ЭНИМС) poolt välja töötatud detailide minimaalse varu normatiivid on näiteks järgmised (rublades ühe remondikeerukuse kategooria kohta): väikesed ja keskmised pingid individuaal- ning seeriatootmises — 3, vooltootmises — 5, rasked pingid individuaal- ja seeriatootmises — 5, vooltootmises — 10.

Sõlmmeetodi eriliigiks on *sõlmedejärjestikune remontimise meetod*, mille puhul agregaadi sõlmi remonditakse kindlaksmääratud järjekorras seadmete töö plaanilistel vaheaegadel. Lõunavaheaegadel, puhkepäevadel või tööst vabadel vahetustel võetakse lahti kord üks, kord teine remontimisele kuuluv sõlm ja vahetatakse selle kulunud detailid uutega, või asendatakse antud sõlm tervikuna varem remonditud sõlmega.

Sõlmede järjestikune meetod õigustab ennast eriti automaat- ja agregaatpinkide remontimisel, sest neil pinkidel on konstruktiivselt täpselt kujundatud sõlmed.

Lõpuks tuleb öelda, et plaanilis-ennetav remont on eriti tähtis tööpinkide automatiseeritud ja automaatliinide tööks. See on ka arusaadav, sest automaatliini kas või ühe pingi ajutine töövõime kaotus võib põhjustada terve seadmete grupi või kogu liini tööseisaku.

Reservagregaatide olemasolul võetakse remontivajavad agregaadid vundamendilt maha ja remonditakse väljaspool automaatliini. Reservagregaatide puudumisel tehakse remonti selliste meetoditega, mille puhul seadmete tööseisakud on minimaalsed. Sõltuvalt konkreetsetest tingimustest valitakse kas remontimise sõlmmeetod või sõlmedejärjestikune meetod.

Remondiks ettevalmistus peab olema hoolikas ja mitmeti igakülgne. Ettevalmistus remondiks eeldab joonistemajanduse eeskujulikku korraldamist, vahetusdetailide albumite koostamist ja

pidevat täiendamist ning mitmesuguste tagavaradetailide küllaldast olemasolu.

Remondiala novaatorid on tõestanud, et kiirmeetoditega remontimise organiseerimisel võib seadmete seisuaegu tunduvalt lühendada. Näiteks universaaltreipingi 1K62 (11. remondikeerukuse kategooria) remondivad nad 7 päevaga normi järgi ette nähtud 11 päeva asemel (vt. graafik lk. 313).

Tööpingi seisuaja lühenemine saavutatakse progressiivse tehnoloogia kasutamisega ja remondiprotsessi äärmiselt täpse organiseerimisega kõikides staadiumides. Masina või tööpingi lahtivõtmine, detailide pesemine, defektide kindlakstegemine, remontimine, kaasa arvatud uute detailide valmistamine ja detailide kohalesobitamine, koostamine, katsetamine, reguleerimine, remonditud seadme värvimine — kõik remondiprotsessi etapid ja iga etapp üksikuna peavad olema kooskõlastatud nii, et ühtegi minutit ei kulutataks ebatootlikult. Tööpinke on vaja seisata remondiks ainult peale remondiks vajalike uute detailide valmistamist.

Tõste- ja transpordivahendite ning teiste lahtivõtmist mehhaniseerivate abinõude ning seadmete ratsionaalse kasutamisega võib vähendada ajakulu masinate ja tööpinkide lahtivõtmisel. Üheks tähtsamaks teguriks kiirremontimisel on ka õige brigaadisisene tööjaotus varem läbimõeldud plaani järgi, kus on arvestatud iga töö kestust ja töölise kvalifikatsiooni. Aega võib kokku hoida juba detailide pesemisel, kui selleks kasutada spetsiaalseid seadmeid, ja detailide defektide hoolikal kindlakstegemisel, nii et pinki ei jääks «juhuslikult» defektidega detaile, mis avastatakse alles agregaadi katsetamisel. Remondi kestus lüheneb palju, kui varem valmistatakse ette joonised laos puuduvate vahetusdetailide valmistamiseks ja õigeaegselt koostatakse tehnoloogilised protsessid nende detailide töötlemiseks ning kõigi teiste remontimisele kuuluvate detailide remontimiseks.

Eriti suure väärtusega on tüüptehnoloogiate väljatöötamine. Detailide valmistamise ja remontimise tehnoloogiliste protsesside tüübistamine võimaldab kasutada detailide tootmisel eesrindlikku tehnoloogiat, mis lühendab tunduvalt agregaadi seisuaega remondiks.

Võib nimetada ka veel teisi allikaid, mille arvel eesrindlikud remondialal töötajad lühendavad seadmete remondisoleku aega. Üheks neist oleks detailide koha järgi sobitamise operatsioonide osaline või täielik ärakasutamine ja teiseks — lukksepa- ning koostamisoperatsioonide paralleelne sooritamine remondibrigaadi liikmete poolt. Eriti häid tagajärgi annab lukksepa- ja tööpingioperatsioonide paralleelne sooritamine. Väga kasulik on üksikute sõlmede eelnev kontrollimine ja sissetöötamine sõltumata tööpingi katsetamisest tervikuna. Selline praktika väldib koostatud tööpingi korduvaid lahtivõtmisi katsetamisel esinevate defektide kõrvaldamiseks, järelikult säästab palju aega.

Seadmete värvimiseks soovitatakse kasutada kiirestikuivavat värvi.

Isikliku vastutamatuse ärahoidmiseks remonditakse tööpinke tavaliselt ühes vahetuses. Kuid tootmise hoolika ettevalmistuse ja töö täpse organiseerimisega võib seadmeid remontida kahes ja isegi kolmes vahetuses.

Otstarbekas on masinaid seisata remondiks puhkepäevade ja pühade eel ning remontimiseks kasutada puhkepäevi ja tööpäevade vaba aega.

Antud organisatsiooniliste abinõudega peab olema tingimata ühenduses remondilukkseppade töökohtade ja remondibrigaadi tehnilise dokumentatsiooniga, toorikutega, tööriistadega jms. varustamise õige organiseerimine.

## 20. REMONDIMAJANDUSE ORGANISEERIMISE PARENDAMISE PERSPEKTIIVID

Kommunismi materiaal-tehnilise baasi loomisest tingitud tööstusliku arengu grandioosne ulatus nõuab tööstusseadmete remondi organiseerimise muutmist.

Tuleb märkida, et paljudes ettevõtetes tehakse remonti käsitööndusliku ja peaaegu iga ettevõte remondib seadmeid oma jõududega. Seepärast on mööda remonditsehhe laiali paisatud ligi 800 tuhat metallilõikepinki, kusjuures iga ettevõte valmistab enda tarbeks tagavaraosi äärmiselt kallilt.

Öeldu õigsust võib kinnitada paljude näidetega, millistest väga tüüpiline on Leningradi Nevski Masinatehase hästisisustatud remondimehaanikatsehh (vt. tabel 9).

Tabel 9

| Detailide nimetused | Detailide numbrid | Treipinki 1A62 väljalaskva tehase poolt valmistatud detailide omahinnad * | Nevski Masinaehitustehase remondimehaanikatsehhi poolt valmistatud detailide omahinnad |
|---|---|---|---|
| Hammasratasplokk | 44-П-2 | 7—64 | 59—39 |
| Hammasratas | 54-П-2 | 5—39 | 44—13 |
| Hammasratasplokk | 55-П-2 | 8—56 | 73—44 |
| Hammasratas | 56-П-2 | 9—98 | 86—45 |
| Hammasratasplokk | 57-П-2 | 16—57 | 115—39 |
| Hammasratas | 319-162-2 | 17—75 | 124—35 |
| Supordipea | 323-162-4 | 39—55 | 225—99 |
| Käepide | 322-164-4 | 15—54 | 65—86 |

* Omahind on antud rublades ja kopikates 1960. a. hindadega.

Sellise olukorraga ei saa leppida. On saabunud aeg kiiremas korras spetsialiseerida üksikuid ettevõtteid tagavaraosade tootmiseks, et võiks kasutada praegu nende osade valmistamisega koormatud seadmeid põhitootmises.

Selle abinõu erakordselt suurt efektiivsust võib illustreerida järgnevaga. Selleks et tsentraliseeritud korras kindlustada remondidetailidega kõiki seni «Krasnõi proletarij» tehase poolt valmistatud treipinke 1A62, oleks vaja täiendavalt ligi 300 metallilõikepinki. Taolise tsentraliseerimisega vabaneks ligi 3500 metallilõikepinki, mis on praegu kasutusel samade detailide valmistamiseks paljude tehaste remondimehaanikatsehhides. Samaaegselt langeks detailide omahind.

Seega on tsentraliseerimine ja spetsialiseerimine (nende võimalikke vorme vaadeldakse spetsiaalses kirjanduses) peamiseks suunaks, mis peab lahendama tööstusseadmete remontimise korraldamise probleemi. Teiseks tähtsaks suunaks on masinate ja tööpinkide tööea ning töökindluse tõstmine.

Kaasaegsete metallilõikepinkide iga masinaehituses, arvestades moraalset kulumist, ei tohiks ületada keskmiselt 12 aastat. Meil aga ekspluateeritakse faktiliselt universaalset metallilõikepinki kuni selle mahakandmiseni vanametalliks — 27...30 aastat. Selle aja jooksul tööpink käib läbi kolmest kuni neljast kapitaalremondist, kuuest kuni kaheksast keskmisest remondist ja arvukatest väikeremontidest. Iga-aastased kulutused sellise tööpingi remondiks ja korrashoidmiseks moodustavad 20...25% tema maksumusest, aga kogu selle kasutusaja jooksul kulutatakse 8...10 korda enam vahendeid, kui on uue pingi maksumus. Väga pika kasutusaja jooksul, mis ulatub 25 aastani ja enam, seade vananeb moraalselt, jääb oma tootlikkuselt ja töötlemise täpsuselt tunduvalt maha kaasaegsetest pinkidest. Seega on vaja määrata mõistlikud kasutusajad, mis näeksid ette masina mittekasutamist peale selle konstruktsiooni moraalset vananemist.

Järelikult on seadmete mitmekordsed remontimised negatiivseks nähtuseks. Mitmekordsed remondid alandavad ettevõtte võimsust, halvendavad tootmispindade kasutamist ja põhjustavad tohutuid rahaliste ning materiaalsete vahendite väheefektiivseid kulutusi.

Remontide arvu vähendamiseks on vajalik mitte ainult parandada remondi organiseerimist ja tehnoloogiat, vaid ka tunduvalt tõsta valmistatavate seadmete kvaliteeti. Seda ülesannet peab lahendama senisest sihipärasemalt ja suurema jõudude koondamisega.

Eesmärk seisneb selles, et meie masinaehitustööstus läheks üle seadmete väljalaskmisele garantiiajaga, siis tekiks reaalne võimalus kapitaalremondi ärakaotamiseks, asendades selle keskmise remondiga, mis võimaldab senisest tunduvalt kiiremini seadmeid uuendada.

KONTROLLKÜSIMUSED

1. Millised remondimajanduse organiseerimise liigid on olemas?
2. Milles seisneb seadmete kiirremontimise olemus?
3. Milles seisneb erinevus tööpinkide sõlmmeetodil ja sõlmedejärjestikusel meetodil remontimise vahel?
4. Milliseid perspektiive kavandatakse remondiasjanduse muutmiseks?

## VI PEATÜKK

# REMONDILUKKSEPA TÖÖKOHA ORGANISEERIMINE

### 21. TÖÖKOHA ÕIGE ORGANISEERIMISE TÄHTSUS

Remondilukksepa töökoha all mõistetakse mitte ainult koostamisstendi või töölauda, millel lukksepp töötab, vaid kogu stendi või töölaua teenindamise ala, kus asuvad abiseadmed ja kõik remondi juures kasutatavad rakised.

Töökoha organiseerimist loetakse õigeks, kui see vastab järgmistele nõuetele:

a) töökoha pind peab olema sobivalt planeeritud, et sinna oleks võimalik paigutada küllaltki suurte mõõtmetega seadmeid, tõste- ja transpordivahendeid ning tööriistade, rakiste ja mitmesuguste teiste vahendite kappi, seejuures peab jääma töölistele vaba läbikäigu ja transpordivahendite läbisõidu võimalus ja et oleks ohutu ning mugav töötada;

b) töökoht peab olema varustatud töökaitse ja ohutustehnika eeskirjades ette nähtud kaitseseadmetega ning hästi valgustatud; õhu temperatuur peab olema muutumatult normaalne; koostamisjaoskonnas pole lubatud vibratsioone, järske lööke, müra ja teisi töölist väsitavaid nähtusi;

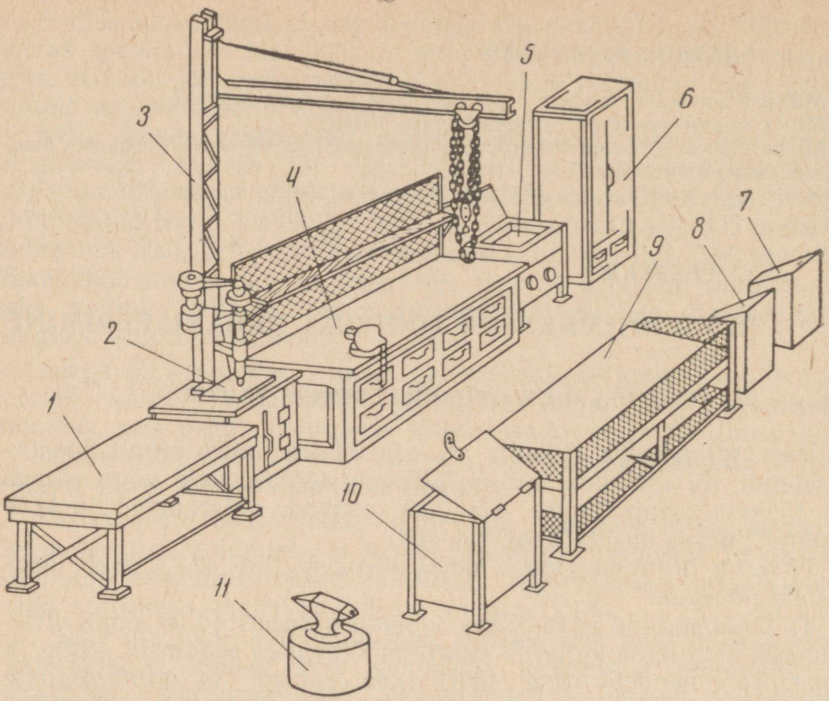
c) töökoht on vaja hoida puhtana ja korras; kogu teenindusalal ei tohi olla risustuse jälgegi.

Õigesti organiseeritud töökoht kindlustab mitte ainult ohutu ja mugava töötamise, vaid aitab ka tehnoloogilisest distsipliinist kinni pidada, tõstab remondi kvaliteeti ja alandab selle maksumust.

Töökoht võib olla alaline, kui see asub remonditsehhis, või ajutine, kui see on sisse seatud remonditava seadme juurde.

### 22. REMONDILUKKSEPA ALALISE JA AJUTISE TÖÖKOHA VARUSTUS

Remondilukksepa alalise töökoha sisustuses on põhiliseks esemeks lukksepatöölaud. Lukksepatöölaud kujutab endast sahtlitega tugevat puidust või metallist jalgadega lauda, mis on pealt kaetud lehtterasega. Töölaud peab olema jäiga konstruktsiooniga, et sellel saaks teha ka kõige raskemaid lukksepatöid.




Joon. 56. Kompleksremondibrigaadi töökoha organiseerimise skeem

Töökohas peavad asuma ainult need esemed, mis on vajalikud jooksva ülesande täitmiseks. Tööriistad, toorikud ja dokumentatsioon asetatakse väljasirutatud käe ulatusse. Sagedamini kasutatavad esemed asetatakse ligemale, vähemkasutatavad — kaugemale.

Remonditsehhidesse paigutatakse põhiliselt töölauad, millel töötavad üheaegselt mitu lukkseppa. Kruustangide vahekaugus kahe- ja mitmekohalistel töölaudadel ei tohi olla alla 1,2 meetri. Peale lukksepatöölaudade paigutatakse remonditsehhi metallist lauad remonditavate seadmete üksikute sõlmede, näiteks kiirustekastide, ettenihetekastide jms. lahtivõtmiseks, defektide kindlakstegemiseks ja koostamiseks.

Töökoht peab olema hästi valgustatud. Selleks paigutatakse töölauale liigendilise kandejala ja reflektoriga elektrivalgusti. Lukksepp istub töölaua juures taburetil või spetsiaalsel reguleeritava kõrgusega toolil või seisab puitliistudest alusel.

Eriti hästi peab olema läbi mõeldud tootmisjaoskondade või ühetüübiliste seadmete grupi juurde kinnistatud kompleksremondibrigaadide töökohtade organiseerimine (detsentraliseeritud remondisüsteemi puhul). Joonisel 56 on näidatud kompleksbri-

gaadi töökoha organiseerimise tüüpiline skeem remonditöökojas. Siia on paigutatud: märkimisplaat *1*, lauapuurpink *2*, 4,9 kN (0,5 t) tõstejõuga pöördkraana *3*, lukksepatöölaud *4*, laagrite kuumutamise vann *5*, tagavaraosade hoidmise kapp *6*, määrdunud puhastusnarmaste kast *7*, töödeldud detailide kast *8*, riiul *9*, pesemisvann *10* ja alasi *11*.

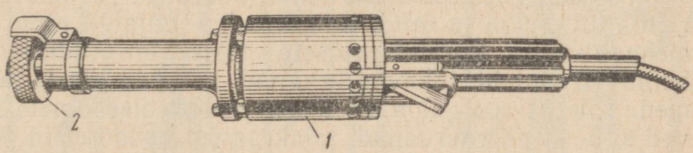
Kompleksremondibrigaadi kasutuses peavad samuti olema rakised veerelaagrite maha- ja pealepressimiseks, stend õlipumpade katsetamiseks, liikuvad paagid tööpinkide varustamiseks õliga ja emulsiooniga, kantavad tööriistakastid jms.

Sageli tuleb remondilukksepal töötada vahetult remonditava agregaadi juures. Sel juhul ta kasutab liikuvat töölauda ja liikuvat riiulit, tõsteseadmega käru, kantavat tööriistakasti ja teisi esemeid.

## 23. REMONDILUKKSEPA MEHHANISEERITUD TÖÖRIISTAD

Elektriliste ja pneumaatiliste tööriistade kasutamisega kergeneb tunduvalt remondilukkseppade töö ning väheneb ajakulu koostamis- ja sobitusoperatsioonideks.

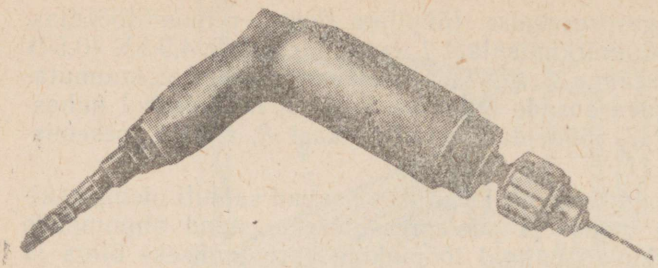
Spetsiaalsete tööpinkide ja abinõude puudumisel võib kaabitsemistööde mehhaniseerimiseks eelneva kaabitsemise edukalt asendada lihvimisega, mida tehakse väikeste mugavate käsilihvmasinatega. Elektrilisi ja pneumaatilisi käsilihvmasinaid on otstarbekas kasutada juhtpindade eelneval töötlemisel. Puhastöötlemine toimub tavalise kaabitsemisega.




Joon. 57. Elektriline lihvmasin И-66

Joonisel 57 on näidatud elektriline lihvmasin И-66, mille suurim lihvketta läbimõõt on 50 mm. Lihvmasina mootor *1* töötab vahelduvvooluga, liikumine antakse mootorilt lihvkettale *2* hammasülekande abil. Antud lihvmasinaga tehakse mitmesuguseid puhastustöid ja samuti lihvitakse juhtpindu kaabitsemise asemel.

Koha järgi aukude puurimiseks kasutatakse mitmesuguste mõõtmete ja võimsustega elektrilisi ning pneumaatilisi puurmasinaid. Joonisel 58 on näidatud pneumaatiline puurmasin PC-8, mis



Joon. 58. Pneumaatiline puurmasin PC-8

kaalub 17,7 N (1,8 kg) ja võimaldab puurida kuni 8 mm läbimõõduga auke. Selle puurmasina spindli pöörlemiskiirus rõhul 490,5 kN/m² (5 at) on 16,66 p/s (1000 p/min).

Poltide, mutrite ja kruvide keeramist mehhaniseeritakse elektriliste ning pneumaatiliste mutrikeerajate kasutamisega.

## 24. REMONDI JUURES KASUTATAVAD TÕSTE- JA TRANSPORDISEADMED

Seadmete remontimisel on paljude tööde sooritamine seotud raskete detailide, sõlmede ja isegi tervete masinate tõstmise ning ümberpaigutamisega. Seepärast on tõste- ja transpordiseadmete kasutamine kohustuslik.

Tõste- ja transpordiseadmeid jaotatakse tõste-, põrandapealseteks tõste-transpordi- ning kõrguti paigaldatud tõste-transpordiseadmeteks. Tõsteseadmete hulka kuuluvad liikumatutele tugedele riputatud plokid ja talid, tungrauad, kolmjalad ning mõned teised mehhanismid. Põrandapealsete tõste-transpordiseadmete hulka kuuluvad vintsid, liikuvad kraanad, liikuvad kärud ja teised seadmed. Kõrguti paigaldatud tõste-transpordiseadmete hulka kuuluvad sild- ja pöördkraanad, talakraanad, monorelsid ja teised mehhanismid.

### PLOKID, POLÜSPASTID, TALID

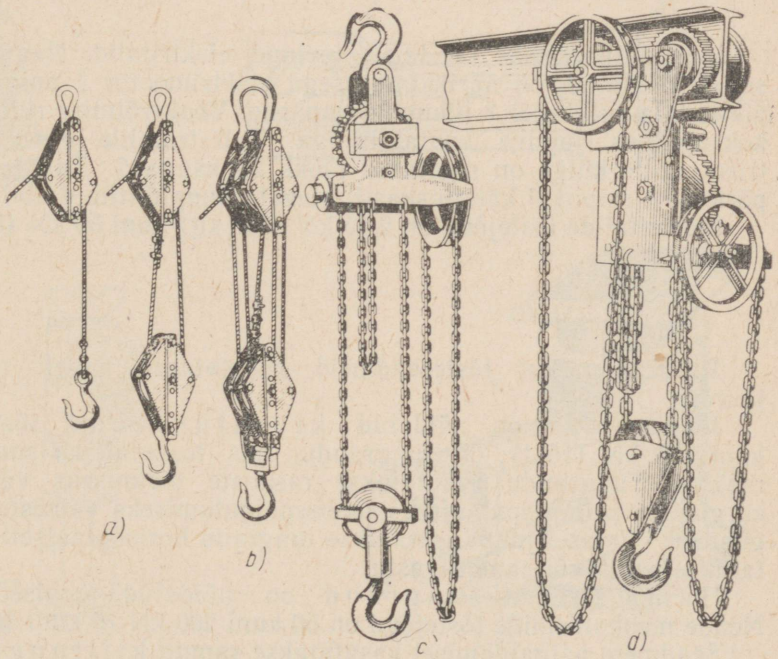
Plokk (joon. 59, *a* vasakult) on teljel pöörlev ketas, mille põial on soon trossi või keti jaoks. Ploki telg on kinnitatud kahvlikujulise raami avadesse. Raam võib olla liikuv, s. o. koos plokiga allalastav ja tõstetav, või liikumatu. Vastavalt sellele nimetatakse plokki liikuvaks või liikumatuks.

Üle ploki asetatud trossi abil tõstetakse lasti. Kui lasti vertikaalsel ümberpaigutamisel pole tähtis kiirus, vaid võit tõstmise jõus, siis kasutatakse kahte plokki: liikuvat ja liikumatut (vt.

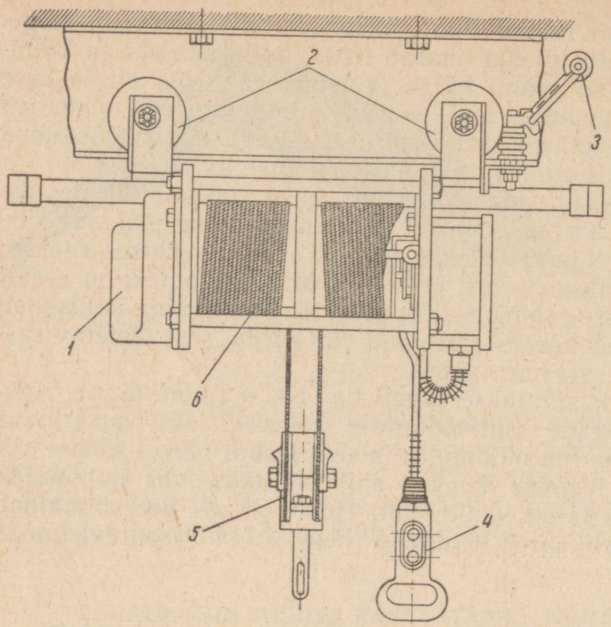
joon. 59, *a*). Tõstetav raskus riputatakse liikuva ploki raami külge. Liikuvat ja liikumatut plokki haarab tross, mille üks ots on kinnitatud liikumatu ploki raami külge ja teine, vaba ots on raskuse tõstmiseks alt tõmbamise teel. Antud juhul jaguneb tõstetava raskuse kaal trossi kahele harule võrdselt, seega nõutav tõstejõud peab võrduma ainult poolega tõstetava raskuse kaalust.

Selleks et saada suuremat võitu jõus, kasutatakse plokkide süsteeme — polüspaste. Joonisel 59, *b* on näidatud plokkide süsteem, millest kaks liikuvat plokki asuvad alumises ühises raamis, mille külge riputatakse raskus, ja kolm liikumatut plokki on asetatud ülemisse ühisesse raami. Sellise plokkide süsteemiga polüspasti kasutamisel väheneb nõutav tõstejõud viis korda, sest tõstetav raskus jaguneb viie trossi haru vahel.

Remonditöödel kasutatakse sageli talisid (joon. 59, *c*), riputades neid kolmjalgade abil töötamise kohale. Talid on erineva tõstejõuga, mille suurus näidatakse mehhanismil oleval tehase sildil. Käsitali saab ülemise konksu abil riputada või monteerida monorelsile neljarattalise vankri abil (joon. 59, *d*). See võimaldab peale raskuste vertikaalse tõstmise neid ka horisontaalsuunas ümber paigutada.




Joon. 59. Tõsteseadmed:
*a* — plokid, *b* — polüspastid, *c* — käsitali, *d* — sõiduvankriga käsitali




Joon. 60. Elektritali

Remondipraktikas on laialt levinud elektritalid. Nagu joonisel 60 näidatud, on äärikkinnitusega elektrimootor *1* paigaldatud piki I-tala rullikutel *2* liikuvale vankrile. Vooluvõtmise rullik *3* on kokkupuutes rippuva kontaktliiniga. Tali trumlile *6* on keritud tross, mille külge on riputatud plokk konksuga *5*. Tali juhitakse põrandalt rippuval käivituskastil olevate nupplülitite *4* abil.

Elektritalide tõstejõud on 2,45 kN (250 kg) kuni 50 kN (5 t).

## TUNGRAUAD

Tungraudu kui tõsteseadmeid kasutatakse sageli remondi juures.

Joonisel 61, *a* on näidatud kruvitungraud tõstejõuga kuni 150 kN (15 t); on tungraudu, mis tõstavad ka suuremaid raskusi. Tungraudu kasutatakse raskuste tõstmiseks väikestele kõrgustele ja horisontaalseks ümberpaigutamiseks väikestele kaugustele. Viimasel juhul asetatakse tungraud horisontaalselt ja toetatakse seina või samba vastu.

Hammaslatt-tungraud on näidatud joonisel 61, *b*. Nende mehhanismide tõstejõud on 50 kuni 200 kN (5 kuni 20 t).

Seadmete paigaldamisel kasutatakse samuti kiiltungraudu (joon. 61, *c*); nende abil on kerge seada pinke rangelt horisontaalsesse või vertikaalsesse asendisse. Kiiltungraua tugi *1* on oma

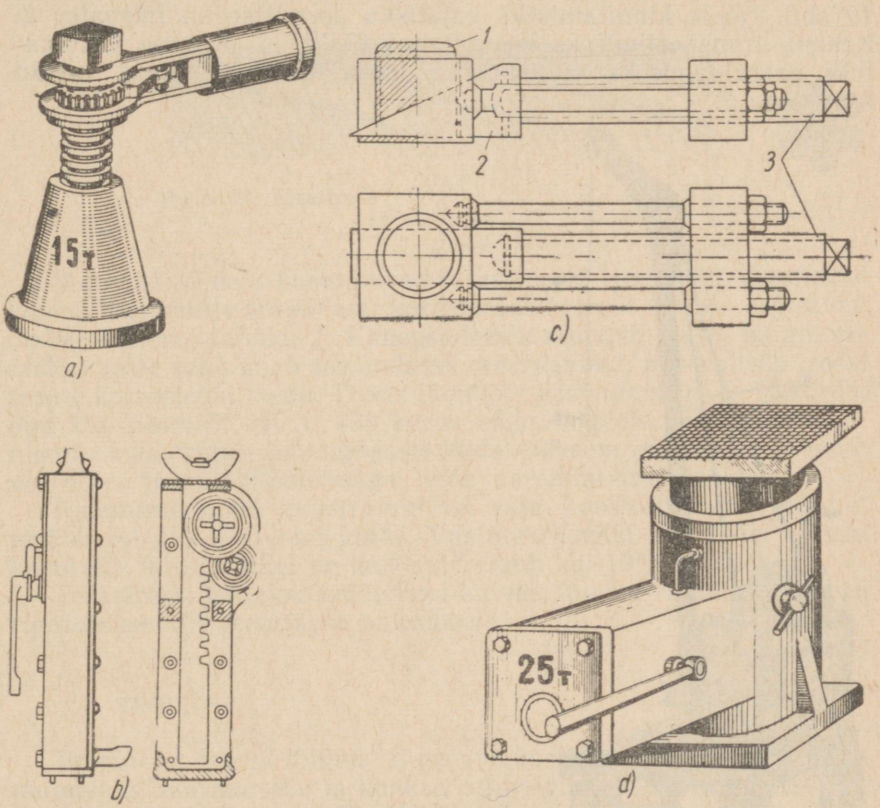
alumise kaldpinnaga kokkupuutes kiiluga *2*; tugi asetatakse pingi sängi käpa alla ja kruvi *3* pööramisega nihutatakse kiilu *2* horisontaalsuunas, mille tulemusena pink tõuseb või langeb vajalikus ulatuses.

Suuri raskusi tõstetakse hüdrauliliste tungraudadega (joon. 61, *d*).

Tungraudadega töötamisel on vaja kinni pidada järgmistest eeskirjadest:

a) enne töö algust kontrollida kogu tungrauda ja eriti tähelepanelikult põrkmehhanismi seisukorda ning selle tööd; tuleb meeles pidada, et põrklingi pealt äraminekuga raskuse tõstmisel võib kaasneda tõsine avarii;

b) tungraudà ei tohi asetada viltu; tungraua aluse alla tuleb asetada laudu või prusse;




Joon. 61. Tungrauad:

*a* — kruvitungraud, *b* — hammaslatt-tungraud, *c* — kiiltungraud, *d* — hüdrauliline tungraud

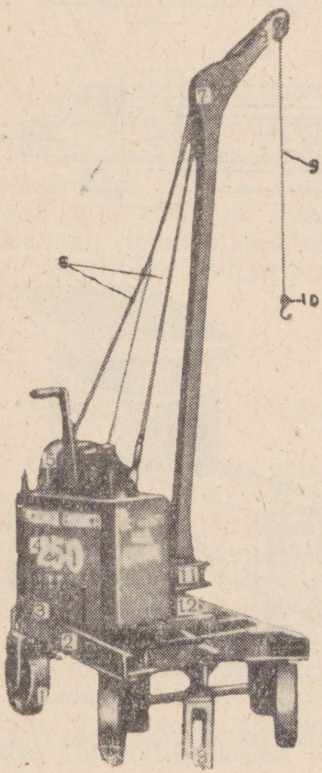
c) tõstetava eseme vigastamise vältimiseks on vaja tungraua pea ja esemega kokkupuutekoha vahele asetada vahetükk, milleks kõige sobivam on puit;

d) tungrauda ei tohi koormata suurema jõuga kui sellel märgitud;

e) tungraua mehhanismi on vaja perioodiliselt puhastada ja määrida.

### LIIKUV PÖÖRDKRAANA

Kraana (joon. 62) on monteeritud neljarattalisele vankrile *1*. Pöördraam *11* koos sellele kinnitatud noolega *8* saab pöörelda alusraamile *12* kinnitatud telje ümber. Kraana noole asendit reguleeritakse tõmmitsaga *6*. Kraana ümberkukkumist lastide tõstmisel takistab vastukaal *4*. Vastukaalule on kinnitatud käsivints *5*, millega tõstetakse lasti üle plokkide *7* asetatud trossi *9* ja konksu *10* abil. Noole kinnitamiseks vajalikku asendisse on fiksaator *3*. Kraana transportimiseks kasutatakse tiislit *13*. Kraana liikumatuks paigaldamiseks töökohale pidurdatakse tagumised rattad kruvidega *2*.




Joon. 62. Liikuv kraana

Paljudel juhtudel kasutatakse tõste- ja transpordimehhanismidega lastide tõstmisel haardevahenditena trosse ja kette. Kergemate seadmete ümberpaigutamiseks kasutatakse lihtsaid kanepköisi ning montaažitöödel kolmest, harvem neljast keerust koosnevaid masinkorrutisega tõrvas immutatud ja immutamata kanepköisi. Immutamata köis on palju pehmem, painduvam ja tugevam immutatud köiest, kuid imab endasse niiskust ja kõduneb kiiresti. Immutatud köis on ekspluatatsioonis palju vastupidavam.

Köisi valitakse ГОСТ 3066-55 järgi. Juba kasutusel olnud köite koormust vähendatakse 20 ... 40%, sõltuvalt nende seisukorrast. Lasti tõstmiseks kasutatava köie jätkamine on keelatud.




Joon. 63. Terastross

Montaažitöödeks kasutatavad terastrossid (joon. 63) koosnevad kuuest üksikutest traatidest korrutatud keerust *2*, mis asetsevad ümber kanepsüdamiku *1*. Kanepsüdamik muudab trossi painduvamaks; peale selle imab see endasse määrdeainet, mis kaitseb trossi traate korrosiooni vastu. Trossi läbimõõt peab olema 8 ... 16 korda, aga kiu läbimõõt 250 ... 450 korda väiksem ploki või tõstemehhanismi vintsi trumli läbimõõdust. Mida väiksem on trossi läbimõõt võrreldes trumli läbimõõduga, seda paremini tross töötab.

Kasutusel olnud terastrossid on vaja hoolikalt kontrollida, et neil ei esineks katkenud kiude. Vastutusrikastel tõstmistel ei tohi kasutada trossi, millel on katkenud enam kui 10% kiududest.

Terastrossi hoitakse määrituna kuivas suletud ruumis, kus need riputatakse või asetatakse puitalusele.

## TROPID

Tropid on trossi lõigud tõstetava lasti haaramiseks. Lastide mugavaks haaramiseks ja konksu otsa riputamiseks valmistatakse troppide otsad silmuse- või sõlmekujulistena. Tropid peavad olema tehtud sellised, et neid oleks kerge konksu külge kinnitada ja konksu küljest ära võtta ning kerge lastist vabastada. Peale selle peavad tropid vastama ohutu töötamise nõuetele.

Kergemate lastide tõstmiseks kasutatakse kaneptroppe ja raskete lastide tõstmiseks terastroppe. Troppide pikkused on 5 . . . 12 m.

Troppide kasutamise kõikidel juhtudel on vaja täita järgmisi eeskirju:

a) vigastatud troppide kasutamine on keelatud;

b) kõik tropi harud peavad olema ühesuguse pingusega (seda kontrollitakse käega surumisel harude keskelt) ja nende asetus peab olema selline, et transporditav tööpink oleks rangelt horisontaalses asendis;

c) kohtadesse, kus tropp puutub kokku lasti teravate servadega või töödeldud pindadega, pannakse vahele lauatükikesed või takud;

d) tropi harud ei tohi olla keerdunud;

e) vajaduse korral pannakse tropi harude vahele laialihoidjad;

f) tropp eemaldatakse alles pärast seda, kui last on võtnud stabiilse asendi.

## KONTROLLKÜSIMUSED

1. Mida nimetatakse töökohaks?
2. Mida mõistetakse töökoha organiseerimise all?
3. Miks on töökohas vajalik hoida puhtust ja korda?
4. Milliseid remondilukksepa mehaanilisi tööriistu te teate?
5. Milliseid tungraudade tüüpe te teate?

# TÖÖSTUSSEADMETE DETAILIDE KULUMINE, MASINATE TÖÖEA TÕSTMINE

## VII PEATÜKK

## MASINATE JA TÖÖPINKIDE DETAILIDE KULUMINE

### 25. KULUMISE OLEMUS. ÕLITAMISE TÄHTSUS

Masinad ja pingid muutuvad kasutamiskõlbmatuks nende detailide kulumise tagajärjel. Detailide kulumine põhjustab remondikulutusi ja teeb sellega masinate ekspluatatsiooni kallimaks; masinate remontimiseks vajalikud seisakud alandavad ettevõtte tootlikkust.

Seadmete detailid kuluvad ebaühtlaselt. Olenevalt töötingimustest kuluvad ühed detailid kiiremini, teised aeglasemalt. Enamikes mehhanismides väljendub kulumine ühenduses oleva lõtku suurenemises.

Iga detaili jaoks kehtestatakse kulumise lubatud piir (piirkulumine), s. o. kulumise suurus, mille juures detaili edasine ekspluateerimine ei ole lubatud. Tavaliselt määratakse detailide piirkulumine järgmiste tunnuste järgi:

a) detaili tugevuse langus;

b) ühenduse iseloomu muutumine;

c) kulunud detailide mõju sõlme teiste detailide tööle.

Seadmete detailide kulumise intensiivsus sõltub põhiliselt nende töötingimustest ja -režiimist. Nii näiteks masstootmises kuluvad seadmed kiiremini kui individuaaltootmises. See on tingitud seadmete intensiivsemast ekspluateerimisest.

Hõõrduva paari kulumise intensiivsus oleneb materjalist, õlitamise iseloomust, erisurvest ja libisemiskiirusest, ühenduskohas olevast temperatuurist ning ümbritsevast keskkonnast (ümbritsevas õhus olevast tolmust jm.).

Eristatakse: mehaanilist, molekulaarmehaanilist ja korrosioonkulumist.

Mehaaniline kulumine tekib hõõrdejõu töö tulemusena ühe detaili libisemisel teise suhtes. Mehaanilise kulumise juures toimub metalli pindmise kihi mahahõõrumine (mahalõikamine) koos töötavatelt detailidelt, mis seepärast kaotavad oma geomeetrilised mõõtmed.

Mehaaniline kulumine kiireneb, kui hõõrduvate pindade vahele satuvad metalli kõvad osad. Pindadel tekivad kriimustused ja vaokesed, lõtkud detailide vahel muutuvad lubamatult suureks ja masina normaalne ekspluateerimine on häiritud.

Mehaaniline kulumine tekib võlli pöörlemisel laagris, liuguri lõikumisel mööda juhtpindu jne.

See tekib ka pindade veerehõõrdumisel, kuna veerehõõrdumisega kaasneb paratamatult ka libisemishõõrdumine. Taolistel juhtudel on aga kulumine väga väike. Veerelaagrid muutuvad töökõlbmatuks sellepärast, et kuulide ja rullide pindadel ning võrude veerepindadel tekivad väikesed süvendid (armid, sõmerus), mille hulk ja pind vähehaaval suureneb. See toimub detailide tööpindadele mõjuvate suurte eri- ja vahelduvate survete tõttu.

Metalli väsimus on nähtus, mis leiab aset detailide dünaamilisel ja vahelduvasuunalisel koormamisel. Metalli väsimusé tagajärjel tekivad selles ülipeened praod, seejärel algab metalli murenemine, mis võib viia detaili avariipurunemiseni. See mehaanilise kulumise eriliik — rõugekujuline kulumine — esineb sageli hammasajamites hammaste tööpindadel. Metalli väsimus on üheks võllide, telgede, hüdrosilindrite, kepsude, kepsupoltide jt. purunemise põhjuseks.

Mehaaniline kulumine võib tekkida ka seadmete detailide halva hooldamise tagajärjel. Kulumise algus kiireneb õlitusrežiimi rikkumise, remondi hilinemise ja selle halva kvaliteedi ning masinate suure ülekoormuse puhul.

Molekulaar-mehaaniline kulumine seisneb pindade kleepumises (kaasahaaramises). See nähtus esineb mittekülla1dase õlitamise ja suurte erisurvete puhul, kui kaks pinda puutuvad kokku niivõrd tihedalt, et hakkavad mõjuma molekulaarjõud, mis põhjustavad pindade kaasahaaramist hõõrdumisel. Molekulaar-mehaanilisel kulumisel tekib kas suhteliselt aeglane pindmiste kihtide purunemine või tekivad pinnale sügavad kriimustused ja märgatavate osade lahtirebimine (algab sissesööbimine).

Korrosioonkulumine tekib tavaliselt masinate ja seadmete detailidel, millele vahetult mõjuvad vesi, õhk, keemilised ained, temperatuur. Kui õhutemperatuur tootmishoones ei ole püsiv, siis igakordsel temperatuuri tõusul õhus sisalduv veeaur puutub kokku külmemate metalldetailidega ja sadestub viimastele kondensaadi näol. See kutsub esile metalli roostetumise, s. o. metalli ühinemise õhuhapnikuga.

Korrosiooni mõjul tekivad detailides sügavad söövitused, materjal omandab urbse pinna ja kaotab mehaanilise tugevuse. Kor-

rosioonkulumine esineb tihti hüdropresside ja auruvasarate detailide juures, kuna need töötavad auru või vee keskkonnas.

Korrosioonkulumisele kaasneb harilikult ka mehaaniline kulumine, kuna detailid on omavahel ühenduses. Sellisel juhul toimub nn. korrosioon-mehaaniline kulumine, s. o. moodustub kompleksne kulumine.

Põhiliseks tingimuseks masindetailide kaitsmisel kulumise eest ja nende kindla töö tagamiseks on hõõrduvate pindade regulaarne ja õige õlitamine.

Õlitamisele kuuluvad masinate detailide kokkupuutuvad (hõõrduvad) tööpinnad. Töö ajal eraldatakse need üksteisest määrdeaine kihiga (näiteks õli), mille tulemusena tööpindadel olevad arvukad mikrokonarused ei puutu üksteisega kokku. Hõõrdumise vähendamist soodustab ka määrdeaine liikuvus. Lõpuks — õli juhib väga hästi soojust ja eemaldab metalli osakesi, mis toimivad abrassiivina (kulutavalt). Samaaegselt kaitseb määrdeaine detaile korrosiooni eest.

Kui kahe kokkupuutuva detaili pinnad on teineteisest täielikult eraldatud määrdeaine kihiga ja koormuse võtab vastu õlikile, siis on tegemist niinimetatud *vedelikulise hõõrdumisega.*

Töötavate detailide kokkupuutuvate pindade mitteküllaldase määrimise korral tekib *pool-vedelikuline hõõrdumine*, s. o. hõõrdumine, mille puhul ainult osa kokkupuutuvatest pindadest on eraldatud määrdeaine kihiga. Pool-vedelikuline hõõrdumine tekib masina liikumise alguses ja pärast selle seiskamist, kui mehhanismide raskuse all määrdeaine surutakse välja ja õlikiht katkeb.

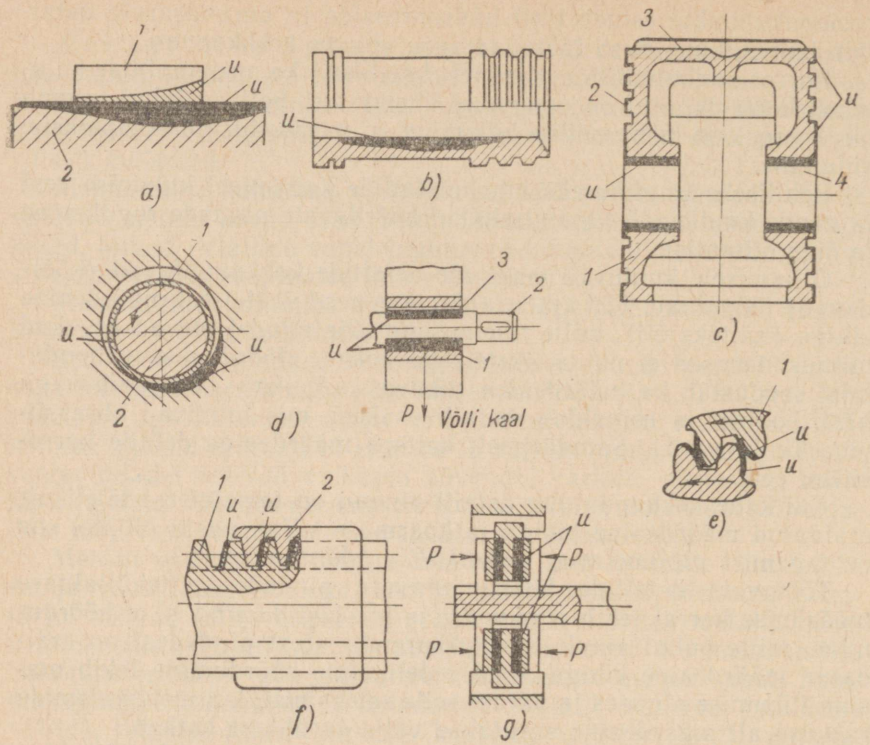
Mitteküllaldasele määrimisele vihjab ühenduspindadel tekkiv must õhuke õlikiht — õli ja kulunud metallijäätmete segu. Normaalse määrimise juures tumedat kihti ei täheldata.

## 26. SEADMETE MITMESUGUSTE DETAILIDE KULUMISE ISELOOM

Tasapinnaliste juhtpindadega detailide mehaaniline kulumine toimub tavaliselt ebaühtlaselt juhtpindade ulatuses. Kulumise tagajärjel rikutakse juhtpindade tasapinnalisus, sirgjoonelisus ja paralleelsus, mõningatel juhtudel ka ristseis mõnede pindade suhtes.

Ebaühtlane kulumine on juhtpindade pikisuunas mõjuvate ebaühtlaste koormuste tagajärg. Nii näiteks muutuvad sängi sirgjoonelised juhtpinnad suurte kohalike koormuste tõttu keskel nõgusaks ja nendega kokkupuutuvad töölaua lühemad juhtpinnad kumeraks (joon. 64, *a*).

Mootorite, kompressorite, auruvasarate ja teiste masinate silindrid ning hülsid kuluvad samuti ebaühtlaselt (joon. 64, *b*). Kulumine toimub kolvirõngaste liikumise kohas ja silindri või hülsi sisemine läbimõõt suureneb. Samuti muutub silindri ava kuju




Joon. 64. Kulumise kohad (tähistatud tähega *u*):
*a* — töölaua *1* ja sängi *2* juhtpindadel, *b* — silindri sisepinnal, *c* — kolvil, *d* — laagril *1*, võlli kaelal *2*, lõtkul *3*, *e* — hammasajami hammastel, *f* — kruvi *1* ja mutri *2* keermel, *g* — ketasfriktsioon-siduril

(tekib koonilisus, ovaalsus või tünnilisus), tekivad kriimustused ja teised defektid.

Sisepõlemismootorite silindritel esineb suurim kulumine nende ülemises osas — seal, kus mõjub suurim surve ja kõrgeim temperatuur. Sepistusseadmeis on, vastupidi, suurim kulumine silindri alumises osas — seal, kus kolb on löögi ajal.

Kolvi kulumine (joon. 64, *c*) seisneb seeliku *1* hõõrumises ja kriimustustes, soontevaheliste ühenduste *2* murdumises, pragude tekkimises kolvi põhja *3* ja kolvi sõrme ava *4* suurenemises.

Võllide kulumine (joon. 64, *d*) ilmneb nende deformeerumises (võllid muutuvad kõveraiks ja väänatuiks). Võllide kaeltele tekivad kriimustused; silindrilised kaelad muutuvad koonilisteks, tünnilisteks või ovaalseteks.

Samuti muutuvad koonilisteks liugelaagrite ja pukside silindrilised avad. Avade ümar põiklõige muutub ovaalseks.

Võllikaela ja puksiava pindade ebaühtlane kulumine võlli pöörlemisel on erisuunaliste ja erineva suurusega koormuste mõju tagajärg. Kui võllile selle pöörlemisel mõjub ainult omakaal, siis kulumine tekib laagri alumises osas, nagu on näidatud joonisel 64, *d*.

Hammasajamites kuluvad hambad (joon. 64, *e*). Tekivad kriimustused, hambad kaotavad oma kuju, mõõtmed ja murduvad.

Hammasrataste hammaste murdumine, pragude tekkimine kodarais, rattapöias ja rummus, istuvade ning liistude kulumine on tingitud kolmest peamisest põhjusest: esimene — hammasajami ülekoormus, teine — võõrkehade sattumine ajamisse, ja kolmas — ebaõige koostamine (näiteks kaardus telgedega hammasratta kinnitamine võllile).

Käigukruvidel kasutatakse trapetsi- või ristkülikukujulist keeret. Kruvil ja mutril kulub keere, selle niidid muutuvad peenemaks (joon. 64, *f*). Kuna rõhuv enamus treipingil töödeldavaid detaile on käigukruvist lühemad, siis kuluvad kruvide keermed tavaliselt ebaühtlaselt. Enam kulub keerme see osa, mis töötab rohkem.

Käigukruvide mutrid kuluvad kiiremini kui kruvid. Põhjused on järgmised: 1) mutrite keere on halvasti kaitstud mustuse eest — seda on ebamugav puhastada tolmust ja mustusest; 2) real juhtudel mutrite määrimine on mitteküllaldane; 3) mutril töötavad kõik keermeniidid sel ajal, kui kruvil töötab üheaegselt vaid osa keermeniite (niipalju kui on neid mutril).

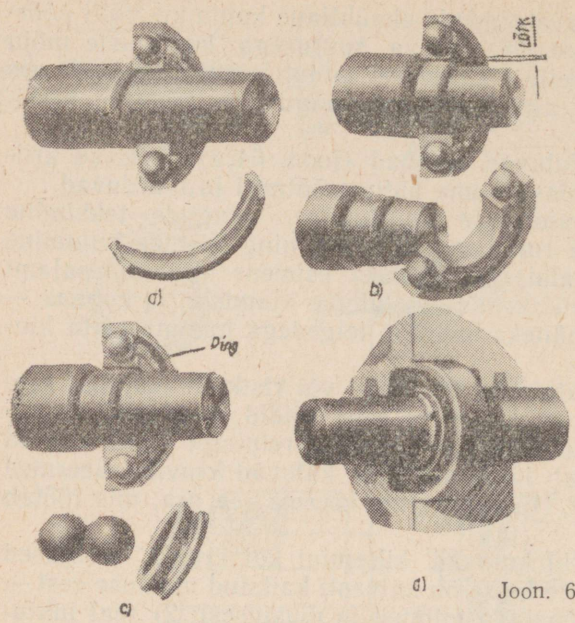
Ketassiduritel on hõõrdejõudude tõttu suurim kulumine ketaste otstes (joon. 64, *g*). Otspinnad kuluvad, nendel tekivad kriimustused ja nende tasapinnalisus rikutakse.

Keermeühendustes kulub kõige sagedamini keerme profiil, mis põhjustab lõtku suurenemise ühenduses. Seda täheldatakse mitte ainult käiguühendustes, vaid ka survekruvide ja tihti lahtivõetavate kinnituspoltide juures.

Keermeühenduste kulumine on kruvide ja mutrite mitteküllaldase või, vastupidi, ülemäärase kinnikeeramise tagajärg. Eriti suur on kulumine siis, kui töötav ühendus võtab vastu suuri või vahelduvaid koormusi. Poldid ja kruvid venivad pikemaks, mille tõttu keerme samm ja profiil moonutuvad ning mutter hakkab «sisse sööbima». Neil juhtudel võib tekkida detailide avariipurunemine. Poldipeade ja mutrite servad kuluvad kõige sagedamini seepärast, et nende keeramiseks kasutatakse sobimatuid võtmeid.

Liistühendustes kuluvad nii liistud kui ka liistusooned. Selle nähtuse võimalikeks põhjusteks on detaili istu nõrgenemine võllil ja liistu ebaõige sobitamine pessa.

Veerelaagrites kuluvad tööpinnad. Veerepindadele tekivad armid, punktid, jooksutee ja kuulide kestendamine. Dünaamilise koormuse mõjul toimub nende väsimuspurunemine. Laagri liiga tiheda istu korral võllil ja korpuses kuulid ning rullid pigistatakse




Joon. 65. Veerelaagrite kulumine

kokku võrude vahele, mille tulemuseks on võimalik võrude kaardumine montaažil ja teised ebasoovitavad tagajärjed.

Joonisel 65 on näidatud laagrivõrude kulumise liigid: kulumine kaardumise tõttu *(a)*, sisemise võru kulumine selle pöörlemise tõttu võlli kaelal *(b)*, sisemise võru jooksutee kestendamine liigse pingu ja veerekehade kokkupigistamise tõttu *(c)*. Joonisel 65, *d* on näidatud ühendus mittekorras tihendiga. Niisuguse tihendi olemasolu ühenduses loob tingimused laagri detailide kiirendatud kulumiseks, kuna tihendi ja võlli vahele satub palju tolmu.

## 27. DETAILIDE KULUMISE MÄÄRAMINE

### KULUMISE TUNNUSED

Masina või pingi detailide kulumise üle võib otsustada nende töö iseloomu järgi. Masinais, kus väntvõllid on kepsudega (sisepõlemismootorid, aurumasinad, ekstsentrikpressid, pumbad jt.), võib kulumise olemasolu üle otsustada tumedate löökide järgi detailide ühenduskohtades. Need on seda tugevamad, mida suurem on kulumine.

Müra hammasajamites on hammaste profiili kulumise tunnuseks. Liist- ja hammasliidete kulumise korral on tunda tumedaid ja järske lööke iga kord, kui muudetakse pöörlemise või sirgjoonelise liikumise suunda.

Kulumise olemasolu pingi sõlmedes võib kindlaks teha mitte üksi kuulmise, vaid ka pingil töödeldud pindade välimuse järgi. Kui näiteks detaili treimisel tekivad sellele võrdsete vahedega rõngataolised kõrgendikud või sisselõiked, siis tähendab see, et supordipõlles on hammasratta ja -lati hambad kulunud; supordi sujuv liikumine muutub katkendlikuks. Selline defekt on sageli põhjustatud ka sängi ja supordikelgu juhtpindade kulumisest, kuna supordipõlle ja ettenihetekasti avad, mida läbib käiguvõll, ei jää samateljelisteks.

Spindli koonilisse avasse kinnitatud võlli treimisel selle pinnale tekkivad vibratsioonijäljed näitavad lõtku suurenemist spindli kaelte ja laagrite vahel nende kulumise tõttu.

Kui treipingil töödeldav detail muutub kooniliseks, siis see tähendab, et spindli laagrid (peamiselt esimene) ja sängi juhtpinnad on kulunud, kui aga ovaalseks — siis seda, et spindli kael on kulunud ja muutunud ovaalseks.

Keermetele kinnitatud lülituskangide vabakäigu suurenemine näitab kruvide ja mutrite keermete kulumist. Vabakäigu all mõistetakse lülituskangi teatud vaba pöördenurka, enne kui see sunnib liikuma sellega ühendatud detaili. Treipingi supordi lülituskangidele lubatav vabakäik on $^1/_{40}$ kruvi pööret.

Masinate detailide kulumise alguse üle otsustatakse tihti nendel tekkivate kriimustuste, vaokeste ja mõlkide, aga ka nende kuju muutuse järgi. Masinate detaile, mis töötavad suurtel vahelduvatel koormustel, vaadeldakse läbi luubi, kontrollides väikeste pragude olemasolu, mis võivad edaspidi põhjustada detailide purunemisi. Mõningatel juhtudel kontrollitakse vasaraga. Plärisev heli vasaraga detailile koputamisel annab tunnistust märgatavate pragude olemasolust detailis.

Veerelaagritega sõlmede töö üle võib otsustada nende poolt tekitatava müra iseloomu järgi. Kõige parem on niisugust kontrolli teha spetsiaalse abinõuga — stetoskoobiga. Kui stetoskoopi ei ole, kasutatakse metallvarrast, mille ümar ots asetatakse kõrva juurde ja terav ots kohta, kus asub laager. Normaalse töö juures on kuulda nõrka müra — ühtlane tasane surin; kui aga laagri töö on häiritud, tekib tugev müra.

Vile või tugev (kilisev) müra näitab seda, et laagris ei ole määret, rullid või kuulid on kokku pigistatud sisemise ja välimise laagrivõru jooksuteede vahele. Ragisev müra sagedaste kõlavate löökide näol tähendab, et kuulidele, rullidele või võrudele on tekkinud armid või on laagrisse sattunud tolm ja mustus.

Tumedad löögid signaliseerivad laagri istu nõrgenemisest võllil või korpuses.

Laagri tööd võib kontrollida ka kompamise teel käelaba välisküljega, mis ilma valuta kannatab temperatuuri kuni 60° C. Nii näiteks määratakse kindlaks laagri liigne kuumenemine, mis võib olla tingitud kuulide või rullide kokkupigistamisest laagrivõrude

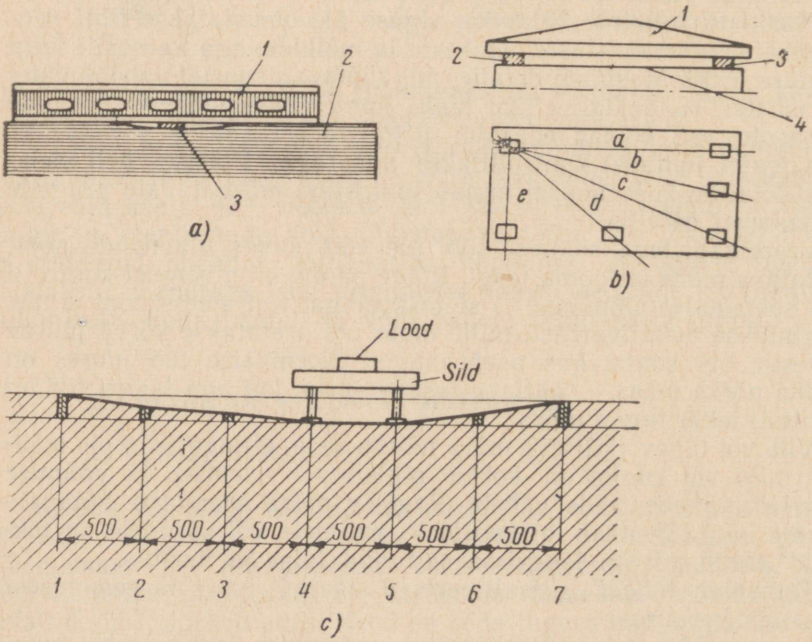
vahele tugede samateljelisusest mittekinnipidamise tõttu või on tingitud määrde puudumisest laagris, eriti siis, kui võll pöörleb suure kiirusega. Laagri liigne kuumenemine võib suurtel kiirustel olla tingitud ka õlituse üleküllusest. Seejuures muutub õli tihkeks (see nagu jookseb kuulide või rullide laagrivõrudega tekkiva suurima kontakti ees) ja loob võlli pöörlemisele lisatakistuse. Laagri märgatav kuumenemine põhjustab selle kiirendatud kulumist.

Võlli raske pööramine näitab samateljelisuse puudumist võlli ja laagri vahel või laagri ülemäära tihedat istu võllil või korpuses.

## JUHTPINDADE KULUMISE MÄÄRAMINE

Et määrata kulunud detailide remontimiseks kõige otstarbekam viis, on vaja teada kulumise astet. Kulumise aste määratakse mitmesuguste meetoditega.

Juhtpindade kulumise astme kindlaksmääramiseks kasutatakse kontrolljoonlauda ja lehtkaliibreid (joon. 66, *a*). Joonlaua pikkus peab olema vähemalt $^2/_3$ kontrollitava pinna pikkusest.




Joon. 66. Juhtpindade kulumise määramine:

*a* — sirgjoonelisuse kontroll joonlaua ja lehtkaliibri abil, *b* — tasapinnalisuse kontroll joonlaua ja mõõtplaatide abil, *c* — sirgjoonelisuse kontroll silla ja loe abil

Enne kontrollimist tuleb juhtpinnad puhastada, et eemaldada nendelt mõlgid ja jämedad kriimustused. Pärast seda asetatakse joonlaud *1* juhtpindadele ja lehtkaliibritega *3* mõõdetakse pilu suurus joonlaua ja juhtpindade *2* vahel iga 300...500 mm pikkuse kohta. Seal, kus pilu on suurim, on juhtpinna kulumine, s. o. kõrvalekalle sirgjoonelisusest, suurim.

Laiad pinnad kontrollitakse tasapinnalisusele (joon. 66, *b*). Selleks asetatakse joonlaud *1* kahele samamõõdulisele kontrollplaadile *2* ja *3* ning mõõdetakse lehtkaliibritega vahekaugus detaili pinna *4* ja joonlaua vahel. Seda tehakse mitmes — *a*, *b*, *c*, *d* ja *e* — suunas, mõõtes iga kord mitmes eri punktis piki joonlauda.

Mõnikord kasutatakse lehtkaliibrite asemel maisipaberi tükke paksusega 0,02 mm. Paberitükid asetatakse mitmesse kohta ja nende peale pannakse joonlaud. Pärast seda hakatakse paberitükke joonlaua alt välja tõmbama; kui pind on sirgjooneline, siis paberitükid ei tule joonlaua alt välja, vaid purunevad.

Juhul kui juhtpinnad on märgatavalt pikemad olemasolevast kontrolljoonlauast, määratakse kulumine tundliku loe ja spetsiaalse abinõu — silla — abil või kasutatakse viimase asemel tagapuki või supordikelgu alust.

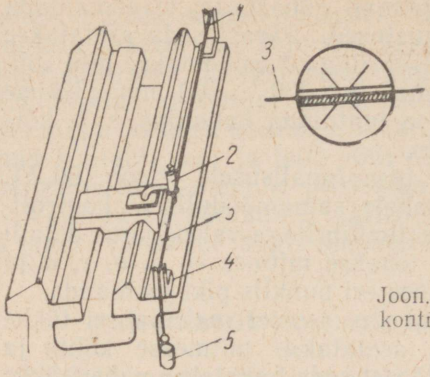
Joonisel 66, *c* on näidatud treipingi sängi juhtpindade horisontaaltasapinnas kulumise mõõtmise skeem taolisel viisil.

Pikisuunas asetatud loega silda nihutatakse piki juhtpindu, püüdes jälgida loe mullikese suurimat kõrvalekallet ja sellisel viisil leida kõige enam kulunud lõik sängil. On see lõik leitud, jagatakse säng pikisuunas kõige enam kulunud kohast alates võrdseteks lõikudeks. Lõikude pikkused võetakse võrdseks silla laiusega või selle tugede vahekaugusega. Kõige enam kulunud lõigus reguleeritakse lood nii, et põhiampulli mullike oleks keskel, s. t. nullis.

Kirjeldatud viisil kulumise astme määramisel tuleb arvestada, et lood näitab kõrvalekallet 1000 mm kohta sel ajal, kui mõõtmisi teostatakse lühemate lõikude kaupa. Järelikult on loe näidud vaja ümber arvutada tegelikult mõõdetud pikkustele. Kui näiteks skaalajaotuse väärtus on 0,04 mm 1000 mm kohta, aga iga mõõdetav pikkus on 500 mm, siis skaala jaotuse väärtus mõõdetaval lõigul on 0,02 mm.

Horisontaalsete juhtpindade kulumise määramine silla ja loega toimub järgmiselt. Sild asetatakse sängi kõige enam kulunud kohale, mis leitakse selliselt, et selle piiridel lood kaldub kord ühele, kord teisele poole (olgu see lõik *4—5*). Siis nihutatakse lood lõigule *5—6*. Siin määratakse loe näit (mullike kaldub tõusu poole) ja kantakse see spetsiaalsesse tabel-graafikusse. Kui näiteks mullike kaldus kolme jaotuse võrra, siis jaotuse väärtuse juures 0,04 mm 1000 mm kohta ja mõõdetava lõigu pikkuse juures 500 mm on kõrvalekalle sirgjoonelisusest $0{,}02 \times 3 = 0{,}06$ mm.

Edasi asetatakse sild loega lõigule *6—7* ja määratakse samuti




Joon. 67. Pikkade juhtpindade sirgjoonelisuse kontroll keele ja spetsiaalse mikroskoobi abil

loe näit. Kui ka siin on saadud 0,06 mm, siis tähendab see, et tegelikult on kõrvalekalle sirgjoonelisusest lõigul *5*—*7* 0,12 mm.

Kirjeldatud võtetega määratakse juhtpindade üldine kõrvalekalle sirgjoonelisusest.

Pikkade, s. o. üle 2500 mm juhtpindade sirgjoonelisust kontrollitakse (joon. 67) pingule tõmmatud keele ja suure täpsusega mikroskoobi abil. Mikroskoop *2* asetatakse sillale rangelt vertikaalselt ja keel *3* (terastraat läbimõõduga umbes 0,1 mm) tõmmatakse pingule sängi otste külge kinnitatud spetsiaalsete toendite *1* ja *4* ning koormuse *5* abil. Kõik peab olema paigutatud nii, et mikroskoobi okulaari niitide ristumiskoht langeks kokku keele ühe külgmoodustajaga mõlemal pool juhtpinna otsas. Kui see on saavutatud, nihutatakse silda piki juhtpinda ja iga 500 mm järele määratakse skaala näit mikroskoobil ning kantakse graafikusse.

Kalasabakujulised kulunud juhtpinnad (näiteks supordil ja laual) kontrollitakse paralleelsusele universaalse indikaatorrakise abil. Mõõtmisi teostatakse mitmes kohas juhtpindade kogu pikkuses. Kulumise suurus leitakse indikaatori suurima ja vähima näidu vahena.

### HÜDROSTAATILINE JA OPTILINE MEETOD TASAPINNALISUSE KONTROLLIMISEKS

Hüdrostaatiline kontrollmeetod. Mõõtmise aluseks sellel meetodil on ühendatud anumate põhimõte. Kontrollseade koosneb kahest mõõtepeast *4* (joon. 68, *a*), elastsest polükloorvinüülist veevoolikust *3* ja õhuvoolikust *2*.

Mõõtepeadesse on paigaldatud kruvisügavusmõõdik *1*. Mõõtepeade ühendamisel õhu- ja veevoolikutega tekib suletud hüdrostaatiline süsteem. Õhuvoolikud hoiavad süsteemis püsiva õhurõhu.

Mõõteotsiku veepinnaga kokkupuute jälgimise hõlbustamiseks on mõõtepea külge kinnitatud peegel.

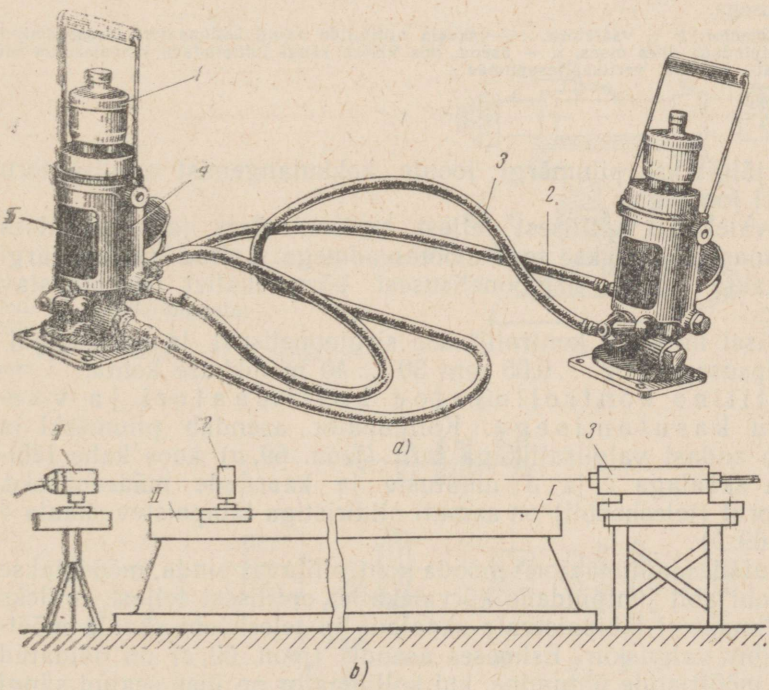
Mõõteotsiku kokkupuude veepinnaga on hästi nähtav, kuna mõõtepea reservuaar koosneb klaassilindrist, mis asub aknaga *5* varustatud metallkeres.

Kontrollimine toimub järgmiselt: üks mõõtepea asetatakse liikumatult kontrollitava pinna keskele, teist nihutatakse mööda antud pinda ja mõõdetakse vee nivoo mõõtepeades kontrollitaval pinnal varem märgitud kohtades. Mõõtepeade näitude vahe järgi määratakse kontrollitava pinna kõrvalekalle tasapinnalisusest.

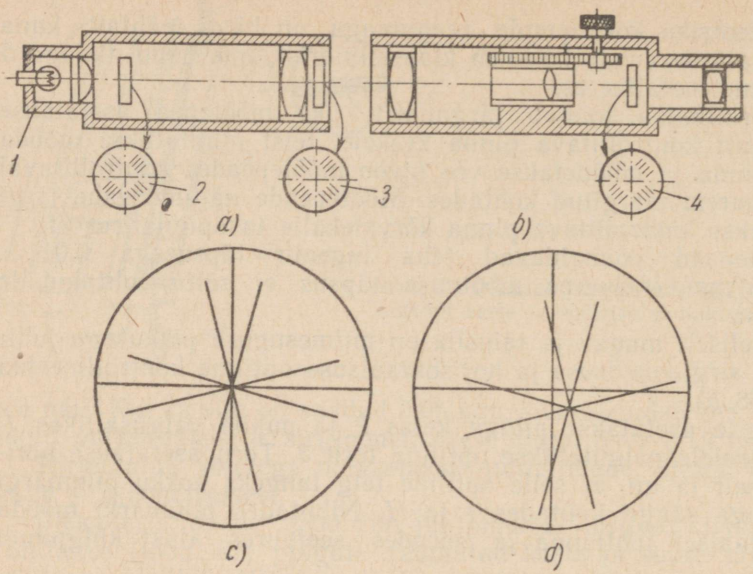
Mõõtepead võimaldavad teha lugemit täpsusega 0,01 ... ... 0,015 mm, seejuures mõõtmise täpsus ei sõltu juhtpindade pikkusest.

Suhteliselt mugav ja täiuslik on mitmesuguse pikkusega juhtpindade sirgjoonelisuse ja horisontaalsuse optiline kontrollmeetod (joon. 68, *b*).

Sängile asetatakse piluga ketas *2* ja pukile valgusallikas *1*. Vastaspoolele paigutatakse optiline toru *3*. Toru asetatakse horisontaalselt ja nii, et selle optiline telg langeks kokku pilumärgi ristikesega sängil kohtades *I* ja *II*. Nihutades pilumärki mööda horisontaalset juhtpinda ja surudes seejuures alust külgpinna




**Joon. 68.** Tasapinnalisuse hüdrostaatiline *(a)* ja optiline *(b)* kontrollmeetod




Joon. 69. Tasapinnalisuse optiline kontrollmeetod kollimaatori ja vaatetoru kasutamisega:

*a* — kollimaator, *b* — vaatetoru, *c* — skaala niitristide asend kollimaatori ülesseadmisel sängi juhtpindade ühes otsas, *d* — asend, mis näitab sängi juhtpindade kõrvalekallet nii horisontaal- kui ka vertikaaltasapinnas

vastu, jälgitakse pilumärgi joonte kokkulangemist optilise toru okulaari joontega.

Kõrvalekallet optilisest teljest horisontaalses ja vertikaalses tasapinnas mõõdetakse toru mõõteseadmega. Leitud hälvete järgi koostatakse sängi sirgjoonelisusest kõrvalekallet iseloomustav graafik.

Sellisel meetodil kontrollitakse sirgjoonelisust ja horisontaalsust täpsusega 0,02 . . . 0,05 mm 30 . . . 40 m pikkuse kohta.

Optiline kontrollmeetod kollimaatori ja vaatetoru kasutamisega. Kollimaator asendab pilumärki ja kujutab endast valgusallikaga toru (joon. 69, *a*) koos kahe läbipaistva skaalaga *2* ja *3* nihutuste ja kaardude määramiseks. Vaatetorul (teleskoobil) on samuti niidiristiga läbipaistev skaala *4* (joon. 69, *b*).

Nihutades kollimaatorit mööda kontrollitavat pinda, mõõdetakse teleskoobi abil juhtpindade kõrvalekallet optilisest teljest, milleks on kollimaatori läbipaistvate skaalade ja teleskoobi skaala mõõtriste läbiv valguskiir. Esimeses asendis (joon. 69, *c*) on näidatud skaala mõõtristide ühtumine, kui kollimaator on üles seatud sängi juhtpindade ühes otsas.

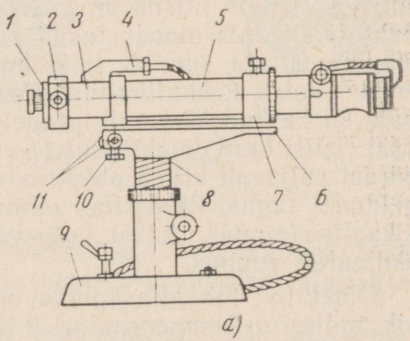
Järgmine asend (joon. 69, *d*) näitab sängi juhtpindade kõrvalekallet sirgjoonelisusest nii horisontaal- kui ka vertikaaltasapinnas.

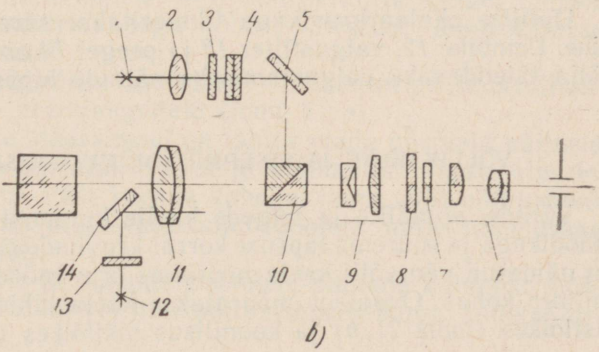
Palju täpsem on optiline kontrollmeetod autokollimaatori * abil. See meetod põhineb valguskiire nihkumisel, mis optilisest torust väljudes peegeldub kontrollitavat pinda mööda nihutatavalt peeglilt, mida kasutatakse pilumärgi asemel. Autokollimaatori süsteemi tagasipeegelduva kiire nihkumise järgi määratakse kontrollitava pinna ebatasasuste suurus. See meetod võimaldab kontrollida juhtpindade sirgjoonelisust kuni 50 m pikkuses.

Autokollimaator (joon. 70) koosneb autokollimaatorseadmega vaatetorust *5*, hoidjast ja alusest *9*.

Vaatetoru objektiiv asub hoidjas, mis on kinnitatud torusse keerme abil. Torul on kaks jämedat vööd, mille abil see kinnitatakse toendi külge. Okularipoolse osa sisse on keeratud vahepuks *3* okulaarikruvi *2* kinnitamiseks. Ülevalt on vahepuksi külge keeratud koonus *4*, mis kannab valgustuslampi koos pesaga, kondensaatorit, valgusfiltrit ja autokollimatsiooni märki.

* Kollimatsioonil suunatakse kaks optilist süsteemi vastastikku, püüdes saavutada nende vaateteigede kokkulangemist või paralleelsust. Autokollimatsioonil suundub optilisest süsteemist väljasaadetav kiir süsteemi enda vaateteljele.




Joon. 70. Autokollimaator AKT-400:
*a* — optiline okulaar, *b* — optika skeem

Optiline okulaarkruvik asub korpuses *1* (joon. 70, *a*). Okulaarkruviku sekundiskaala ühendatakse liikumatult kompensaatori positiivse läätsega ja on nihutatav kelgu juhtpindadel minutiskaala suhtes ±3 mm keskasendist.

Nihutatakse käsiratta pööramisega. Hoidja koosneb toendist *6* ja pesast *7*, mis on omavahel vetruva plaadikesega ühendatud. Sadul kinnitatakse samba *8* külge keerme abil.

Sammas liigub alusel ja kinnitatakse survekruviga vajalikul kõrgusel. Täpne horisontaalne suunamine toimub toru pööramisega vertikaalse telje ümber seadekruvide *11* abil. Täpne vertikaalne suunamine toimub toendi (koos toruga) pööramisega horisontaalse telje ümber kruvi *10* abil. Surnud käigu vältimiseks pöörlevad seadekruvid lõhestatud puksides. Keermeühenduse tihedust võib reguleerida pingutusmutriga.

Optika skeem valgustussüsteemiga on toodud joonisel 70, *b*. Valgusallikast *1* tulev kiirtekimp *2* läbib valgusfiltri *3*, satub autokollimatsiooni märgile *4* ja peeglile *5*.

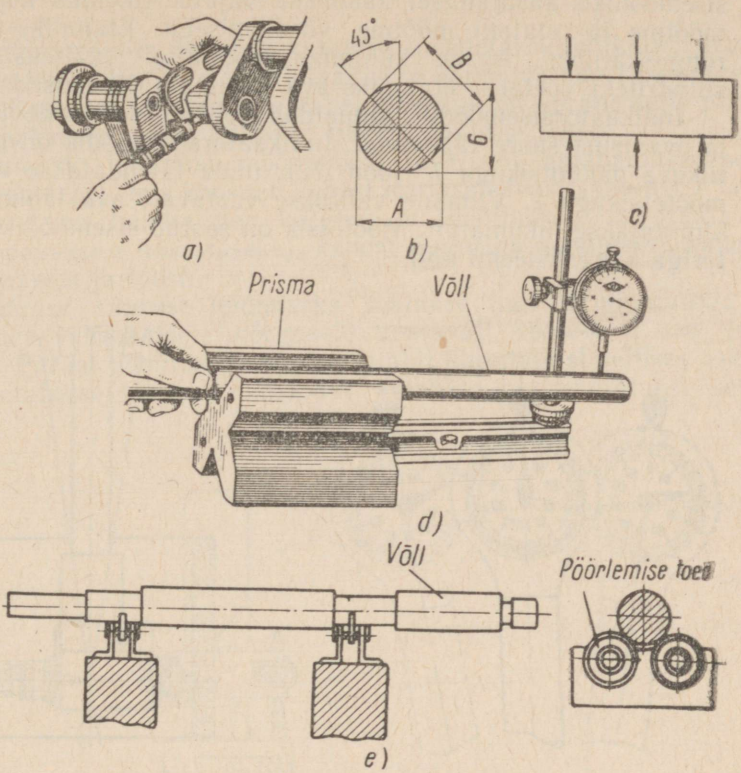
Valgustuslamp on paigutatud kondensaatori fookusesse, mistõttu kondensaatorit läbinud kiired lähevad paralleelsete kimpudena, valgustades kogu märki. Märk kujutab endast kahest kokkuliimitud klaasist plaadikest, milles üks klaas on kaetud hõbedast filtriga. Sellele filtrile on graveeritud autokollimatsiooni märk — kaks joont, mis moodustavad risti. Peegel *5* muudab kiirtekimbu suunda 90° ja suunab selle kuup-prismale *10*. Viimane kujutab endast kahte kokkuliimitud täisnurkset prismat. Liimimistasapinnale on kantud kiht, mis peegeldab valgust 41%. Vahemaa säravast ristist kuni objektiivini *11* võrdub selle fookuskaugusega. Seepärast väljuvad kiired objektiivist paralleelsete kimpudena ja peegeldudes tagasi fikseeritud pinnalt, koondatakse objektiiviga selle fokaaltasapinnas. Edasi kulgevad valguskiired läbi kuup-prisma okulaari *6* suunas.

Objektiivi fokaaltasapinda on paigutatud optiline okulaarkruvik, milles on kompensaatori *9* läätsed, sekundiskaala *8* ja minutiskaala *7*.

Optilise okulaarkruvikuga fikseeritakse särava märgi kujutise nihe. Lambike *12*, valgusfilter *13* ja peegel *14* on mõõteriista vaatevälja täiendavaks valgustamiseks näitude lugemisel.

## VÕLLIKAELTE JA SISEPINDADE KULUMISE MÄÄRAMINE

Võllide, spindlite ja telgede kaelte kulumist mõõdetakse nihkmõõdikuga ja suurema täpsuse korral kruvimõõdikuga. Joonisel 71, *a* on näidatud väntvõlli kaela mõõtmine kruvimõõdikuga. Mõõdetakse mitmes kohas. Ovaalsus määratakse kaela läbimõõtude järgi ühes ristlõikes (joon. 71, *b*) ja koonilisus pikilõikes (joon. 71, *c*).




Joon. 71. Võllide kulumise ja kõveruse määramine

Väikeste võllide kõverust võib kontrollida indikaatoriga. Võll asetatakse prismale (joon. 71, *d*) ja aeglaselt pöörates jälgitakse indikaatori osuti näitusid.

Pikki võlle kontrollitakse samuti indikaatoriga nagu lühikesigi. Selleks asetatakse need kahele võlli otstest mitte kaugel olevale prismale. Korras tsentriavadega võllide kõverust kontrollitakse treipingi tsentrite vahel.

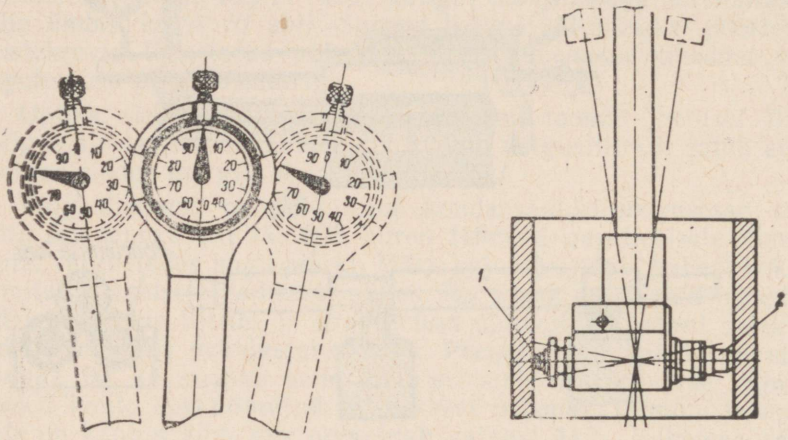
Suured ja rasked võllid asetatakse indikaatoriga kontrollimiseks kahele toele — veerelaagritele (joon. 71, *e*).

Kõveruse suuruse määramisel on tähtis saada püsivaid näitusid indikaatoril. Selleks asetatakse toed ja indikaator jäigale alusele. Indikaatori näidud on vaja jagada kahega, kuna võlli pöörlemisel kaela ring kaldub nii pluss- kui miinuspoolele, mille tulemusena kõverus kahekordistub.

Silindrite, laagrite ja pukside sisemiste pindade kulumist mõõdetakse kruvisisemõõdiku või indikaatorsisemõõdikuga. Indikaator-

sisemõõdiku kasutamisel saadakse vajalik tulemus kontrollitava mõõtme ja etaloni mõõtme võrdlemisega. Etaloniks võib olla rõngaskaliiber. Avade kulumise mõõtmisel (näiteks puksides, silindrites) võetakse etaloniks ava kulumata pinnaosad.

Indikaatorsisemõõdik võimaldab kontrollida avade koonilisust ja ovaalsust suure täpsusega. Indikaatorsisemõõdik on varustatud liikuva mõõtotsikuga *1* (joon. 72), mida täiendatakse vahetatava mõõtotsikuga *2*. Viimane valitakse vastavalt ava läbimõõdule ja kinnitatakse liikumatult. Mõõtotsik on seotud sisemõõdiku indikaatoriga kangsüsteemi abil.



Joon. 72. Silindri sisemise pinna kulumise mõõtmine indikaatorsisemõõdikuga

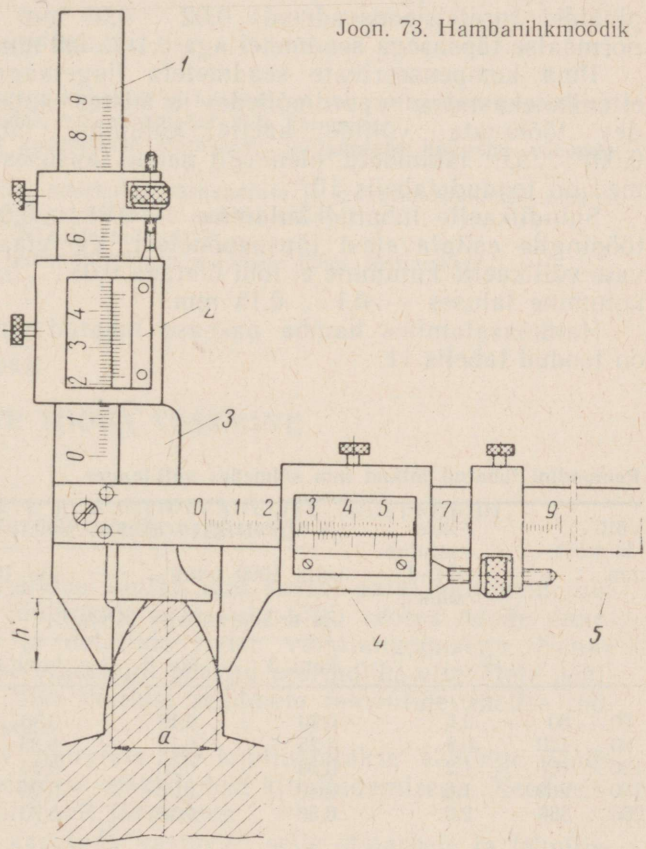
Indikaatorsisemõõdikuga mõõtmisel viiakse selle mõõtepea ettevaatlikult kontrollitavasse avasse ja seatakse kulumata osale. Kiigutades aeglaselt sisemõõdikut, nagu näidatud joonisel 72, jälgitakse indikaatori osuti liikumist. Jälgimise eesmärgiks on püüda moment, mil osuti jääb seisma ja kaldub kergelt vastassuunas. Olles fikseerinud osuti seisumomendi, pööratakse indikaatori skaalat nii, et skaala nulljaotus langeks kokku osutiga. See tähendab, et sisemõõdik on seatud ava «kulumata» (uuele) mõõtmele.

Mõõtmisel nihutatakse sisemõõdiku mõõtepead ava ring- või pikisuunas ning leitakse osuti piirnäidud ava eri kohtades. Need kujutavadki kõrvalekaldeid «kulumata» mõõtmest vastavates kohtades. Positiivsete kõrvalekallete puhul liigub osuti vastupäeva, negatiivsete kõrvalekallete puhul päripäeva.

Hammasajamite detailide kulumist mõõdetakse lehtkaliibritega, asetades kord ühe, kord teise plaadikese hambuva paari hammaste vahele. Kahe ratta hammaste vahel olev pilu on võrdne selle plaadikese paksusega, mis küllaltki tihedalt pilusse läheb.

Hammaste kulumist mõõdetakse tavaliselt hambanihkmõõdikuga (joon. 73), mis koosneb kahest ristiasetsevast skaalast *1* ja *5* (skaala *1* on hamba peŗa kõrguse *h'* mõõtmiseks ja skaala *5* hamba paksuse *s* mõõtmiseks), kahest liuguriga nooniusest, kahest mõõtehaarast ja toest.

Kulumise suuruse leidmiseks seatakse tugi *3* nooniusega *2* hambapea normaalsele kõrgusele vastavalt seosele $h' = m$ (vt. tab. 6). Pärast nooniusega toe kruvi abil kinnitamist sellises asendis, asetatakse hambanihkmõõdik hambale ja nihutatakse selle




Joon. 73. Hambanihkmõõdik

mõõtehaarad kokkupuutesse hamba profiiliga. Otsitav mõõt loetakse nooniuse *4* skaalalt.

Uue hammasratta hamba paksuse *s* ja hambanihkmõõdiku poolt näidatud tegeliku paksuse vahe ongi hamba kulumise suurus.

Eespool vaadeldi masinate detailide kulumise määramise mõningaid viise. Lisaks nendele kasutatakse remonditöö eriolukordades veel mitmesuguseid teisi viise, abinõusid ja riistu.

## 28. PIIRKULUMISED

Seadmete tööea tõstmiseks on väga tähtis teada ja osata määrata mitmesuguste detailide piirkulumist. Masinate ja pinkide väga suure arvu eriliigiliste detailide piirkulumise täpne määramine, nendele esitatavatest nõuetest lähtudes, on raske ülesanne.

Allpool tuuakse näitena tehaste remondipraktikast võetud mõnede detailide kulumise normid.

Juhtpindade piirkulumiseks loetakse: kõrgendatud täpsusega pinkidel (pretsisioonseadmed) 0,02 ... 0,03 mm 1000 mm kohta, normaalse täpsusega seadmetel aga 0,1 ... 0,2 mm 1000 mm kohta.

Ilma kompenseerivate seadmeteta liugelaagrites (puksides), ettenihetekastides, supordipõlledes ja teistes taolistes mehhanismides töötavate võllide kaelte kulumine lubatakse piirides 0,001 ... 0,01 läbimõõtu, olenevalt nende täpsusest. Vastavad andmed on toodud tabelis 10.

Spindlikaelte lubatud kulumine — 0,01 ... 0,05 mm — sõltub tööpingile esitatavatest täpsusnõuetest. Veerelaagrites kasutatavate võllikaelte kulumine ei tohi ületada 0,03 ... 0,04 mm ja soonte kulumine laiuses — 0,1 ... 0,15 mm.

Hammasajamites hamba paksuse lubatud kulumise suurused on toodud tabelis 11.

Tabel 10

**Remondini lubatud lõtkud mm sõlmedes võll-laager**

| Võlli läbimõõt mm | Mitte vastutusrikkad sõlmed | Vastutusrikkad sõlmed võlli pöörlemiskiirusega | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | alla 1000 p/min | | üle 1000 p/min | |
| | | ja erikoormusega MN/m² | | | |
| | | kuni 3 | üle 3 | kuni 3 | üle 3 |
| 50 ... 80 | 0,5 | 0,20 | 0,10 | 0,30 | 0,15 |
| 80 ... 120 | 0,8 | 0,25 | 0,15 | 0,35 | 0,20 |
| 120 ... 180 | 1,2 | 0,30 | 0,20 | 0,40 | 0,25 |
| 180 ... 260 | 1,6 | 0,40 | 0,25 | 0,60 | 0,35 |
| 260 ... 360 | 2,0 | 0,50 | 0,30 | 0,70 | 0,45 |

Tabel 11

**Lubatud piirkulumiste suurused terasest * hammasratastel**

| Töörežiim | Ringkiirus m/s | Piirkulumise % hamba nimipaksuse jaotusringjoonel vastavalt remondi liigile | | |
|---|---|---|---|---|
| | | väike | keskmine | kapitaal |
| Võimsuse edasiandmine ühes suunas löögilise koormuseta | kuni 2 | 20 | 15 | 10 |
| | 2...5 | 15 | 10 | 6 |
| | üle 5 | 10 | 7 | 5 |
| Reverseeriv ülekanne löögilise koormusega | kuni 2 | 15 | 10 | 5 |
| | 2...5 | 10 | 5 | 5 |

* Malmist hammasrataste puhul on tabelis 11 toodud suurused 30% väiksemad.

### KONTROLLKÜSIMUSED

1. Mis kiirendab seadmete kulumist ja millised on selle vähendamise teed?
2. Millistele tagajärgedele viib masinadetailide kulumine?
3. Milliseid abinõusid kasutatakse tööpinkide juhtpindade kulumise vähendamiseks?
4. Selgitage mehaanilise, molekulaar-mehaanilise ja korrosioonkulumise olemus.
5. Millised hõõrdumise liigid esinevad mehhanismides?
6. Kuidas määratakse detailide kulumist?
7. Milliseid töid teeb remondilukksepp seadmete tööea tõstmiseks?

## VIII PEATÜKK

# SEADMETE TÖÖEA TÕSTMINE

### 29. SEADMETE REMONTIDEVAHELISE TÖÖPERIOODI PIKENDAMISE PEAMISED TEGURID

NSVL rahvamajandus kaotab igal aastal palju miljoneid rublasid masinate ja tööpinkide seisakute tõttu seoses nende enneaegse kulumisega ja detailide rivist väljalangemisega. Nende kadude vähendamise eesmärgil peavad eesrindlike ettevõtete põhi- ja remonditöölised visa võitlust seadmete remontidevahelise tööperioodi pikendamiseks.

Seadmete kestev häireteta töö kindlustatakse eelkõige nende kasutamise ja hooldamise eeskirjadest kinnipidamisega. Need eeskirjad seisnevad põhiliselt järgmises:

1) seadet tuleb kasutada vastavalt selle otstarbele ja tehnilistele näitajatele;

2) masinate ja tööpinkide korrastamist, mehhanismide ja detailide puhastamist tuleb teha ranges vastavuses sellekohaste eeskirjadega;

3) masinate ja tööpinkide määrimiseks tuleb kasutada selleks ettenähtud õlisid ja määrimist teostada õlituskaardil ettenähtud aegadel;

4) õigeaegselt avastada puudused mehhanismides ja need otsekohe kõrvaldada;

5) masinaid tuleb reguleerida täpselt ettenähtud aegadel.

Paljudes ettevõtetes on tööpinkide juurde üles riputatud tabelid ja isegi eeskirjad tööpinkide sõlmede hooldamise meeldetuletamiseks. Tabelid kõlavad: «Juhtpindade puhastamiseks maha võtta kilp», «Juhtpindade sundõlitus», «Jälgida õli tasapinda supordipõlles» jne. Igal tööpingil peab olema õlituskaart.

Et vähendada hõõrdumist mehhanismides ja seega suurendada detailide tööiga, on vaja täita rida olulisi tingimusi:

1) saavutada tööpindade nõutav pinnasiledus nii kulunud detailide taastamisel kui ka uute valmistamisel;

2) kanda kulumiskindlad katted nii taastatavate kui ka uute detailide pindadele;

3) tõsta töötavate pindade kõvadust mitmesuguste meetoditega tugevdamise teel;

4) kompenseerida detailide kulumist;

5) kindlustada hõõrdepindade hea ja täielik määrimine;

6) kaitsta detailide ühenduspindu metallitolmu ja -laastude sattumise eest nendele.

### 30. HÕÕRDEPINNA KAREDUSE MÕJU DETAILIDE TÖÖEALE

Hõõrdepindade kvaliteedi peamiseks näitajaks on nende töötlemise karedus, mida iseloomustatakse ebatasasuste suurusega, s. o. väikese sammu ja kõrgusega korduvate harjade ja nõgude suurusega. Mida väiksem on pinna karedus, s. o. mida suurem on selle siledusklass, seda väiksemad on need ebatasasused. Pinnakaredust kontrollitakse (remonditsehhi tingimustes) visuaalselt pinnasileduse etaloniga võrdlemise teel.

Pinnasileduskласsi õigest valikust oleneb suurel määral hõõrduvate pindade kulumiskindlus. Pinnasileduskласs valitakse ühenduspindade konkreetsetest kulumistingimustest lähtudes. Mida suurema erisurvega koormatakse pindu ja mida väiksem on õlikiht nende vahel, seda väiksem peab olema pindade karedus vedelikulise hõõrdumise tagamiseks.

Kulumise intensiivsuse vähendamiseks pindu peenlihvitakse, poleeritakse ja plangitakse. Kuna nimetatud töötlemisviisid on kallid, siis kasutatakse neid juhtudel, kui nende majanduslik kasulikkus on arvutustega tõestatud.

Mehaaniliselt töödeldud pindade kvaliteeti parandatakse detailide sissetöötamisega pärast masinate või tööpinkide remonti. Hõõrdepindade sissetöötamine on eriti tähtis puksidel, laagritel, hammasratastel ja teistel taolistel detailidel. Alguses tehakse seda koormuseta, hiljem koormuse all, mida vähehaaval suurendatakse.

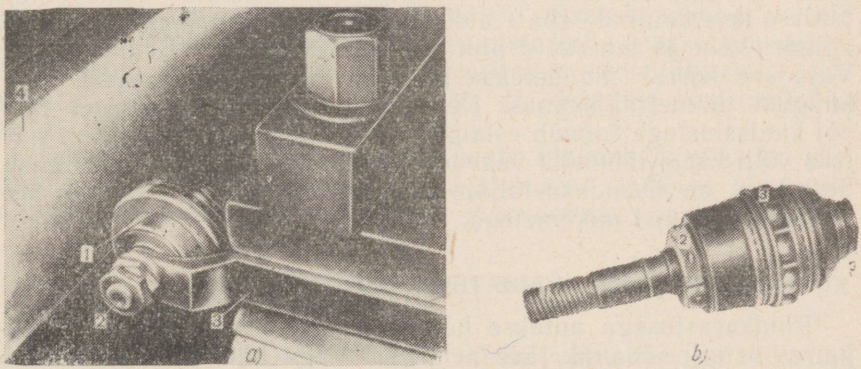
Sissetöötamise alguses puutuvad detailid kokku harjade tippudega, mille üldpind on märgatavalt väiksem detaili kogupinnast. Seepärast mõjub harjade tippudele suurendatud erikoormus, mille mõjul harjad muljutakse kokku ja murduvad. Edaspidi kontaktpind pidevalt suureneb ja kulumise intensiivsus väheneb. Sissetöötamise protsessi kiirendamiseks kasutatakse mõnikord soovelduspastat.

## 31. DETAILIDE TÖÖEA SUURENDAMINE PINNA TUGEVDAMISEGA

### TUGEVDAMINE ÜLERULLIMISEGA

Paljudel detailidel (võllidel, laagritel, juhtpindadel) võib hõõrdepindade kulumiskindlust suurendada rullidega või kuulidega ülerullimise teel. Selliselt töödeldakse uusi mittekarastatud detaile, tasandades mehaanilisest töötlemisest jäänud ebatasasused ja tihendades ühtlasi nende pinda.

Töötlemiseks kinnitatakse treipingi või höövelpingi terahoidjasse pide spetsiaalse karastatud ja poleeritud rulliga. Pink häälestatakse mehaanilisele ettenihkele. Töötlemisel surutakse rull vastu tugevdatavat pinda selle kalestamiseks vajaliku jõuga. Esimesed läbimid tehakse suurema ettenihkega, ülejäänud väiksemaga. Pärast 3 . . . 4 läbimit on detaili pind kõrge sileduse ja suurendatud kõvadusega.




Joon. 74. Rakised pindade tugevdamiseks ülerullimisega:
*a* — välimistele pindadele, *b* — sisemistele pindadele

Võllide tööpindade ülerullimiseks kasutatakse mitmesuguseid rakiseid. Üks nendest on näidatud joonisel 74, *a*. See koosneb kuullaagritele monteeritud ja võlliga *4* kokkupuutesse viidud rullist *1*, teljest *2* ja pidemest *3*. Ülerullimisel võll pöörleb ja suport koos pidemega liigub pikisuunas.

Rull valmistatakse kõrgeltkroomitud terasest karastatuna kõvaduseni 58...65 *HRC*. Rulli tööpind poleeritakse nii, et see vastaks 12. pinnasiledusklassile. Ülerullimise kiirus tugevdatava pinna siledusele ei mõju, seepärast võib see ületada isegi 1 m/s. Rulli erisurve võib kõikuda suurtes piirides (5...15 MN/m²) olenevalt võlli materjali tugevusest, rulli läbimõõdust, tugevdatava pinna nõutavast siledusest ja mõnedest teistest tingimustest.

Ülerullimist teostatakse tavaliselt kuivalt mõne läbimiga pärast detaili puhastöötlemist. Kalestatav pind puhastatakse eelnevalt laastudest, tolmust ja mustusest. Võllidel ja telgedel töödeldakse samuti kõik kõverused ja üleminekukohad.

Ülerullimisega tugevdamise kvaliteet sõltub rulli survest detailile, detaili eelneva töötlemise siledusest ja metalli füüsikalistest omadustest, samuti ettenihke suurusest ja läbimite arvust. Väiksemad ettenihked annavad paremaid tulemusi; läbimeid peab olema 3...4; suurema läbimite arvu juures võib tekkida negatiivne efekt.

Läbipainde vältimiseks rullitakse pikad ja peened võllid üle treipingil rulltugedega lüneti abil.

Moskva Metallilõikepinkide Eksperimentaalse Teadusliku Uurimise Instituudi (ЭНИМС) andmeil suurendab ülerullimine malmist sängide juhtpindade kulumiskindlust ligikaudu 1,5...2 korda. Reas tehastes tõstetakse ülerullimisega detailide (plunžerite, varraste, võllide jt.) pinnakõvadust 15...20%.

Detaili pinnasiledus tõuseb 5....6. klassilt 7....9. klassini.

Laagrite ja silindrite sisemiste pindade tugevdamiseks kasutatakse spetsiaalseid rakiseid. Joonisel 74, *b* näidatud rakis kinnitatakse keermetatud saba *1* abil puurtornile. See viiakse laagri või silindri sisse ja kuulide *3* abil tugevdatakse selle sisemist pinda. Vajaduse korral muudetakse pisut mutri *2* abil kuulide vahekaugust diametraalsuunas. Detailide pindade ülerullimisel rull- või kuulrakistega toimub esialgsete mõõtmete teatud muutus, näiteks võlli kaela läbimõõt väheneb ja puksi ava läbimõõt suureneb. Seepärast on ühendusdetailide proovisobitust vaja teostada ülerullimisel saadud mõõtmetega.

## DETAILIDE PINDADE TERMILINE TÖÖTLEMINE

Pindkarastusega antakse hõõrdepindadele suur kõvadus, kusjuures detaili südamik jääb pehmeks. Väga häid tulemusi annab pindkarastus kõrgsagedusvooluga kuumutamisel. Sellise kuumutamisviisi juures asetatakse detail toruspiraali (induktorisse).

Viimane koosneb punasest vasest perforeeritud torudest ja jahutatakse läbivoolava veega. Induktoris tekitatakse vool masin- või lamp-kõrgsagedusgeneraatoriga. Detail asub magnetväljas. Detailis tekivad pöörisvoolud, mis kontsentreerudes pinnal kuumutavad seda. Seejuures eralduv soojus tõstab 3 ... 10 sekundi jooksul kuumutatava osa temperatuuri 900 ... 1000° C, mis otsekohe karastatakse veega.

Kõrgsagedusvooluga kuumutamisel on palju eeliseid:

1) võib reguleerida karastatava kihi paksust 0,5 ... 2,5 mm piirides;

2) tänu kuumutamise suurele kiirusele on detaili kaardumine tühine;

3) tagi peaaegu puudub;

4) kuumutatakse ja karastatakse ainult detaili pinna neid kohti, mis vajavad termilist töötlemist;

5) termiline töötlemine toimub mitte ainult kiiresti, tänu millele lüheneb detailide valmistamise üldine kestus (näiteks hammasratastel, hammasvõllidel ja teistel detailidel), vaid kindlustatakse ka karastuse kõrge kvaliteet operatsiooni väikese maksumuse juures;

6) võimaldab karastusprotsessi täielikult automatiseerida.

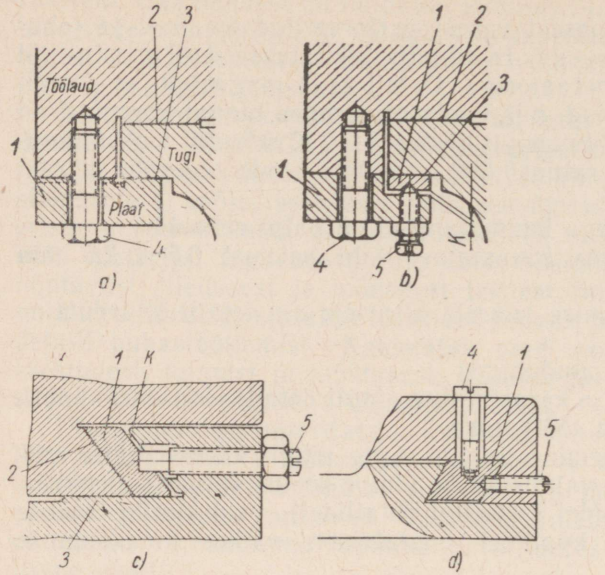
Kõrgsagedusvooluga pindkarastusseadmetega karastatakse edukalt ka metallilõikepinkide sängide malmist juhtpindu. Karastatud pinna kõvadus on 48 ... 56 *HRC* piires ja karastuse sügavus kuni 3,5 mm. Karastuse kestus on tööpingi 1K62 sängil kokku 1 ... 1,1 tundi.

Paljude tehaste remondipraktika näitab, et kõrgsagedusvooluga karastamine suurendab detailide kasutusiga 3 ... 4 korda. See on eriti väärtuslik seepärast, et võimaldab tõsta kulumiskindlust löögilisel koormusel või erisurvetel üle 7,5 MN/m² (75 kG/cm²) (näiteks hammasrataste hambad, soonmutrid, sõrmed, nukid jt.). Kuid kõrgsagedusvooluga karastamist on otstarbekas kasutada ainult niisugustes tehastes, kus praktiseeritakse remonditavate juhtpindade, hammasrataste, hammaste jt. detailide seeriaviisilist karastamist.

Detailide pindu tugevdatakse peale ülalkirjeldatute ka veel mitmesuguste teiste viisidega. Siia kuuluvad eelkõige kõvasulamitega katmine ja elektrisädemega tugevdamine.

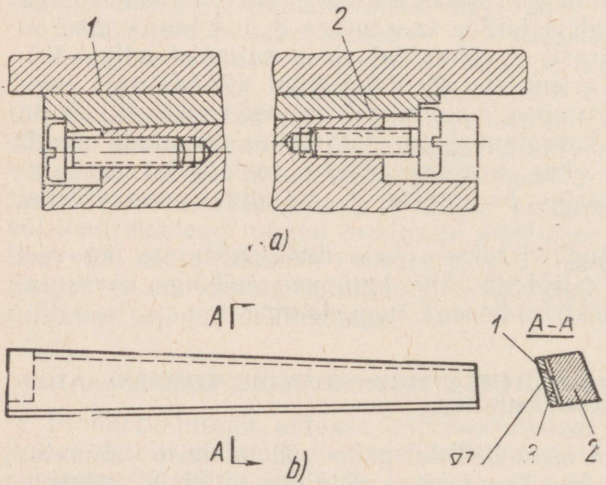
### 32. SÕLMEDE KASUTUSEA SUURENDAMINE KOMPENSAATORDETAILIDE KASUTAMISEGA

Seadmete iga ja remonditööde mahu vähendamise võimalus sõltub paljus sellest, kas kasutatakse detailide kulumist kompenseerivaid abinõusid või mitte. Sellisteks abinõudeks on kõige sagedamini kompensaatordetailid, mis ühel või teisel viisil kompenseerivad seadmete kulumist.




Joon. 75. Surveplaadid:

*a* — mittereguleeritavad, *b*, *c*, *d* — reguleerivate seadmetega; *1* — plaadid, *2* ja *3* — kuluvad pinnad, *4* — kinnituskruvid, *5* — seadekruvid, *k* — lubatud lõtk




Joon. 76. Kiilud:

*a* — ristkülikukujuline (*1* ja *2* — kiiluga seostuvad detailide pinnad), *b* — rombikujuline pealisega (*1* — liimikiht, *2* — kiil, *3* — pealis)

Kasutatakse vahetatavaid (puksid, plaadid, rõngad) ja liikuvaid (kiilud, koonuspuksid jt.) kompensaatordetaile.

Nii ühtede kui teiste kasutamisega võib säilitada ühendustes osaliselt kulunud detaile ühenduste täpsust rikkumata.

Surveplaadid (joon. 75). Nende abil säilitatakse muutumatuna pingi detailide liikumise iseloom. Plaat kinnitatakse tavaliselt liikumatult ühenduse ühe detailiga — kelguga, lauaga jt. ning selle hõõrdepind seostatakse teise detaili (sängi, kolonni jt.) juhtpinnaga.

Iga surveplaati kasutatakse mitmel remondil ja kui vaja, valmistatakse see uuesti.

Kiile (joon. 76) kasutatakse samal eesmärgil kui surveplaategi. Selleks et likvideerida lõtk ja kindlustada seega detaili normaalne töö, nihutatakse kiilu vajalikul määral reguleeriva kruviga.

## 33. ÕLITAMISE PARANDAMINE KUI TÄHTIS ABINÕU VÕITLUSES SEADMETE KULUMISEGA

Üks põhilistest abinõudest võitluses detailide kulumisega seadmete tööea tõstmise eesmärgil on detailide hõõrduvate pindade õigeaegne määrimine sellekohaste määrdeainetega.

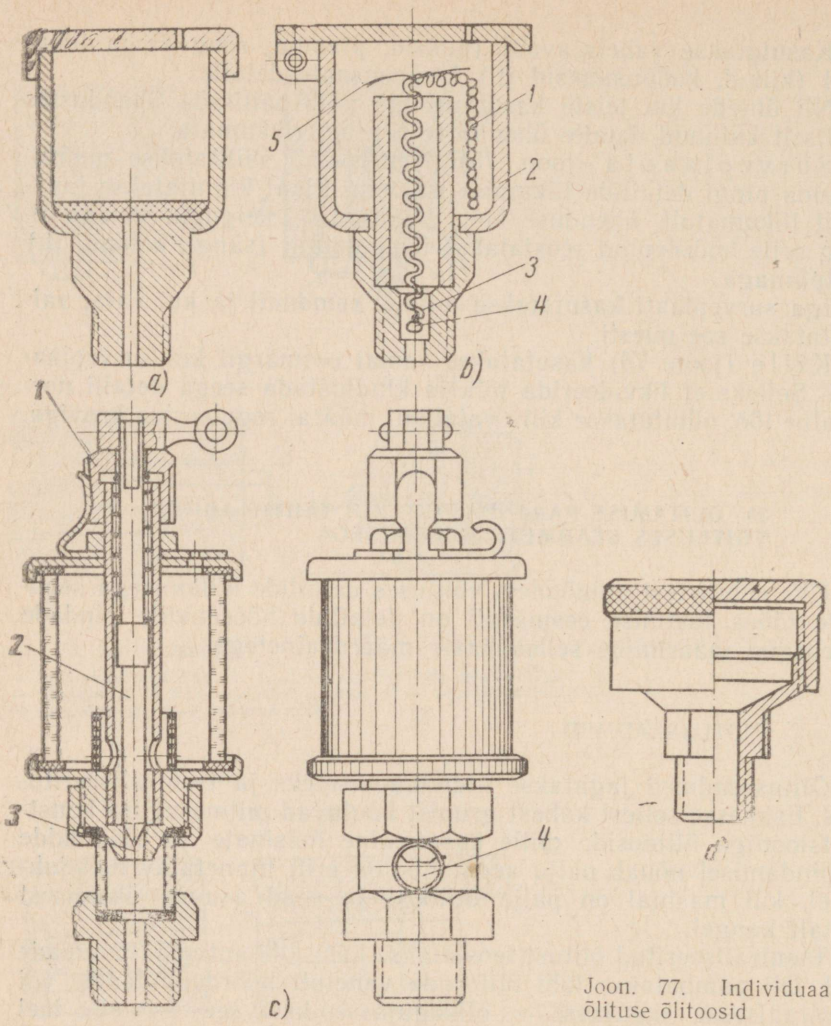
### ÕLITUSSEADMED

Õlitusseadmed jagatakse individuaalseteks ja tsentraliseerituteks. Esimesse sellest kahest grupist kuuluvad mitmesuguse konstruktsiooniga õlitoosid, mille kasutamine masinate ja tööpinkide teenindamisel nõuab palju aega. See on eriti tunnetatav neil juhtudel, kui masinal on palju õlitoose ja need asuvad üksteisest küllalt kaugel.

Tsentraliseeritud õlitust teostatakse käsi- või automaatpumpade abil. Õli pumbatakse läbi õlitorude vahetult hõõrdepindadele või tsentraalsesse jagajasse — õlikogujasse, kust see isevoolu teel satub määrimise kohta. Tsentraliseeritud õlitus on individuaalsest täiuslikum, kuna selle süsteemi juures õlituvad mehhanismid paremini ja hoitakse kokku masinate teenindamise aega.

Individuaalse õlituse seadmed. Reservuaar-õlitoos on näidatud joonisel 77, *a*. Selle alumises osas asub vildist või villastest lõngadest topend, mis takistab tolmu sattumist õlitamise kohta. Topendi paksus valitakse selline, et õlitamise kohta satuks ajaühikus vajalik hulk õli.

Teise konstruktsiooniga pidevalt töötav õlitoos — tahttoos — on näidatud joonisel 77, *b*. Sellest satub õli määrimiskohta läbi tahi *1*, puhastades selle mustusest. Määrimise kohas asuv tahi ots on paigutatud alati madalamale kui õlitoosi reservuaaris *2*




Joon. 77. Individuaalse õlituse õlitoosid

asuv ots. Edasiantava õli hulk sõltub tahi paksusest ja selle istu tihedusest õlitoosi kanalis. Mida tihedamalt see istub kanalis, seda vähem antakse õli edasi.

Taht valmistatakse villasest lõngast ja kinnitatakse spetsiaalsesse peenest pehmest traadist sõlme *4*. Sõlme ja traadikese *5* abil seatakse taht õlitoosi kanalis *3* vajalikule sügavusele. Mustunud taht asendatakse uuega.

Kui on vaja õlitada täpsete annustega (näiteks lihvpinkide spindlite õlitamine), kasutatakse tilktoose. Edasiantava õli kogus reguleeritakse neis mutri *1* pööramisega. Õli satub määritavatele

tööpindadele ava *3* kaudu, mille ristlõige suureneb või väheneb olenevalt ava sulgeva nõela *2* asendist. Nõel tõstetakse või lastakse alla mutri *1* pööramisega. Edasiantava õli koguse üle otsustatakse tilkade langemise sageduse järgi, mida saab näha õlitoosi aluses oleva akna *4* kaudu. Õli edasiandmine hakkab vähenema selle taseme langemisel reservuaaris alla $^2/_3$ toosi kõrgust.

Tihke õli (näiteks tavoti) edasiandmiseks kasutatakse kübartoosi ehk tavotitoosi (joon. 77, *d*). Õlitoosi kübara pealekeeramisega tekitatakse surve, mille mõjul tihke õli surutakse õlitatavale pinnale.

Paljudes pinkides ja masinates töötavad kiiruskastide hammasrattad õlivannis. Õli taset vannis aitab jälgida õlinäidik, milliseid kasutatakse mitmesuguse konstruktsiooniga.

Tööstuses kasutatakse laialt torukujulisi õlinäidikuid (joon. 78), mis töötavad ühendatud anumate põhimõttel. Seda tüüpi õlinäidikud valmistatakse klaastoruna kõrgusega (joonisel mõõt *H*) 75, 100 ja 150 mm. Kuid torukujulised õlinäidikud suurendavad masinate gabariite ja kasutamisel need vigastuvad kergesti, mis on nende puuduseks.

Torukujuliste õlinäidikute puudustest on vabad õlitatavasse sõlme sisseehitatud lambitüüpi õlinäidikud — ümmargused või pikendatud kujuga (joon. 78, *b*). Viimaseid kasutatakse õli suurte mahtude korral. Kui õlinivoo võib kõikuda reservuaaris suurtes piirides, asetatakse kaks ümmargust õlinäidikut üksteise kohale. Sellistel juhtudel madalaim lubatud õlinivoo määratakse alumise õlinäidiku järgi ja kõrgeim täitmise piir — ülemise õlinäidiku järgi.

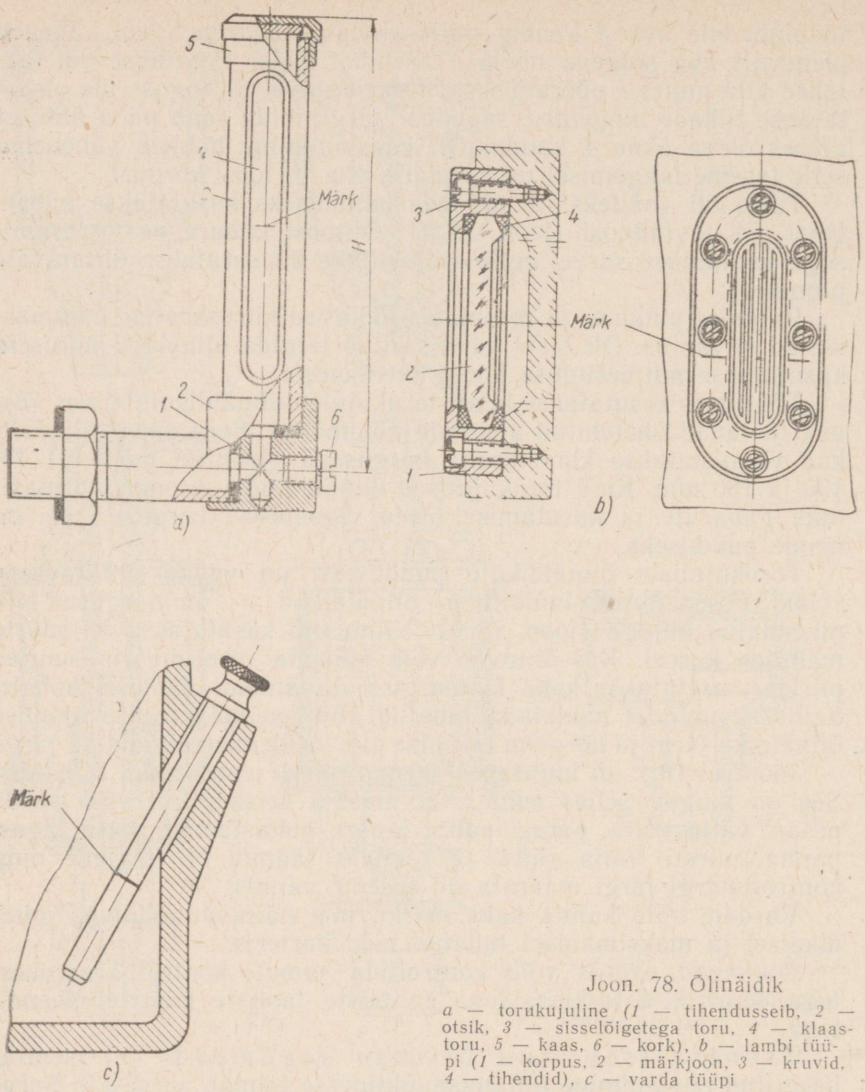
Joonisel 78, *c* on kujutatud skemaatiliselt vardatüüpi õlinäidik. See on mugav selles suhtes, et masina seiskamisel võib varda pesast välja võtta, pärast puhta lapiga puhastamist pessa tagasi panna, uuesti välja võtta ja vardale jäänud õli jälgede ning kontrollmärgi järgi määrata õli taseme vannis.

Vardale võib kanda kaks märki, mis näitavad õlinivoo minimaalset ja maksimaalset lubatud piiri karteris.

Õlinivood vannis võib kontrollida samuti kontroll-kraanikestega, kontroll-katseklaasidega ja teiste taoliste kontrollvahenditega.

T s e n t r a l i s e e r i t u d õ l i t u s e s e a d m e i d. Õli tsentraliseeritud etteandmine õlitamispunktidesse toimub surve all. Surve tekitatakse ühe või mitme pumbaga, seejuures pumbatav õli tsirkuleerib kinnises ringsüsteemis.

Tsentraliseeritud süsteemides kasutatakse tavaliselt kahte pumpa — töö- ja varupumpa, mis kindlustavad õli pideva etteandmise õlituspunktidesse. Pumbad võivad olla hammasratas- või muud tüüpi. Hammasrataspumpadega tsentraliseeritud õlitussüsteemid on arvestatud suhteliselt väikese arvu hõõrdesõlmede teenindamiseks. Tehnoloogilise protsessiga seotud terve grupi masinate (näiteks valtspinkide mehhanismid) paljudele punktidele




Joon. 78. Õlinäidik

*a* — torukujuline (*1* — tihendusseib, *2* — otsik, *3* — sisselõigetega toru, *4* — klaastoru, *5* — kaas, *6* — kork), *b* — lambi tüüpi (*1* — korpus, *2* — märkjoon, *3* — kruvid, *4* — tihendid), *c* — varda tüüpi

õli etteandmiseks kasutatakse tsentraliseeritud õlituse automatiseeritud süsteeme, milles õli puhastatakse, jahutatakse ja antakse ette hõõrdesõlmedele vajalikes kogustes automaatselt.

Igasuguste õlitusseadmete kasutamisel on vaja jälgida, et need alati töötaksid kindlalt. Peale selle tuleb kasutada neid määrdeaineid, mis on antud pinna jaoks soovitatud.

Määrdeained, tavaliselt mineraalsed, peavad vastama reale näitajaile, sealhulgas ka viskoossusele. Viskoossuse all mõistetakse õli võimet vastu panna vedeliku ühe kihi nihkumisele teise suhtes. Õli viskoossuse üle otsustatakse teatud ristlõikega avast ettenähtud koguses antud sordi õli läbivoolamise aja järgi minutites temperatuuril 50 või 100° C.

Viskoossuse suuruseks on võetud õli läbivoolamise aja suhe sama koguse ja sama ristlõikega avast kindlal temperatuuril vee läbivoolamise ajasse. See suurus iseloomustab õli viskoossust Engleri kraadides ja tähistatakse E50 või E100. Arvud 50 ja 100 on õli temperatuur, mille juures määrati õli viskoossus. Temperatuuri langusega ja rõhu tõusuga õli viskoossus kasvab.

Õli valikul masinale juhindutakse järgmistest kaalutlustest

1. Kiirekäigulisi mehhanisme tuleb määrida väiksema viskoossusega õlidega. Suurema viskoossusega õlide kasutamisel tuleb kulutada liigset energiat selleks, et ületada määrdeaine osakeste omavahelist seostatust (kohesiooni). Peale selle kuumenevad harilikust rohkem detailide kokkupuutepinnad.

2. Suurtel koormustel töötavad aeglasekäigulised mehhanismid tuleb määrida suure viskoossusega õlidega või paksu (konsistentse) määrdega, mis kujutavad endast mineraalõli segu mingi paksendajaga, näiteks kaltsiumi või vahaparafiiniga jt. Suure koormuse ja vahelduva liikumissuunaga mehhanismides mitteküllaldase viskoossusega õlide kasutamine viib paratamatult määrdeaine väljapressimisele, s. o. normaalse määrimise rikkumisele hõõrduvate pindade vahel.

3. Kõrgel temperatuuril töötavaid raskelt koormatud aeglasekäigulisi mehhanisme tuleb määrida tahkete määrdeainetega, milliste hulka kuuluvad näiteks talk, grafiit, vilk.

Määrdeõlisid on väga palju liike ja sorte. Tabelis 12 on toodud andmed mõnede määrdeõlide kohta.

Tabel 12

| Uute õlimarkide nimetus | Vanade õlimarkide nimetus | Viskoossus Engleri kraadides temperatuuril 50° C | Õli kasutamine |
|---|---|---|---|
| УНЗ * (ГОСТ 1840-51) | Vaseliinõli T | 1,4 ... 1,7 | Lihvpinkide spindlite (12 000 ... 15 000 p/min), väikeste kuul- ja rull-laagrite jt. määrimiseks |

* Universaalne kergesti sulav kaitseõli.

| Uute õlimarkide nimetus | Vanade õlimarkide nimetus | Viskoossus Engleri kraadides temperatuuril 50° C | Õli kasutamine |
|---|---|---|---|
| Industriaalõli 12 (ГОСТ 1707-51) | Värtnaõli 2 | 2,0 ... 2,2 | Metalli lõikeriistade jahutamiseks, lihvpinkide spindlite (kuni 10 000 p/min), kuul- ja rull-laagrite jt. määrimiseks, kergete metallilõikepinkide hüdrosüsteemides |
| Industriaalõli 20 (ГОСТ 1707-51) | Värtnaõli 3 | 2,8 ... 3,2 | Tsentrifugaalpumpade rõngasõlitusega laagrites, pinkide hüdrauliliseks ettenihkeks, lihvpinkide spindlite (kuni 1500 p/min) määrimiseks, metalli lõikeriistade jahutamiseks, karastusvedelikuna termilisel töötlemisel |
| Industriaalõli 20B (ГОСТ 2854-51) | Värtnaõli 3B | 2,8 ... 3,2 | Värtnaõli asendaja lõikeriistade jahutamiseks mehaanilisel töötlemisel ja karastusvedelikuna termilisel töötlemisel |
| Industriaalõli 30 (ГОСТ 1707-51) | Masinaõli Л | 4,0 ... 4,5 | Suure koormusega ja väikese kiirusega töötavate masinate ja metallilõikepinkide, rõngasõlitusega laagrite, kääride ja külm- ning kuumlõike presside jt. jaoks |
| Industriaalõli 45 (ГОСТ 1707-51) | Masinaõli C | 5,5 ... 7,0 | Metallilõikepinkide, sepistus- ja paindemasinate, rullkääride, õgvenduspinkide ning presside jaoks. Raskete metallilõikepinkide ajamite hüdrosüsteemide täiteks, pinkide tiguajamite õlitamiseks |
| Industriaalõli 45B (ГОСТ 2854-51) | Masinaõli CB | 5,5 ... 7,0 | Masinaõli C asendaja |
| Industriaalõli 50 (ГОСТ 1707-51) | Masinaõli CУ | 6,0 ... 7,5 | Suure koormuse ja väikese kiirusega töötavate masinate ja tööpinkide jaoks, kõrge temperatuuriga ruumides töötavate mehhanismide jaoks |
| Silindriõli 11 (ГОСТ 1841-51) | Silindriõli 2 | 1,8 ... 2,2 100° C juures | Suure koormusega töötavate ja aeglasekäiguliste mehhanismide, raskete tööpinkide tiguajamite jt. jaoks |

Lahtiste juhtpindade kulumine toimub kõige intensiivsemalt, kui õliga segunenud metallitolm satub sängi ja kelgu juhtpindade vahele. Mustuse sissetungimine suureneb, kui juhtpinnad on kuskil kas või pisut kulunud. Paratamatu on juhtpindade kulumine ka metallilaastu muljumisel nende pindade vahele.

Lihtsaim vahend juhtpindade kaitsmiseks tolmu eest on kelgu otste, laudade ja pingi teiste osade külge kinnitatud vilttihend (joon. 79, *a*). Kuid need tihendid mustuvad ruttu, koguvad endasse metallilaaste ja muutuvad siis omamoodi pindade kulumist kiirendavaks plankuriks. Seda saab vältida, kui vilt puhtas petrooleumis läbi pesta mitte harvem kui kord nädalas. Lõplikult mustunud vilt asendatakse uuega.

Täiuslikum on juhtpindade kaitsmine kilpidega, mis kaitsevad neid mitte ainult mustumise, vaid ka kriimustamise ja löökide eest. Kilbid peavad olema tugevad, kergesti äravõetavad või ärapööratavad.

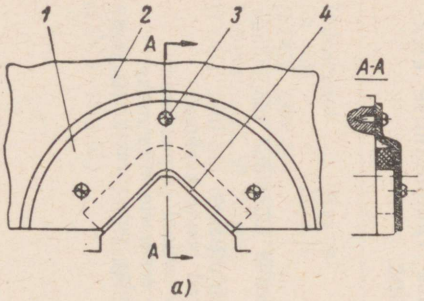
Ärapööratav kilp on näidatud joonisel 79, *b*. Selle külge (detail 1) on alt kruvide *5* abil kinnitatud malmplaadid *2*, mis on valmistatud juhtpindade profiili järgi. Surveplaadiga *3* on kinnitatud vilt *4*. Surveplaadi külge on keevitatud nurgik *6*, mis on kilbi kaasavedajaks kelgu liikumisel. Paljudel kaasaegsetel tööpinkidel (lihvpinkidel, erituspinkidel jt.) kasutatakse kaitseseadmeid lõõtsakujuliste kaitsenahkadega. Niisuguste seadmete eeliseks on väike kaal, küllaldane iga, hea välimus ja pindade hea tolmukaitse.

Nahad valmistatakse dermatiiniga ülekleebitud kartongist, nahast, kummeeritud riidest, presendist jt.

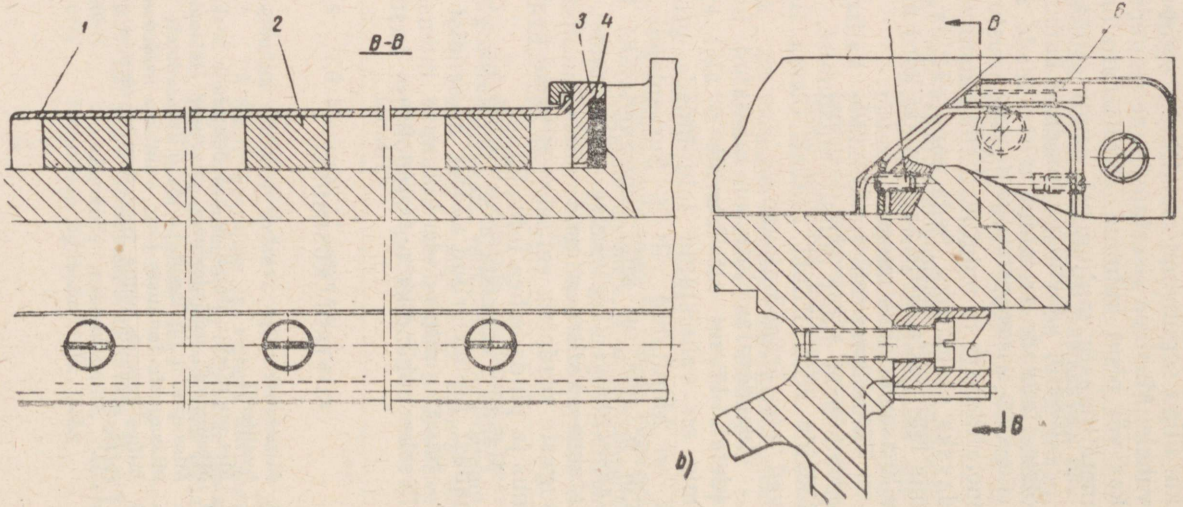
Sängi juhtpindade kulumise intensiivsuse vähendamise efektiivseks vahendiks on sundõlituse kasutamine.

### KONTROLLKÜSIMUSED

1. Missugust mõju avaldab detailide kulumisele nende töödeldud tööpindade kvaliteet?
2. Mis on nõutav detailide hõõrdekohtade heaks määrimiseks?
3. Missugused määrdeainete omadused iseloomustavad nende kvaliteeti?
4. Missugused on kasutatavate õlitusseadmete liikide eelised ja puudused?
5. Missuguste tunnuste järgi valitakse määrdeaineid seadmete õlitamiseks?
6. Milles seisneb pinna tugevdamise olemus ja kuidas seda praktiliselt teostatakse?




Joon. 79. Juhtpindade kaitsevahendid:
*a* — viltpuhastaja (*1* — kilp, *2* — detaili ots, *3* — kruvid, *4* — vilt), *b* — ärapööratav kilp



IX PEATÜKK

# MASINATE DETAILIDE TAASTAMISE TEHNOLOOGILISED PROTSESSID

Paljudes tehastes masinate kulunud detailid taastatakse. Taastamise maksumus moodustab tavaliselt 15 kuni 40% uute detailide maksumusest.

Detailide taastamine võimaldab legeeritud ja värvilisi metalle märgatavalt kokku hoida.

Detaile võib taastada mitmesuguste viisidega. Neist valitakse selline, mis antud ettevõtte tingimustes ja antud detailide juures on kõige kasulikum. Seejuures lähtutakse kulumise suurusest, selle iseloomust ja detailide materjalist. Taastatud detailil peab olema küllaldane töökindlus ja -iga.

Remondipraktikas kasutatakse järgmisi põhilisi detailide taastamise viise: 1) keevitamine ja pealesulatamine; 2) metalliseerimine; 3) kroomimine; 4) terasega katmine; 5) liimimine; 6) plastiline deformeerimine (vt. § 31).

Purunenud detailid taastatakse gaas-, elekter- ja segakeevitusega, aga ka mehaanilise töötlemisega, s. o. lappide pealepanemisega, kokkutõmbamisega jne.

## 35. KÄSITSI KEEVITAMISE JA PEALESULATAMISE KASUTAMINE

Keevitusega täidetakse praod ja augud, taastatakse purunenud detaile ning kõrvaldatakse seadmete mõningaid teisi defekte. Keevitust kasutatakse tihti kas konstruktiivsetest kaalutlustest lähtudes või siis ühenduspindade nimimõõtmete taastamise eesmärgil. Sellisel juhul sulatatakse kulunud pinnale metallikiht ja seejärel töödeldakse detaile tavaliselt mehaaniliselt.

Taastamisele kuuluvad detailid valmistatakse teatud viisil ette. Õliseid detaile keedetakse kaustilise sooda lahuses ja seejärel pestakse sooja veega. Detailide pindu puhastatakse samuti pesemisega orgaanilistes lahustajates (petrooleum jt.), töödeldakse üle liivapritsi või viiliga ja kasutatakse teisi viise. Seejärel vaadatakse detailid hoolikalt üle. Kui neis esinevad praod, siis on vaja viimased keevitamiseks ette valmistada. Suletud pragude otsad puhastatakse terve metalli suunas 10 ... 25 mm ulatuses; puhastatud riba laius mõlema külje poolt peab olema võrdne detaili paksusega keevitamise kohas. Hargnevate pragudega detailidel puhastatakse kogu pragude võrk.

Servast teatud kaugusel olevate pragudega detailide ettevalmistamine toimub järgmiselt.

10 ... 15 mm kaugusele prao otsast puuritakse ava läbimõõduga 5 ... 8 mm. Kui pragu on detailis mitteläbiminev, siis puuritakse ava praost 3 ... 4 mm sügavam. Kui puurimist ei ole võimalik teha, siis raiutakse metall prao ümber välja nii, et tekib sujuv üleminek praost tervesse metalli. Läbiminevate pragude puhul raiutakse prao seinad välja nii, et selle servad jäävad X- või V-kujuliseks nurgaga 70 ... 90°.

Kuni 12 mm paksuste purunenud detailide keevitamisel peab pilu laius olema 1 ... 2 mm ja üle 12 mm — 3 ... 5 mm. See pilu on vajalik metalli paremaks sulamiseks ja tugevama ühenduse saamiseks keevituskohtades.

Keevitamise (pealesulatamise) kasutamisel detailide remontimiseks on vaja arvestada detailide materjali keevitatavust, s. o. selle võimet anda heakvaliteedilist keevisühendust.

Terasdetailide keevitamine ja terase pealesulatamine. Terase keevitatavus sõltub selle keemilisest koostisest, peamiselt süsiniku sisaldusest. Suurt mõju avaldavad ka legeerivad elemendid — kroom, mangaan, nikkel jt. Süsiniku ja legeerivate elementide hulga suurenemisega terases selle keevitatavus halveneb.

Hästi keevitatavaid teraseid võib keevitada või peale sulatada tavalistes tootmistingimustes ilma ettekuumutamiseta ja pärastise termilise töötlemiseta. Sama kehtib ka rahuldavalt keevitatavate teraste kohta. Kuid pragude tekkimise vältimiseks on neist terastest suure paksuse ja läbimõõduga detaile enne keevitamist vaja ette kuumutada. Piiratud ja halva keevitatavusega terastes võivad keevitamisel praod tekkida (sulatatud metalli soojuse mõjutsoonis), seepärast soovitatakse neist terastest detaile enne keevitamist lõõmutada. Enne keevitamist (pealesulatamist) on vaja detaile kuumutada temperatuurini 250 ... 300° C ja pärast keevitamist karastada ning noolutada.

Andmed teraste keevitatavuse kohta tuuakse spetsiaalseis väljaannetes.

Remondipraktikas kasutatakse peamiselt metallelektroodidega elekterkaarkeevitust. Terast keevitatakse spetsiaalse kaetud terastraadist elektroodiga, mille läbimõõt on 1 ... 3 mm. Kate on ette nähtud kaare paremaks põlemiseks ja pealesulatatava õmbluse mehaaniliste omaduste tõstmiseks.

Metallelektroodidega elekterkaarkeevitusel on tugeva õmbluse saamiseks vaja saavutada põhi- ja pealesulatatava metalli täielik sulamine. Kvaliteetse keevituse tähtsaimaks tingimuseks on voolutugevuse ja üldse detaili paksusele vastava keevitusrežiimi, õmbluse iseloomu poolt dikteeritud nõuete, elektroodi läbimõõdu ja katte õige valik.

Pealesulatamisega taastatakse paljud detailid, sealhulgas ka liugelaagrites pöörlevate võllide ja telgede tapid. Enne pealesulatamist detaili pind puhastatakse kuni metalliläikeni. Pealesulata-

mist teostatakse tapi teljega paralleelsete kihtidena. Seejuures detaili deformatsiooni vältimiseks sulatatakse kihid järgemööda tapi diametraalselt vastaspoolsetel külgedel. Pealesulatatava kihi laius ei tohi ületada elektroodi kahte paksust. Pärast kihi pealesulatamist puhastatakse seda terasharjaga. Järgmine kiht peab katma eelmist ühe kolmandiku laiuse ulatuses.

Malmdetailide keevitamine ja pealesulatamine. Malmdetailide (ka alla 3 mm paksusega terasdetailide) taastamisel kasutatakse peamiselt gaaskeevitust. Keevisõmblus saadakse varda- või traadikujulisest lisamaterjalist. Malmi keevitatakse hapniku-atsetüleenileegiga atsetüleeni teatud liiaga (saadakse taandav leek). Õmbluse sulametalli kaitsmiseks hapendumise eest kasutatakse räbusteid.

Hallmalmist detaile võib keevitada nii üldise kui kohaliku ettekuumutamisega või ettekuumutamiseta. Keevitust ettekuumutamisega 500 ... 700° C nimetatakse tinglikult kuumkeevituseks, ettekuumutamisega 250 ... 450° C — poolkuumkeevituseks ja ettekuumutamiseta — külmkeevituseks. Parimaid tulemusi annab kuumkeevitus. Detaile kuumutatakse ahjudes või ääsidel, kasutades kütuseks puusütt.

Tempermalm on halvasti keevitatav. Tempermalmist detailide taastamise kõige lihtsamaks mooduseks on keevitamine valgevasest või monellmetallist elektroodidega.

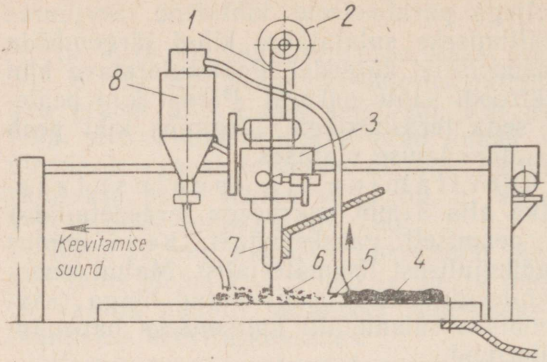
Elektrikaarega keevitatud malmdetaile tuleb jahutada aeglaselt. Suured detailid jahutatakse koos kuumutamiseks kasutatud ahjuga, väikesed detailid paigutatakse liiva või tuha sisse. Keerulistes malmdetailides (karterites, reduktorite, pumpade keredes jt.) pragude keevitamiseks ilma eelneva kuumutamiseta sai laia leviku keevitaja A. G. Nasarovi poolt pakutud elekterkeevitus. Selle viisi juures keevitatakse punasest vasest ja madala süsinikusisaldusega terasest elektroodide pakiga.

Elektroodide pakiga keevitamisel võib saada õmbluse, mis ületab keevitatava malmi tugevuse.

### 36. AUTOMAATSE KEEVITAMISE JA PEALESULATAMISE KASUTAMINE

#### KEEVITAMINE RÄBUSTIKIHI ALL

Räbustikihi all automaatkeevituse eelis seisneb selles, et elektrikaar ja vedel metall on hästi kaitstud õhu juurdepääsu eest. Seepärast sisaldab niisugusel viisil sulatatud metall mitu korda vähem hapnikku ja lämmastikku kui harilikul viisil kõrgekvaliteedilise kattega elektroodidega sulatatud metall. Peale selle soodustab räbusti kasutamine õmbluse head kujundamist, väldib metalli laialipritsimist ja põlemist ning väheneb miinimumini kiirguslik soojuskadu.




Joon. 80. Automaatkeevitus räbukihi all

Joonisel 80 on näidatud räbustikihi all automaatkeevituse skeem. Elektroodi traat *1* antakse ette kassetist *2* automaatpeaga *3* läbi voolujuhtiva huuliku *7* keevituskaare tsooni, mis on kaetud kuiva teralise räbustiga *6*. Räbusti satub keevitustsooni punkrist *8* isevoolu teel. Vahetult kaare vahemikku ümbritsevad räbusti terad sulavad, seejuures tekib kaare vahemiku ümber ja sulametalli vannikese peale sularäbusti mull, mis on täidetud kaare põlemisel eralduvate gaaside ja aurudega. Keevituskaare edasiliikumisel tekib sulanud vallikese peale pidev räbustikiht, mis jahtudes muutub kõvaks šlaki koorikuks *4*. Šlaki kooriku peale jäänud mittesulanud räbusti suunatakse imeva lehtrisuu *5* abil tagasi punkrisse *8*.

Kulunud detailide automaatkeevituse tootlikkus räbustikihi all on 5 ... 10 korda suurem kui käsitsi kaarkeevitusel.

Keevitatakse madala süsinikusisaldusega keevitustraadiga $C_B$ -08 või $C_B$-15 ja räbustiga ОСЦ-45.

## VIBROKAAREGA PEALESULATAMINE

Peale suure tootlikkuse kindlustab vibrokaarega pealesulatamine erakordselt väikese termilise mõju tsooni. Detaili temperatuur pealesulatamisel ei tõuse üle 80 ... 90° C. Pärast pealesulatamist detail ei deformeeru.

Vibrokaarega pealesulatamise olemus seisneb järgmises. Spetsiaalse seadme abil vibreerima pandud elektrood puudutab perioodiliselt keevitatavat detaili. Lühikese kontakti momendil elektroodi ots sulab ja keevitub detaili külge.

Detaili massiivsus ja lisajahutus soodustavad metalli tardumist kontakti tsoonis.

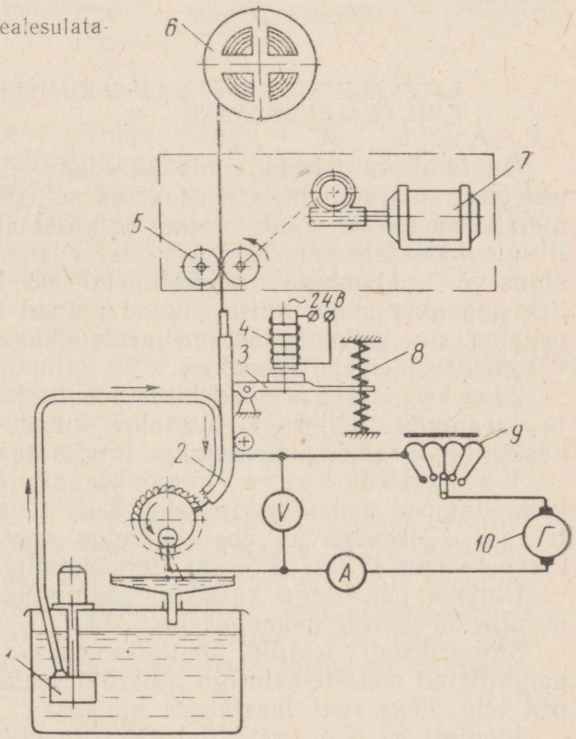
Vibrokaarega pealesulatamisel kasutatakse generaatori *10* (joon. 81) poolt antavat alalisvoolu. Voolutugevust reguleeritakse drosseli *9* (PCT-24 või PCT-34) abil. Generaatori vibraator

koosneb kiikuvast kangist *3* ja vahelduvvooluga toidetavast elektromagnetist *4*. Vedru *8* soodustab kangi püsivat võnkumist. Elektrooditraat läheb läbi huuliku *2*, mis on kinnitatud kiikuvale kangile. Traat antakse ette kassetist *6* automaatselt elektrimootori *7* poolt käivitatava rullmehhanismi *5* abil.

Pumbaga *1* antakse sulatustsooni jahutusvedelik, mis kaitseb metalli õhuhapnikuga ühinemise eest, vähendab termilise mõju tsooni, soodustab õmbluse kiiret kujundamist ja tõstab metalli kõvadust. Jahutusvedelikuna kasutatakse 5 ... 6% kaltsineeritud sooda lahust, millele lisatakse 0,5 ... 0,6% autooli.

Pealesulatamisega katmisele kuuluv detail asetatakse treipingi tsentrite vahele. Vibrokeevituspea monteeritakse terahoidja asemele. Detail pöörleb pealesulatamise käigus kiirusega 0,003 ... 0,006 m/s. Supordikelk koos peaga saab pikiettenihke 2 ... 3 mm pöörde kohta.

Vibrokaarega pealesulatamist kasutatakse kulunud silindriliste pindade taastamiseks. Ühe läbimiga pealesulatatud kihi paksus on 1 ... 3,5 mm ja sõltub elektrooditraadi läbimõõdust, mis on tavaliselt 1,5 ... 2,5 mm.




Joon. 81. Vibrokaarega pealesulatamise skeem

Vibrokaarega võib sulatada peale kihi, mille kõvadus ulatub karastatud metalli kõvaduseni (38 ... 56 *HRC*). Pealesulatatud pinda töödeldakse lihvimisega või kõvasulamist lõikeriistaga.

Vibrokaarega pealesulatamine võimaldab taastada masinate kulunud detaile ja katta metallesemeid kuumuskindlate, korrosioonikindlate ja teiste sulamitega.

## 37. KULUNUD DETAILIDE TAASTAMINE METALLISEERIMISEGA

Metalliseerimise olemus seisneb järgmises: detaili pind kaetakse ülipeente (suurusega 15 ... 20 μm) metalliosakestega, mis saadakse metalli sulatamisel elektrikaarega (elektrimetalliseerimisel) või atsetüleen-hapnikuleegiga (gaasiga metalliseerimisel) ja suruõhuga (rõhuga kuni 0,6 $MN/m^2$) pihustamisel.

Need osakesed, paiskudes suure kiirusega (100 ... 250 m/s) vastu metalliseeritavat pinda, haakuvad selle külge ja moodustavad tiheda katte. Pihustatud metalliga mitmekordsel ülekatmisel võib saada katteid paksusega mõnest mikromeetrist kuni 10 mm ja enam.

### ETTEVALMISTUS METALLISEERIMISEKS JA METALLISEERIVA KIHI PEALEKANDMINE

On kindlaks tehtud, mida karedam on taastatav pind, seda paremini sulatatud metalli osakesed sellega haakuvad. Seepärast metalliseerimisele kuuluv pind valmistatakse teatud viisil ette. Pind puhastatakse mustusest ja õlist. Õlised detailid kuumutatakse ahjus või leeklambiga temperatuurini 300 ... 350° C. Pärast detailide puhastamist metalliseeritavad pinnad karestatakse kas liivapritsiga, nn. katkenud keerme pealelõikamine, meisliga täkkides või elektrisädemega töödeldes.

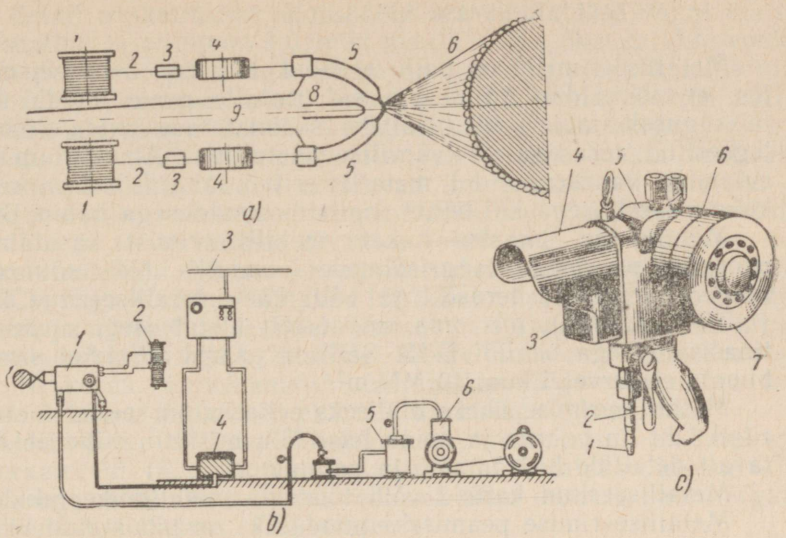
Liivapritsiga töödeldakse peamiselt keeruka kujuga detaile ja tasapindu. Selleks kasutatakse kuiva kvartsliiva. Seejuures kasutatav suruõhk puhastatakse tingimata õlist ja niiskusest.

Katkenud keere lõigatakse silindriliste detailide ettevalmistamisel metalliseerimiseks. Seda tehakse treipingil keermeteraga. Lõikesügavus ühe läbimiga võetakse 0,25 ... 0,8 mm, keerme samm 0,75 ... 1,5 mm (terasdetailidel).

Ühtlase paksusega kattekihi saamiseks treitakse võllid enne purunenud keerme lõikamist üle.

Silindrilised detailid metalliseeritakse treipingil supordile paigaldatud metallisaatoriga. Aparaat seatakse üles nii, et pihusti pea telg oleks risti taastatava pinnaga.

Joonisel 82, *a* on näidatud elektrimetalliseerimine. Mähisrulli-




Joon. 82. Metalliseerimine pihustamisega:
*a* — elektrimetalliseerimise skeem, *b* — elektrimetalliseerimise seadme skeem, *c* — metalliseerimispea ЭМ3А üldvaade (*1* — otsik suruõhu sissejuhtimiseks, *2* — õhukraan, *3* — voolujuhtmete pistiku pesa, *4* — kaitseekraan, *5* — rullmehhanismi kate, *6* — õhuturbiin, *7* — turbiini pöörete regulaator)

delt *1* antakse traat *2* ette tõmberullidega *4* läbi juhttorude *3* vastuvõtutorudesse *5*. Vastuvõtutorudest väljudes traadid ristuvad, ühendades juhtmeid *9* mööda tuleva vooluahela. Seejuures tekib elektrikaar, mis sulatab traadi otsad. Sulanud metall pihustatakse düüsist *8* tuleva suruõhuga (rõhuga kuni 0,6 MN/m²) peenikesteks osadeks *6* ja paisatakse vastu detaili pinda *7*.

Tsentraalse suruõhu võrgu ja keevitustrafo olemasolu korral ei ole raske ettevõttes detailide metalliseerimiseks väikest töökoda või osakonda sisustada. Joonisel 82, *b* on toodud elektrimetalliseerimisseadme skeem sellise töökoja jaoks. Traadi sulatamiseks vajalik vool saadakse võrgust *3* trafo *4* kaudu, mis alandab pinge kuni 24 V ja tõstab voolutugevust. Suruõhk antakse püstolisse kompressorist *6* läbi õhukoguja *5*.

Joonisel 82, *c* on esitatud remondipraktikas väikeste detailide taastamiseks laialt kasutatava metalliseerimispea ЭМ3А üldvaade.

Metalliseerimiseks gaasiga on remondipraktikas laia kasutust leidnud atsetüleen-hapnikuleegiga töötav metalliseerimispea ГИМ-1. Hapniku rõhk on 0,25 ... 0,3 MN/m², atsetüleeni rõhk 0,1 ... 0,18 MN/m². Terastraadiga metalliseerimisel on tootlikkus 1 kg tunnis.

Metalliseerimisel on palju eeliseid. Esimene neist seisneb selles, et võimaldab mitmesuguseid metalle peale kanda ükskõik missugusele materjalile. Näiteks süsinikterase pinda võib katta legeeritud terasega ja värvilise metalliga. Alumiinium-seatina sulamiga vahekorras 1:1 metalliseeritud laagriliuad on suurema kulumiskindlusega kui suure inglistinasisaldusega babiit Б-83.

Mõningates tehastes hakati metalliseerimist kasutama nn. pööratud paaridega laagrisõlmede loomiseks. Neis sõlmedes on laager karastatud terasest ja võlli kael metalliseeritud kattega (mitte babiidiga), mis oma omadustelt ületab isegi suure inglistinasisaldusega babiidi Б-83. Sellised paarid töötavad sisse söövbimata erisurvetel kuni 40 MN/m$^2$.

Metalliseerimise üheks oluliseks eeliseks on see, et metalliseeritud kiht on poorne ja hoiab hästi õli, mistõttu väheneb märgatavalt detailide hõõrdumine ja kulumine.

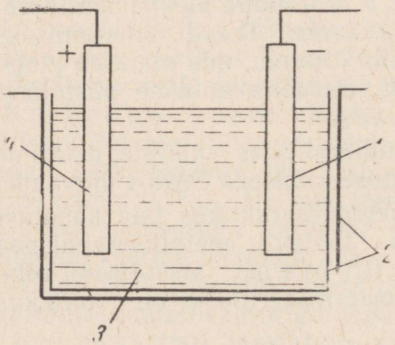
Metalliseeritud katteid võib töödelda metallilõikepinkidel.

Metalliseerimise peamiseks puuduseks on pihustatud kihi nõrk külgekleepuvus detailile. Seepärast vahelduval koormusel töötavate detailide (näiteks mootorite väntvõllide kaelte) taastamiseks seda moodust ei soovitata.

## 38. KULUNUD DETAILIDE TAASTAMINE JA TUGEVDAMINE ELEKTROLÜÜTILISTE NING TERMOKEEMILISTE MEETODITEGA

Kroomimine. Sellist remonditavate detailide elektrolüütilist katmist teostatakse (joon. 83) tinast või viniplastist sisemise vooderdusega *2* soojendatavas terasvannis. Elektrolüüdiks on kroomanhüdriidi, väävelhappe ja destilleeritud vee lahus.

Taastatav detail *1* riputatakse vannis spetsiaalse hoidja külge, mis on ühendatud alalisvoolu allika negatiivse poolusega. Järeli-




Joon. 83. Detailide elektrolüütilise kroomimise skeem

kult detail on katoodiks. Koos detailiga riputatakse vanni teatud arv seatina ja antimoni sulamist plaate *4*, mis ühendatakse vooluallika positiivse poolusega. Seega on anoodiks plaadid, mille üldpind ületab kaetava detaili pinna 2...2,5 korda. Detaili mittekroomitavad pinnad kaetakse eelnevalt vaigu või lakiga.

Kui läbi selliselt moodustatud elektriahela lasta vool, siis sadestuvad elektrolüüdist eralduvad kroomiosakesed detailile.

Kroomimist kasutatakse remondipraktikas laialdaselt võllide, spindlite ja teiste taoliste detailide tööpindade taastamiseks, mis on kulunud kuni 0,2 mm. Kroomkatted on kuumuskindlad (kuni 800° C), väga kõvad ja töötavad hästi kulumisele pehmetel terastel, malmil ja nitreeritud terastel. Samuti paistavad need silma kõrge korrosioonikindlusega. Detailide tööiga suureneb kroomimisega 4...10 korda. Kroomkatetel on sinakas-valge värvus ja iseloomulik läige, mida need ei kaota ka niiskes keskkonnas.

Alalisvoolu allikana kasutatakse kroomimisel madalpingegeneraatoreid (6...12 V). Detailidele sadestatakse kroomi kiht paksusega mitte üle 0,2 mm, vastasel juhul muutub kate nõrgaks (kõrgendatud haprus, ärakoorumine).

Real juhtudel kasutatakse nn. poorset kroomimist. Poorsed kroomkatted hoiavad paremini õlikilet.

Reljeefsete pindade kroomimisel ühtlase katte saamiseks kasutatakse spetsiaalseid ekraane, mis kindlustavad jõujoonte parema jagunemise (mõõdulisel kroomimisel).

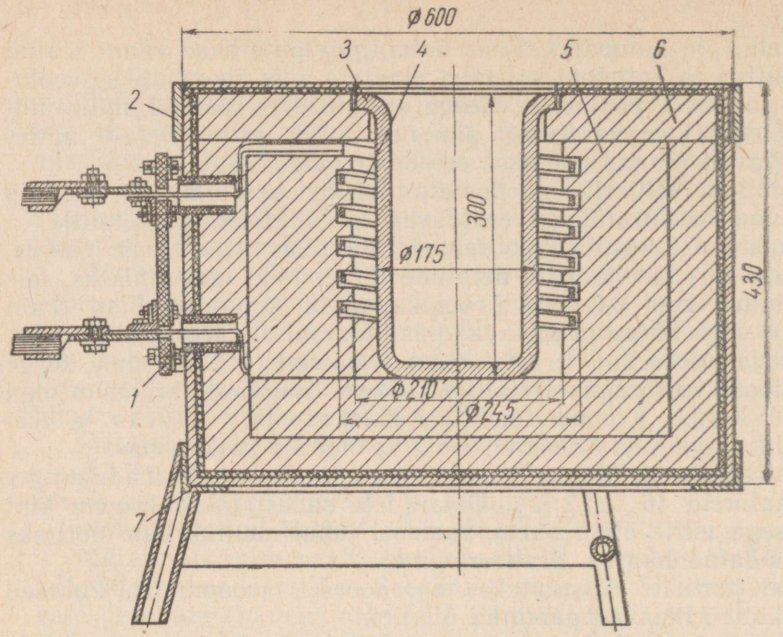
Kroomimine on kallis ja ühtlasi aegaviitev protsess: 0,1 mm paksuse kroomikihi saamiseks kulutatakse 6...12 tundi, olenevalt voolutihedusest vannis. Ei tohi kroomida (kroomi lahtikoorumise tõttu) detaile, mis töötavad löögilisel koormusel (näiteks hammasrataste hambad) või erisurvetega üle 7,5 $MN/m^2$.

Terasega katmiseks nimetatakse detailide taastamise viisi terasega elektrolüütilise katmise teel. Teras sadestub 10...20 korda kiiremini kui kroom; sellisel viisil võib valmistada kuni 2 mm paksusi katteid. Suurema paksuse korral selle tugevus langeb.

Terasega kaetakse kas keraamilises, faoliidist, happekindlast betoonist või happekindla kattega metallist vannis. Elektrolüüt kuumutatakse vannis elektrivooluga. Terasega katmiseks ettenähtud elektrolüütide kahest grupist — väävelhappe ja soolhappe — kasutatakse sagedamini soolhappe elektrolüüte, kuna need annavad kõrgema kvaliteediga katteid ja seejuures lühema ajaga.

Teraskatete peamiseks eeliseks on nende kindel liitumine põhimetalliga. Niisugusel viisil saadud kate meenutab oma füüsikalis-mehaaniliste omaduste poolest keskmise süsinikusisaldusega terast.

Elektrolüütiliste katete piiratud kasutamine seletub protsessi suhtelise keerukuse ja kallidusega.




Joon. 84. 8 kW võimsusega elektrolüüsse boorimisahju skeem

Elektrolüüsne boorimine on keemilis-termiline protsess, mille juures terase pind rikastatakse sulatatud booraksist saadava booriga ja mille tulemusena tekivad ühendid rauaga — rauaboriidid. See protsess kindlustab booritud pinna suure kõvaduse pehme südamiku juures, kõrge kuumuskindluse (kuni 800... 900° C), korrosioonikindluse ja kõrgendatud happekindluse.

Elektrolüüsse boorimise seade (joon. 84) koosneb tiigelahjustvannist *3*, kuumutajast *4*, karkassist *7* kaanega *2*, telliskividest müüritisest *5*, soojusisolatsioonist *6* ja paneelist *1*.

Ahju soojendatakse keevitustrafo kaudu võrgust. Elektrisoojendus hoiab temperatuuri 900... 1100° C piires.

Enne tiiglisse asetamist puhastatakse detailid õlidest bensiiniga.

Seejärel kuivatatakse neid 5 minuti jooksul õhus.

Detailid asetatakse ahju spetsiaalseis rakistes ja vanni ülemäärase jahtumise vältimiseks teatud määral kõrgemal temperatuuril (~1000° C). Seejärel asetatakse sisse grafiitelektroodid (ГОСТ 4425-62), lülitatakse sisse elektriahi ja lisatakse väikestes annustes booraksit.

Boorimine toimub sulatatud ja temperatuurini 950° C kuumutatud booraksis (ГОСТ 10111-62).

Optimaalsete tingimuste juures on detailide ahjus hoidmise aeg 1 ... 2 tundi. Kuumutamise lõpetamisel lülitatakse ahi välja ja rakis koos detailidega eemaldatakse vannist.

Detailid asetatakse termoisolatsioonalustele (tellistele) ja jahutatakse õhus kuni temperatuurini 80 ... 100° C. Seejärel asetatakse need veepaaki, milles vee temperatuur on 80 ... 100° C, kus lahustub detaili pinna külge kleepunud booraksi kiht.

Detailide pesemisel tuleb nende pindu puhastada terasharjadega. Booraksist puhastatud pind pestakse lõplikult puhtas kuumas vees ja kuivatatakse kaltsudega. Pärast detailide tugevdamist neid lihvitakse.

### 39. DETAILIDE TAASTAMINE JA TUGEVDAMINE ELEKTRISÄDEMEGA TÖÖTLEMISEL

Detailide elektrisädemega taastamine ja tugevdamine põhineb elektri sädelahenduse omadusel murda lahti ja kanda üle metalli osi ühelt elektroodilt teisele.

Elektrisädemega taastatakse terasdetaile kulumise suurusega kuni 0,1 ... 0,15 mm. See taastamisviis võimaldab tõsta tööstusseadmete detailide kulumiskindlust 2 ... 3 korda ilma metalli struktuuri ja mehaanilisi omadusi kahjustamata.

Remondipraktikas kasutatakse elektrisädemega tugevdamisel enamikel juhtudel alalisvoolu, harvem — vahelduvvoolu.

Detailide elektrisädemega tugevdamiseks kasutatakse laialdaselt Leningradi koondise ЛОМО poolt välja töötatud kantavat seadet КЭИ-1.

Töödeldakse tavaliselt õhu keskkonnas vibreeriva elektroodiga.

Praktikas tugevdatakse elektrisädemega kiiresti kuluvaid detaile peamiselt kontaktmeetodil käsivibraatori abil. Vibraatorisse kinnitatud elektroodi ja tugevdatava detaili vahel tekib pulseeriva voolu mõjul sädelahendus, mille tulemusena elektroodi osakesed kanduvad üle katoodile.

### 40. KULUNUD DETAILIDE TAASTAMINE LIIMIMISEGA

Liimimine leiab remondipraktikas üha laiemat levikut. Sellisel viisil parandatakse praod valandeis ja teistes detailides, ühendatakse purunenud detaili osi, kinnitatakse võllidele hoorattaid, kange, pukse ja tehakse palju teisi töid.

Liimitud õmblus ei lase läbi vett, õli, petrooleumi ja säilitab peale selle oma tugevuse temperatuurini 100° C. Liimitud detaile võib töödelda metallilõikepinkidel emulsioonidega ja kuivalt, kroomida, katta terasega ning metalliseerida.

Detailide kokkusobitatavad pinnad puhastatakse enne liimimist atsetooni või piiritusega niisutatud lapiga.

Karbinoolliim on välja töötatud prof. I. N. Nasarovi poolt. Liim võib olla vedel või pasta kujul. Vedelaga liimitakse metalle ja plastmasse; pastaga parandatakse metalldetailides pragusid, kriimustusi, väikesi tühemikke. Liimi põhiliseks osaks on karbinoolsiirup; kõik ülejäänud koostisosad võetakse protsentides siirupi kaalust. Need koostisosad on: 2,5...3% bensoüülülihapendit, 1...2% lämmastikhapet ja 50...80% täiteainet, milleks võib olla tsement, kriit, rauapulber, grafiit.

Liim valmistatakse portselan-, klaas- või metalluhmris. Algul hõõrutakse portselanist uhmrinuiaga bensoüülülihapend koos täiteainega hästi peeneks. Seejärel lisatakse segusse natukene siirupit ja segatakse uuesti ning siis lisatakse kogu ülejäänud siirup. Segamist jätkatakse seni, kuni liim muutub läbipaistvaks.

Valmis liim kantakse detaili ettevalmistatud pinnale klaaspulgaga, seejärel pinnad ühendatakse ja hõõrutakse kergelt vastamisi, et liim jaguneks ühtlaselt ja õhk vahelt väljuks. Seejärel surutakse pinnad tihedalt teineteise vastu ja jäetakse selliselt seisma kuni liimi kõvastumiseni: 2...3 ööpäevaks temperatuuril 10...15°C, 10...12 tunniks temperatuuril 40...45°C ja 4...6 tunniks temperatuuril 55...60°C.

Liimitavad pinnad peavad olema täiesti puhtad, kuivad ja tihedalt kokku sobima.

Karbinoolliim on kasutamiskõlblik 5...8 tundi. Seetõttu valmistatakse seda ainult jooksva töö jaoks vajalikus koguses arvestusega 0,5...1 kg 1 $m^2$ liimitava pinna kohta. Tahkestunud karbinoolliimi kõvadus on 20...24 HB ja katkemistugevus 20...25 $MN/m^2$.

БФ-liimid on välja töötatud nõukogude teadlaste poolt eesotsas prof. G. S. Petroviga. Need liimid kujutavad endast fenoolformaldehüüdvaikude piirituslahuseid. Vastavalt kasutusotstarbele ja omadustele jaotatakse need reaks markideks. Liimiga БФ-2 on kõige parem liimida detaile, mis töötavad temperatuuril 60...80°C ja ka happelises keskkonnas. Liim БФ-4 töötab hästi leeliselises keskkonnas. Liim БФ-6 on aga liimidest kõige elastsem ja kasutatakse riide või kummi liimimiseks metalli külge.

БФ-liim kantakse mõlemale liimitavale pinnale kahekordse kihina. Esimene kiht peab kuivama õhus 1 tund ja siis 15 minutit temperatuuril 55...60°C; seejärel kantakse peale teine kiht, mis hoitakse õhu käes 1 tund ja edasi 15 minutit temperatuuril 55...60°C ning lõpuks 50...60 minutit temperatuuril 85...90°C.

Järgnevalt ühendatakse liimitavad detailid või nende osad ja surutakse kokku rõhuga 10...150 $KN/m^2$, olenevalt detailide materjalist ja nende konstruktsioonist. Ühendatud detailid hoitakse pressi all teatud temperatuuril ja teatud aja jooksul vastavalt järgmistele andmetele:

| | Liim БФ-2 | Liim БФ-4 | Liim БФ-6 |
|---|---|---|---|
| Temperatuur °C | 120...200 | 60...90 | 150...200 |
| Aeg tundides | 1...3 | 3...4 | 0,25...1 |

БФ-liimiga ühendatud detailide lahtivõtmiseks kuumutatakse neid kuni 200° C ja enam.

Karbinool- ja БФ-liimidega võib liimida metalle, puitu, eboniiti, plastmasse, fiibrit, orgaanilist klaasi, harilikku klaasi, vilgukivi, marmorit, vilti, kummit, tekstoliiti, mineraale ning seejuures mitmesugustes kombinatsioonides: teras ja duralumiinium, teras ja plastmassid, teras ja fiiber, teras ja tekstoliit, teras ja portselan, teras ja puit, teras ja orgaaniline klaas, duralumiinium ja plastmass jne.

Karbinool- ja БФ-liimide kiled on vastupidavad määrdeõlide, petrooleumi, bensiini, nõrkade hapete ja leeliste ning tavalise temperatuuriga vee suhtes. Kile on elastne.

## LIIMIMINE EPOKSÜÜDLIIMIDEGA

Viimasel ajal kasutatakse remondipraktikas edukalt epoksüüdliime. Epoksüüdliimi põhilisteks koostisosadeks on epoksüüdvaik ЭД-6 (ВТУ МХП 646-55) ЭД-5 (ТУ 688-56), Э-40 jt., mida võetakse koguses 80...100 kaaluühikut, ja kõvasti — polüetüleenpolüamiin (ВТУ ВХП ВУ 226-56), mida võetakse 7...16 kaaluühikut. Liimi koostisse kuulub veel plastifikaator — dibutüülftolaat (ГОСТ 3863-47) koguses 10...16 kaaluühikut. See alandab liimi kile haprust ja tõstab löögi sitkust ning elastsust. Ühenduse mehaaniline tugevus tõuseb selle liimi kasutamisel, kui lisada selle koostisse 20...60 kaaluühikut mingit pulbritaolist täiteainet, nagu terase, malmi, pronksi, alumiiniumi või tsemendi pulbrit, portselanjahu, kvartsjahu, grafiiti jms.

See liim kõvastub toatemperatuuril 24 tunni ja temperatuuril 60° C — 4 tunni jooksul.

Epoksüüdvaik kõvastub kiiresti sellesse kõvasti lisamisel (25...40 minuti jooksul), kuid kinnises anumas võib vaigu segu plastifikaatoriga ja täiteainega seista kõvastumata kuni aasta.

Valmistatud liim tuleb kohe kanda liimimiseks hoolikalt ettevalmistatud pindadele, vastasel juhul võib see kõvastuda ja muutuda kasutamiskõlbmatuks.

Kokkuliimitud ühenduse tugevuse piir nihkele on teras-terase korral 30 MN/m², teras-malmi ja malm-malmi korral — 20 MN/m², teras-pronksi ja pronks-pronksi korral — 13 MN/m².

Liimitud ühenduse mehaaniline tugevus sõltub nii valmistatud liimi kui ka liimimiseks ettevalmistatud pindade kvaliteedist, seejuures kõige tugevam ühendus saadakse 4. ja 5. pinnasiledusklassi ja õlidest hoolikalt puhastatud pindade puhul.

Epoksüüdliimidega liimitud detailide ühenduse mehaaniline

tugevus ei lange temperatuuri tõustes kuni 100° C, samal ajal kui БФ-liimidel on selleks piiriks 80° C ja karbinoolliimidel — 70° C.

Epoksüüdliimidega liimimise tehnoloogiline protsess koosneb 8 operatsioonist, mis teostatakse järgmises järjekorras:

1) pindade liimimiseks ettevalmistamine, s. o. nende töötlemine metallilõikepinkidel, puhastamine ja õlidest vabastamine;
2) liimi ettevalmistamine;
3) liimi kandmine liimitavatele pindadele;
4) liimitavate pindade ühendamine;
5) üleliigse liimi detaililt eemaldamine;
6) toimingud, mis on seotud ühendatud detailide hoidmisega valitud režiimi (temperatuur, aeg) juures;
7) liimitud õmbluse kvaliteedi kontroll;
8) detailide töötlemine pärast liimimist.

Detailide siledad pinnad puhastatakse enne liimimist smirgelpaberiga nr. 80...150 (ГОСТ 5009-52). Seejärel puhastatakse neid lahustajaga — aviobensiiniga Б-30, atsetooniga või piiritusega — niisutatud lapiga. Puhastamine lõpetatakse, kui lapile ei jää tumedaid jälgi. Eriti hoolikalt tuleb puhastada õlidest malmdetailide pinnad.

Pinna puhastamise kvaliteedi lihtsaks kontrollimise viisiks on proov veetilgaga: kui vesi valgub mööda pinda laiali ja märgab seda, siis tekib liimiga hea ühendus.

Kui on tarvis saada vähemtugevaid ühendusi, nagu näiteks puksi ist korpuses, mis kuulub remondis lahtipressimisele, või laagri ist korpuses, mis samuti kuulub väljavõtmisele, siis valmistatakse korpuse istupinnad ette vähem hoolikalt.

Pindade ettevalmistus liimimiseks peab lõppema mitte varem kui 30 minutit enne liimimist. See on vajalik selleks, et pindadele ei tekiks oksiide ega mustust. Märgitud 30 minutist piisab lahustaja pindadelt äraauramiseks. Puhastatud pindu ei tohi kätega puudutada.

Pärast pindade puhastamist kantakse nendele liimikiht paksusega umbes 0,1 mm. Liimitavad pinnad peavad võimalust mööda olema horisontaalses asendis, et liim neilt ära ei valguks.

Pindade need osad, mis ei kuulu liimimisele, kaetakse kummiliimi või vahast eralduskihiga.

Detailide pindade kokkusobitamine liimimisel peab olema niisugune, et oleks kindlustatud mitte ainult nende täpne asetus teineteisel, vaid ka:

a) õhumullide eemaldumine ühendatavate pindade vahelt;
b) liimi ühtlane jagunemine õmbluses;
c) detailide nihkumise vältimine teineteise suhtes liimi kõvastumise ajal.

Surve suurus liimitavatele pindadele epoksüüdliimidega töötades võib kõikuda 0 kuni 0,7...1,0 MN/m².

* * *

Remondipraktika uurimine näitab, et treipinkide kapitaalremondis võib taastatavate detailide arvu suurendamisega ja uute detailide arvu vähendamisega saavutada remondi töömahu vähenemist 25...30% ja metalli kokkuhoidu iga pingi kohta 80...120 kg.

## KONTROLLKÜSIMUSED

1. Milles seisneb detailide keevitamisega ja pealesulatamisega taastamise olemus?
2. Jutustage automaatkeevituse protsessist räbustikihi all.
3. Kus on majanduslikult otstarbekas kasutada vibrokaarega pealesulatamist?
4. Milles seisnevad detailide metalliseerimisega taastamise eelised ja puudused?
5. Selgitage kroomimise olemust ja selle kasutamist.
6. Kirjeldage elektrolüüsset boorimist.
7. Milliseid detailide taastamisel kasutatavaid liime tunnete?

Neljas osa

# TÖÖSTUSSEADMETE REMONDITEHNOLOOGIA JA MODERNISEERIMINE

## X PEATÜKK

## TASAPINNALISTE ÜHENDUSPINDADEGA DETAILIDE REMONT

### 41. ÜLDISED ANDMED

Nagu me juba teame, võivad juhtpinnad (vt. joon. 51) olla mitmesuguse kujuga.

Tööpinkide sängidel on sageli täisnurksed ja V-kujulised juhtpinnad. Need taluvad küllalt suuri koormusi, mitmesuguste sõlmede suuri liikumiskiirusi, on hästi määritavad ja kaitstavad laastude eest. Juhtpinnad peavad olema rangelt sirgjoonelised ja omavahel paralleelsed ning nende tasapinnalisus peab vastama tehnilistele tingimustele.

Kalasabakujulisi juhtpindu kasutatakse tööpinkidel, suportidel, töölaudadel, liuguritel ja seadmete mõningatel teistel detailidel. Need ei hoia õli küllalt hästi ja mustuvad tihti, see-eest aga ei vaja palju kiile lõtkude reguleerimiseks.

Juhtpindu remonditakse mitmesugustel viisidel olenevalt nende pindade kulumise iseloomust ja selle suurusest ning sellest, kuidas on ettevõte varustatud spetsiaalsete remondiseadmete ja abinõudega.

Paljudes tehastes taastatakse kuni 0,2 mm kulunud juhtpindu kaabitsemisega, kuni 0,5 mm — lihvimisega või kaabitsemisega, üle 0,5 mm — hööveldamisega ja sellele järgneva lihvimise või kaabitsemisega. Kuid kaabitsemine on ka minimaalse kulumise juures väga töömahukas ja kallis operatsioon, seepärast on otstarbekas see alati asendada töötlemisega metallilõikepinkidel.

Juhtpinnad töödeldakse mehaaniliselt peamiselt pikihöövelpinkidel, mis on varustatud spetsiaalsete lihvimis- ja freesimisrakistega. Mõnikord kasutatakse spetsialiseeritud frees- ja lihvpinke, s. o. spetsiaalselt juhtpindade töötlemiseks kohandatud tööpinke.

## 42. TREIPINGI SÄNGI JUHTPINDADE TAASTAMINE

### TREIPINGI SÄNGI JUHTPINDADE KULUMISE ISELOOM

Juhtpinnad *3*, *4* ja *6* (joon. 85, *a*), mida mööda liigub tagapukk, kuluvad märgatavalt vähem kui supordi esijuhtpinnad *7* ja *8*. Teatud määral vähem kuluvad pinnad *1*, *2* ja *10*. Pinnad *5*, *9*, *11* ja *12* ei kulu üldse. Kulumise erinevus erinevail juhtpindadel seletub nendele mõjuva koormuse erinevusega supordi ja tagapuki liikumisel.

Lähtudes ГОСТ 42-56-st, mis määrab tavalistele treipinkidele täpsusnormid, peetakse nende juhtpindade remontimisel kinni järgmistest nõuetest:

1) juhtpinnad peavad olema sirgjoonelised; lubatud kumerus 0,02 mm 1000 mm pikkuse kohta;

2) pinnad *2*, *3*, *4*, *6*, *7* ja *8* peavad olema paralleelsed horisontaaltasapinnas, ei tohi olla väänatud; lubatud kõrvalekalle — 0,02 mm 1000 mm pikkuse kohta;

3) pinnad *7* ja *8* peavad olema paralleelsed hammaslati aluspindadega *11* ja *12*; lubatud kõrvalekalle — 0,10 mm sängi kogu pikkuse kohta;

4) pinnad *3* ja *4* peavad olema paralleelsed pindadega *7* ja *8*; lubatud kõrvalekalle — 0,03 mm sängi kogu pikkuse kohta;

5) pinnad *1* ja *10* peavad olema paralleelsed pindadega *2*, *7* ja *8*; lubatud kõrvalekalle — 0,03 mm sängi kogu pikkuse kohta.

Sängi juhtpindade kulumine moodustab 0,03 . . . 0,08 mm aastas ja sõltub pingi töörežiimist ning tehnilise teenindamise kvaliteedist.

### SÄNGI JUHTPINDADE TAASTAMINE KAABITSEMISEGA

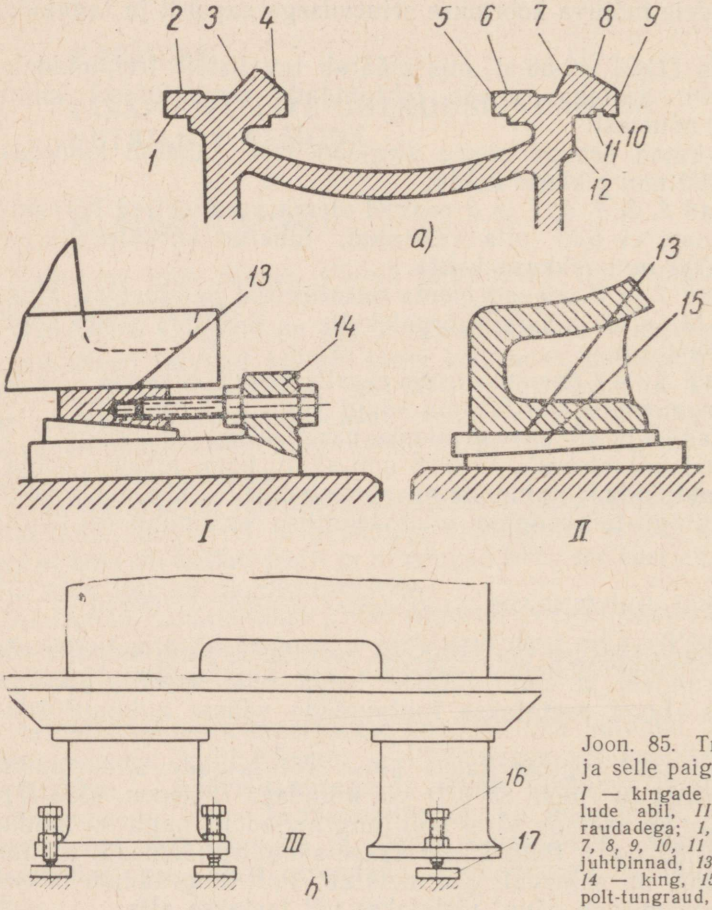
Juhtpindade täpsuse taastamiseks asetatakse säng stendile või jäigale põrandale ja kontrollitakse loega selle asendit piki- ja põikisuunas. Lood asetatakse juhtpindade vähem kulunud kohtadele.

Sängi asendit reguleeritakse aluse või jalgade alla pandavate kingadega *14* (joon. 85, *b-I*) või kiiludega *15* (joon. 85, *b-II*). Väga mugav on asetada säng polt-tungraudadele, nagu on näidatud joonisel 85, *b-III*. Poldid keeratakse sängi vundamendi poltide avadesse, mis on eelnevalt keermetatud. Polt-tungraudade sisse- või väljakeeramisega sängi tõstetakse või lastakse alla.

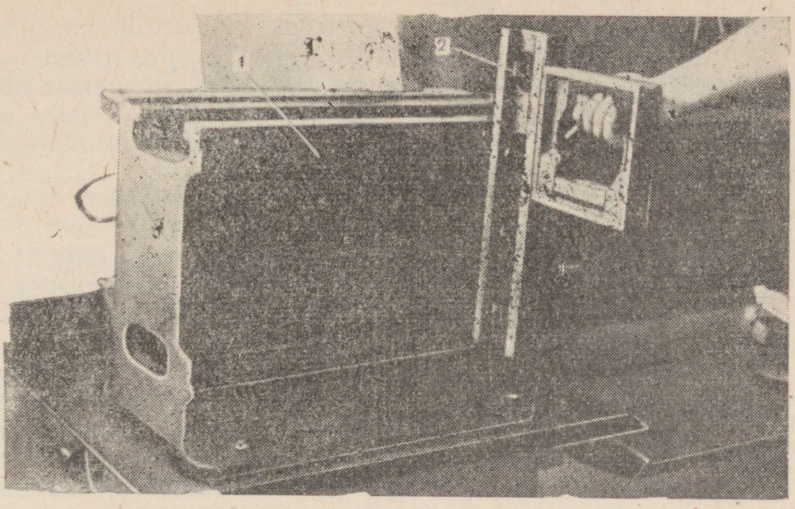
Põikisuunas kontrollitakse treipingi sängi asendit raamloega, mis asetatakse ettenihetekasti kinnituspindade vastu (joon. 86). Reguleeritakse seni, kuni loe peaampulli mullike läheb nullasendisse, mis näitab, et ettenihetekasti kinnitustasapind on vertikaalne.

Pärast sängi ülesrihtimist valitakse lähtetasapind, mille suhtes kontrollitakse kõigi remonditavate pindade paralleelsust *. Treipingil (joon. 85, *a*) võetakse tavaliselt lähtepindadeks tagapuki alusjuhtpinnad *3*, *4* ja *6*, kuna need kuluvad märgatavalt vähem

* Paralleelsuse all nüüd ja edaspidi käesolevas paragrahvis tuleb mõista ni' pindade omavahelist paralleelsust kui ka pindade moodustajate paralleelsust neil juhtudel, kui pinnad ise on üksteise suhtes nurga all.




Joon. 85. Treipingi säng ja selle paigaldus:
*I* — kingade abil, *II* — kiilude abil, *III* — polttungraudadega; *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, *6*, *7*, *8*, *9*, *10*, *11* ja *12* — sängi juhtpinnad, *13* — sängi tald, *14* — king, *15* — kiil, *16* — polt-tungraud, *17* — plaat



Joon. 86. Sängi põikisuunas paigalduse kontroll:
*1* — ettenihetekasti kinnitamise tasapind, *2* — paralleelsete pindadega tala (paremal käega hoitav raamlood)

kui teised juhtpinnad. Kulumise kõrvaldamiseks kaabitsetakse üle kõigepealt need pinnad, kontrollides perioodiliselt kontrolljoonlauaga nende sirgjoonelisust ja tasapinnalisust. Samaaegselt kontrollitakse väänet (kaardumust), milleks kasutatakse silda* või sillana kasutatavat kelku ja loodi (joon. 87, *a*).

Pärast lähte ettevalmistamist kaabitsetakse üle juhtpinnad *2*, *7* ja *8* koos paralleelsuse kontrollimisega.

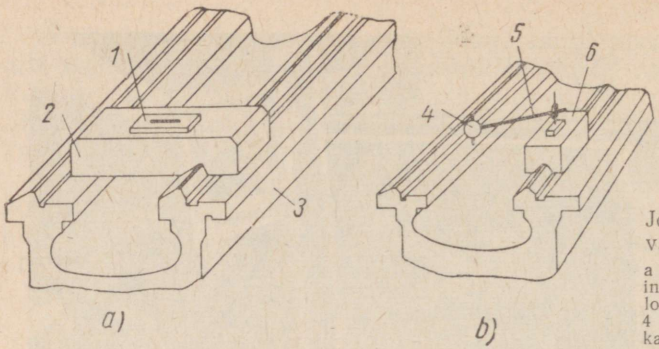
Mõned remontijad kontrollivad juhtpindu väändele indikaatoriga, nagu on näidatud joonisel 87, *b*. Kuid see viis on ebakindel, kuna juhtpind, millele asetatakse indikaatori alus, võib sageli kõrvale kalduda horisontaaltasapinnas kuni 0,01 mm. Sellisel juhul indikaatori näidud ei ole õiged. Viga on seda suurem, mida pikem on indikaatori kang.

Kasutades lähteks tagapuki juhtpindu tuleb siiski märkida, et vaatamata nende juhtpindade väikesele kulumisele on nende paralleelsus (vt. joon. 85, *a*) pindade *11* ja *12*, ettenihetekasti, käigukruvi ja käiguvõlli toendi kinnitustasapindade suhtes sageli rikutud.

Kõrvalekalded suurenevad pingi korduvatel remontidel, mille tõttu tuleb remonditavate pinkide koostamisel kulutada palju aega ettenihetekasti, käigukruvi ja käiguvõlli toendi kohalesobitamiseks kaabitsemise teel.

---

* Silla kasutamist juhtpindade kontrollimiseks vt. lk. 168 ... 172.




Joon. 87. Juhtpindade väände kontroll:
a — loega (õige), *b* — indikaatoriga (vale); *1* — lood, *2* — kelk, *3* — säng, 4 — indikaator, *5* — kang, *6* — alus (prisma)

Novaatorid väldivad seda, kasutades ratsionaalsemat remonditehnoloogiat. Selle tehnoloogia oluline moment seisneb selles, et lähteks kasutatakse 200 ... 300 mm pikkusi lõike pindade *11* ja *12* otste juures. Need pinnad ei kulu ja seepärast ei vaja ka eelnevat ettevalmistust nagu tagapuki juhtpinnad.

## UNIVERSAALNE SILD JUHTPINDADE KONTROLLIMISEKS

Sängi juhtpindade sirgjoonelisuse, paralleelsuse ja väände kontrollimiseks on mitmesugused universaalsed abinõud. Üks neist — sild — on näidatud joonisel 88.

Universaalsel sillal on T-kujuline alus nelja toega *5* ja veel ühe toega *3*. Kahte tugedest *5* võib nihutada vertikaalsuunas mööda keermetatud sambaid *7* ja kinnitada mutriga *6*. Ülejäänud kahte võib nihutada pikisoontes horisontaalsuunas ja kinnitada vajalikus kohas mutritega *4*. Tugesid *5* võib kokku ja lahti nihutada, olenevalt juhtpindade laiusest ja nende vahekaugusest. Tuge *3* võib nihutada nii vertikaalselt kui ka horisontaalselt.

Alusele *1* kinnitatakse kruvidega (joonisel mittenähtavad) klots *8*, millele kruvidega *10* kinnitatakse lood. Loe põhiampulli jaotuse väärtus on 0,02 või 0,05 mm 1000 mm kohta. Spetsiaalsetesse sõlmedesse *11* on kinnitatud kaks indikaatorit *2*. Indikaatorite asendit võib muuta, samuti nagu võib sõlmi kinnitada aluse ükskõik millises kohas.

Juhtpindade kontrollimiseks asetatakse sild umbes sängi keskele ja reguleeritakse toed. Jälgides loe mullikest püütakse anda sillale koos loega horisontaalne asend. Loe suhteliselt väikest mõõtmise ulatust kulumise mõõtmisel saab laiendada selle asetamisega juhtpindade keskele. Arvestatakse nii pluss- kui miinuskõrvalekaldeid.

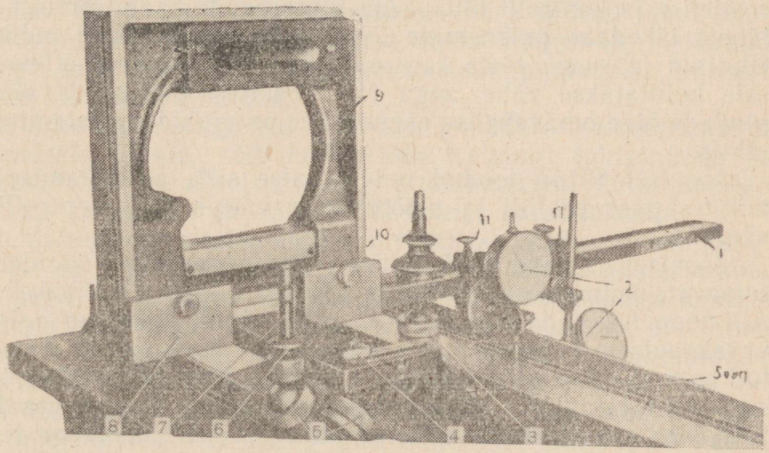
Mitmesuguste juhtpindade kontrollimisel võidakse silla toed, klots loega ja indikaatori liugurid asetada erinevalt. Juhtpindade

*3, 4, 6* (joon. 85, *a*) paralleelsust lähtepindadega *11* ja *12* kontrollitakse universaalse sillaga järgmiselt.

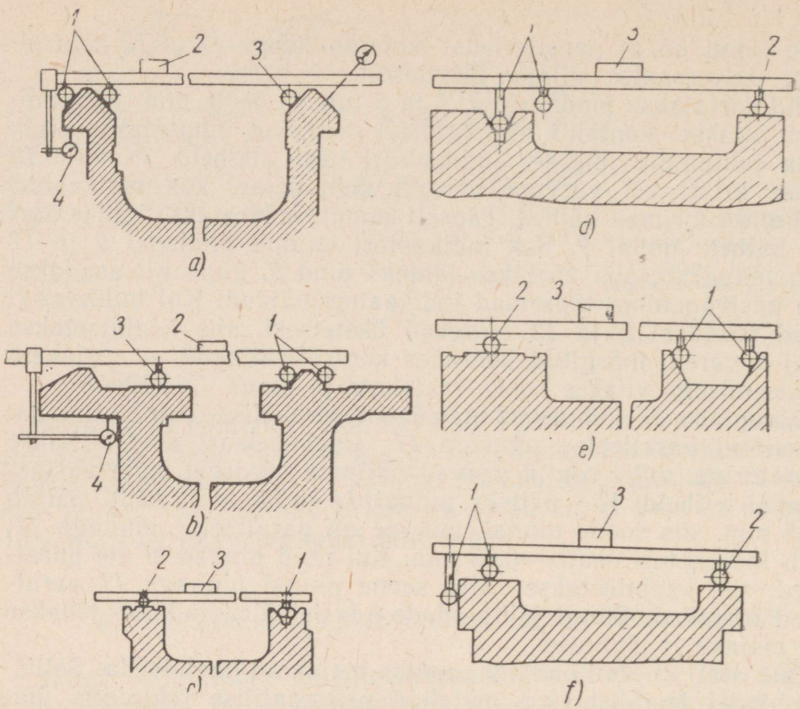
Sild asetatakse pindadele *3, 4* ja *6* tugede peale ning üks indikaator viiakse kontakti pinnaga *12*. Seejärel nihutatakse silda mööda juhtpindu, jälgides indikaatori osuti hälbeid. Pinnale *12* tehakse kriidi või värviga märgid kohtadesse, kus indikaatori osutil olid suurimad hälbed. Täpselt samuti määratakse indikaatori osuti hälbed pinnal *9*. Kui indikaatori näidud pindadel *9* ja *12* kokku langevad, siis võetakse lähteks pind *9*, kuna nii saadakse kõige püsivamad ja täpsemad indikaatori näidud. Kui indikaatori näidud pindadel *9* ja *12* erinevad üksteisest, siis kaabitsetakse pinnal *9* varem märgitud kohtades kontrollväljakud — majakad. Kaabitsemisega viiakse kokku majakate ja pinna *12* hälbed.

Lähtepinda *11* võib asendada süvenditevahelise soonte pinnaga, kui see on paralleelne pinnaga *11*. Paralleelsust kontrollitakse indikaatoriga, mille osutid peavad näitama võrdseid, kuid vastassuunalisi hälbeid. Kui näiteks pinnal *11* indikaatori osuti näitab +0,05 mm, siis soone pinnal, kui see on paralleelne pinnaga *11*, näitab indikaatori osuti —0,05 mm. Kui need pinnad ei ole paralleelsed, siis kaabitsetakse välja soone pinnal pinnaga *11* paralleelsed majakad. Sängi juhtpindade edasist ülesseadmist tehakse neist majakaist lähtudes.

Kuid alati ei ole võimalik soontes majakaid kaabitseda. Sellistel juhtudel kaabitsetakse majakad prismaatilise juhtpinna ülemisel horisontaalpinnal, kontrollides seejuures paralleelsust pinnaga *11*.




Joon. 88. Sängi juhtpindade kontrollimine universaalse sillaga




Joon. 89. Universaalse silla seadistamise skeemid

Pindade *11* ja *12* kasutamine lähtepindadena seletub ülesseadmise ja kontrolli lihtsusega juhtpindade kaabitsemisel. Nende lähete lähedane paiknemine lubab kasutada lühikesi indikaatorihoidjaid ja seega tõsta kontrolli täpsust. Majakate ettevalmistusele kulutatakse vähe aega ja seejuures kindlustab see sängi pindade õige omavahelise asendi. See on pinkide koostamisel väga tähtis.

Joonisel 89 on toodud universaalse silla seadistamise näited mitmesuguse profiili ja mõõtmetega juhtpindade kontrollimiseks sängil.

Joonisel 89, *a* on toodud näide revolverpinkide sängidel sageli esinevate kolmnurkse profiiliga juhtpindade kontrollimiseks. Silla neli tuge *1* (nendest on joonisel näha ainult kaks) on paigutatud vasakpoolsele prismaatilisele juhtpinnale ja üks tugi *3* on asetatud parempoolse juhtpinna ühele poolele. Kontrollabinõu nihutamisega piki juhtpindu mõõdetakse indikaatori *4* abil vasakpoolse juhtpinna paralleelsust lähtetasapinnaga. Juhtpindadega risti asetatud loe *2* abil kontrollitakse väänet, s. o. kõrvalekaldeid paral-

leelsusest horisontaaltasapinnas. Parempoolse juhtpinna teist poolt võib kontrollida loega toe *3* sellele küljele asetamisega või, tugesid ümber asetamata, indikaatori abil (joonisel on see näidatud punktiiriga).

Pindade sirgjoonelisuse kontrollimiseks asetatakse lood sillale juhtpindade pikisuunas. Silda nihutatakse piki juhtpindu ja märgitakse loe näidud kontrollitavates kohtades. Joonisel 89, *b* on näidatud kontrollabinõu asetus treipingi sängil keskmiste juhtpindade paralleelsuse kontrollimisel lähtepinnaga, s. o. hammaslati aluspinnaga (on kujutatud vasakul lühikese paksu joonega), ja väände kontrollimisel. Paralleelsust kontrollitakse indikaatoriga *4* ja väänet — loega *2*.

Väliseid juhtpindu kontrollitakse loega ja indikaatoriga. Selleks seadistatakse kontrollabinõu ümber ning asetatakse neile juhtpindadele, või siis kontrollitakse ainult indikaatoriga, kasutades lähteks keskmisi juhtpindu.

Lihvpinkide ja mõnede teiste pinkide sängidel kasutatakse tihti joonisel 89, *c* näidatud juhtpindade kombinatsioone. Nende sirgjoonelisuse ja väände kontrollimiseks asetatakse neli tuge *1* V-kujulise profiiliga juhtpinna moodustajate vahele ja üks tugi *2* — vastaspoolsele tasapinnalisele juhtpinnale. Kontrollitakse loe *3* abil.

Kui juhtpindade mõõtmed ei võimalda nende moodustajate vahele paigutada kontrollabinõu kõiki tugesid (joon. 89, *d*), siis asetatakse ainult kaks tuge *1* ja ülejäänud toed *1* jäävad kasutamata.

Joonisel 89, *d* on näidatud juht, kus silla toed *1* on viidud laiali märgatavale kaugusele üksteisest sängi prismaatilise juhtpinna üksikute pindade vahel.

Sängi tasapinnalisi juhtpindu kontrollitakse nii, nagu on näidatud joonisel 89, *g*. Silla paigaldamise omapära sellisel juhul seisneb selles, et kaks tuge *1* asetatakse vastu külgpinda, ülejäänud kaks tuge ning tugi *2* aga horisontaalseile pindadele. Selliselt tagatakse loe püsivad näidud.

Kasutades mitmesuguseid hoidjaid indikaatori kinnitamiseks universaalsele sillale, võib kontrollida treipingi juhtpindade ja käigukruvi telje paralleelsust ning ettenihetekasti kinnitamiseks kasutatava lähtepinna ja käigukruvi toendi paralleelsust.

Kirjeldatud kontrollabinõuga kontrollimise täpsus oleneb kasutatava loe ja indikaatori täpsusest. Kontrollabinõu häälestamine ei võta aega üle 5 minuti ja sellega tuleb toime keskmise kvalifikatsiooniga lukksepp. Universaalse silla konstruktsioon on lihtne.

Pärast lähtepindade ettevalmistamist asutakse juhtpindade kaabitsemisele. Algul kaabitsetakse värvi järgi pinnad, mis on joonisel 85, *a* tähistatud numbritega *3, 4* ja *6*. Seejuures kontrollitakse universaalse sillaga aeg-ajalt nimetatud pindade paralleelsust ja väänet.

Edasi kaabitsetakse üle pinnad *2*, *7* ja *8*. Loega kontrollitakse pindade *2*, *7* ja *8* väänet ja indikaatoriga — pindade *7* ja *8* paralleelsust lähtepindade suhtes.

Viimases järjekorras remonditakse pinnad *1* ja *10*, milliseid on kõige lihtsam töödelda lihvimise või hööveldamisega. Neid kontrollitakse paralleelsusele ainult vertikaaltasapinnas, paigutades selleks indikaatorid koos hoidjatega universaalsele sillale.

Üle 2500 mm pikkuste juhtpindade (joon. 66, *b*) kaabitsemist alustatakse kõige enam kulunud lõigust *4—5*. Kaabitsetakse majakate järgi, kasutades kontrolljoonlauda pikkusega 1500... 2000 mm. Töötlemine lõpetatakse siis, kui kõik majakad kattuvad värviga ühtlaselt. Juhtpindade lõppkontrolli tehakse universaalse sillaga (juhtpindade sirgjoonelisuse kontroll vertikaaltasapinnas) ja mikroskoobi ning keele abil, nagu näidatud joonisel 67 (juhtpindade sirgjoonelisuse kontroll horisontaaltasapinnas).

Majakad kujundatakse järgmiselt:

1) universaalse silla ja loe abil määratakse kindlaks juhtpinna kõige enam kulunud lõik;

2) säng jagatakse kõige enam kulunud lõigust alates ühesuurusteks, silla tugede vahekaugusega võrdseteks lõikudeks (joon. 66, *c*);

3) sild asetatakse kõige enam kulunud lõigule *4—5* ja rihitakse välja sillal asuv lood;

4) sild nihutatakse lõigule *5—6* ja kaabitsetakse majakas kuuenda lõigu piiril, kuni loe mullike võtab nullasendi;

5) silda nihutatakse uuesti, asetades selle toed *6—7* lõigu äärmistele punktidele ning kaabitsetakse seitsmes majakas lõigu piiril — ja nii juhtpindade kogu pikkuses.

Majakate kujundamisel kontrollitakse nende paralleelsust lähtepinna suhtes. Lähteks kasutatakse mitte kogu pinda, vaid kahte 300... 500 mm pikkust lõiku selle otstes.

## SÄNGI JUHTPINDADE TAASTAMINE HÖÖVELDAMISEGA

Hööveldamisega võib taastada juhtpindu siis, kui nende gabariidid ei ületa pikihöövelpingi töölaua mõõtmeid. Säng peab olema asetatud tööpingi töölauale täpselt, mitte tavalise ülesseadmisega, mille juures hööveldatud juhtpindade kõrvalekalded sirgjoonelisusest 1000 mm pikkuse kohta ulatuvad kuni 0,03 mm ja enam*, vaid teisel viisil.

Remonditav säng kinnitatakse hästi rihitud höövelpingi töö-

* Märgitud hälve on kõige sagedamini suunatud juhtpindade nõgususe poole. Tehnilised tingimused aga lubavad hälbeid mitte üle 0,02 mm 1000 mm kohta ja sealjuures ainult kumeruse poole. Seega saadakse summaarne hälve 0,05 mm juhtpinna 1000 mm pikkuse kohta. Nii suure ebatäpsuse kõrvaldamine kaabitsemisega on liiga töömahukas operatsioon.

laua keskele. Seejärel kontrollitakse lähtepinna (hammaslati aluspinna) ja töölaua liikumise suuna paralleelsust kogu pikkuses, seejuures kõrvalekalle paralleelsusest ei tohi ületada 0,04 mm 1000 mm pikkuse kohta.

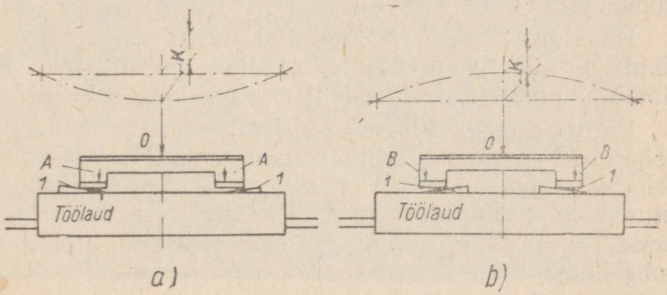
Edasi tehakse juhtpindade proovihööveldamist eesmärgiga määrata kindlaks nende kõrvalekalde suurus sirgjoonelisusest, mis on põhjustatud töölaua käigu ebatäpsusest ja mitmesugustest teistest teguritest. Pärast vajalike andmete saamist kinnitatakse säng poltide, mutrite ja haarajate abil töölaua külge. Sängi alla (joon. 90) asetatakse kiilud *1* kaldega 0°30′ ... 0°40′ ja terava otsa paksusega 0,1 mm.

Sängi deformeeritakse kiilude ja klambrite abil vertikaaltasapinnas proovihööveldamisel leitud kõrvalekalde võrra. Kui kõrvalekalle on suunatud nõgususe poole (joon. 90, *a*) ja on võrdne *K* mm, siis painutatakse sängi samas suunas suuruse $K+0{,}02$ mm võrra ja kulumine kõrvaldatakse hööveldamisega. Kui pärast hööveldamist poldid vabastatakse ja kiilud ning klambrid eemaldatakse, siis säng deformeerub ja selle juhtpinnad muutuvad sirgjoonelisteks. See toimub sellepärast, et hööveldamisel eemaldati sängi otspindadelt paksem metallikiht kui keskelt. Sel juhul tekkiv juhtpindade kõrvalekalle kumeruse poole on tehniliste normidega lubatud piirides.

Kui kõrvalekalle sirgjoonelisusest on suunatud kumeruse poole (joon. 90, *b*), siis painutatakse sängi suuruse $K-0{,}02$ mm võrra. Pärast sängi mahavõtmist töölaualt on selle juhtpinnad, nagu eelmisel korralgi, tehniliste normidega lubatud kõrvalekaldega kumeruse poole kuni 0,02 mm 1000 mm pikkuse kohta.

Juhtpindade proovihööveldamist tehakse üks kord; saadud kõrvalekallet *K* sirgjoonelisusest võetakse kui jäävat suurust sängi järgmistel remontidel.

Sängi deformeerimise võtted on järgmised. Sängi keskelt nõgusaks painutamiseks (joon. 90, *a*) asetatakse kiilud sängi otstele ja klambrid keskkohale lähemale, noolega *A* näidatud koh-




Joon. 90. Sängi deformeerimise skeem selle paigaldamisel hööveldamiseks: *a* — deformeerimine nõgususe poole, *b* — deformeerimine kumeruse poole

tadesse. Sängi keskelt kumeraks painutamiseks (joon. 90, *b*) asetatakse klambrid otstele lähemale, nagu näidatud nooltega *B*, ja kiilud keskkohale lähemale. Vajalik painde suurus saadakse klambrite kinnituspoltide pingutamisega ja kiilude nihutamisega vasara kergete löökide * abil.

Poltide pingutamisel ja kiilude reguleerimisel jälgitakse indikaatori osutit. Indikaatori mõõtevarras peab olema asetatud maksimaalse läbipainde kohta — punkti *0*. Sängi asendi täpsust kontrollitakse lõplikult pärast poltide kinnitamist.

Kirjeldatud viis remonditava sängi paigutamiseks höövelpingi töölauale garanteerib selle juhtpindade vajaliku sirgjoonelisuse isegi neil juhtudel, kui töölaua käik pingil märgatavalt sirgjoonelisusest kõrvale kaldub.

Terad juhtpindade hööveldamiseks soovitatakse mõõtu seada juhtpindade profiiliga šablooni järgi. Šabloon kinnitatakse pingi töölauale sängi ette tera sissejooksu poolele, arvestades mahavõetava laastu paksust.

Juhtpindade kõigi profiilide jaoks on šablooni valmistamine liiga kallis. Seepärast seatakse real juhtudel terad mõõtu vahetult juhtpindade profiili järgi lehtkaliibrite abil.

Treipinkide sängide juhtpindade hööveldamisel toimitakse järgmiselt:

1) terad viiakse juhtpindade kulumata kohale — esipuki kinnituskohale asetatud lehtkaliibri vastu;

2) lehtkaliiber veetakse juhtpinna ja tera vahelt läbi. Selleks peab väikest jõudu tarvis minema;

3) terad seatakse vajalikule lõikesügavusele.

Sängide juhtpindu tuleb hööveldada plangitud laia lõikeservaga teraga. Laia lõikeserva kasutamine kergendab höövelpingi supordi seadistamist juhtpindade profiili järgi ja võimaldab vähendada läbimite arvu hööveldamisel.

Hööveldamisega töödeldakse (joon. 85, *a*) pinnad *1, 2, 3, 4, 6, 7, 8* ja *10* kuni nende suurima kulumise piirini; pindu *11* ja *12* ei hööveldata, kuna neil kulumist ei esine.

Kirjeldatud viisil remonditud juhtpindade täpsus vastab täielikult pinkide vastuvõtu tehnilistele tingimustele. Pärast hööveldamist kontrollitakse seda universaalse silla ja loe abil.

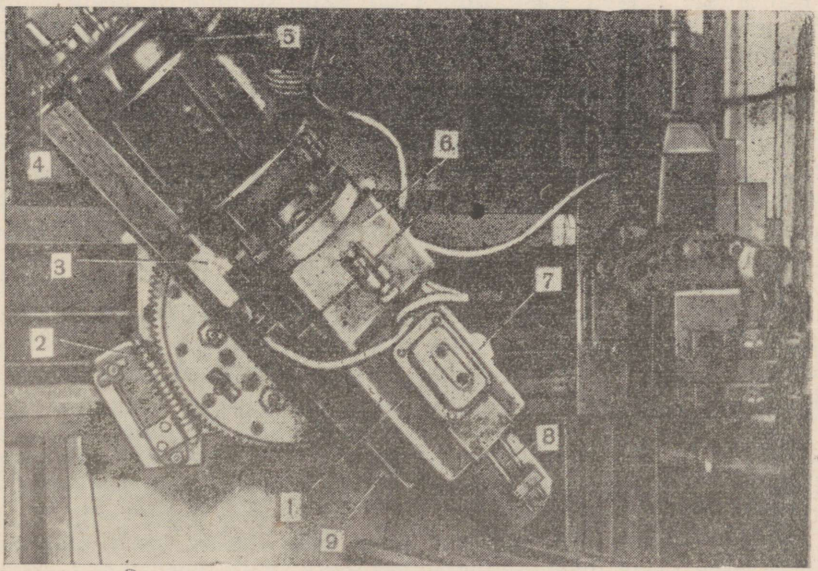
Sängide mehaanilisel töötlemisel tuleb nende paigaldamisel tööpingi töölauale ja viimaselt mahavõtmisel kinni pidada ohutustehnika nõuetest. Sõrmede muljumise vältimiseks tuleb kasutada alustükke ja rangelt täita kõiki raskuste tõstmise ja transportimise eeskirju. Mõnikord hööveldatakse sänge pinkide asukohas. Sel juhul kasutatakse spetsiaalset rakist. Juhtpindade hööveldamise asemel võib neid ka freesida.

* Sängi võib painutada ka seda keskelt poldi või tõmbitsaga tõmmates.

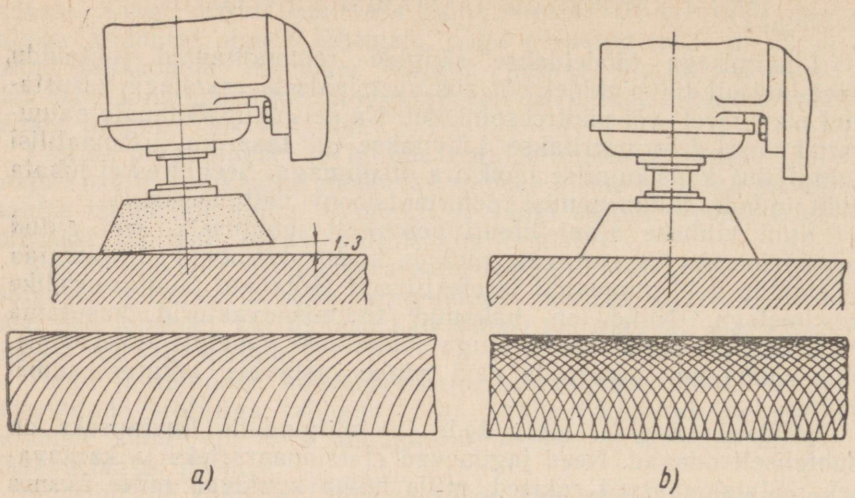
Lihvimisega töödeldakse sängide remonditavaid juhtpindu, spetsiaalseil lihvpinkidel või siis spetsiaalsete rakistega varustatud pikihöövel- või pikifreespinkidel. Ka sel juhul töölauale paigutatud sängi deformeeritakse. Lihvitakse (nii tasa- kui prismaatilisi juhtpindu) kausikujulise lihvketta otspinnaga. Seejuures ei lubata juhtpindade kuumenemist deformatsiooni vältimiseks.

Kuni viimase ajani lihviti peamiselt jahutuseta, sest antud operatsiooniks kasutatavate pinkide konstruktsioonid ei võimalda täiendada neid mugavate ja efektiivselt töötavate jahutusvedelike seadmetega. Nüüd on hakanud tootmisnovaatorid kasutama jahutamiseks suruõhku (õhujuga suunatakse vahetult lõiketsooni), mis võimaldab varustada neid pinke vastavate jahutusseadmetega.

Rakised sängide, töölaudade jt. juhtpindade lihvimiseks on suhteliselt odavad. Need jagunevad statsionaarseteks ja kantavateks. Statsionaarsed rakised, mille hulka kuuluvad mitte üksnes lihvimisrakised, vaid ka freespead, paigaldatakse harilikult pikihöövel-, pikifrees- jt. pinkide suportidele. Kantavaid rakiseid kasutatakse vundamentidelt mittemahavõetavate metallilõikepinkide sängide lihvimiseks või freesimiseks.




Joon. 91. Statsionaarne rakis juhtpindade lihvimiseks




Joon. 92. Abrasiivketta otsaga lihvimine:
*a* — kaldega 3...4°, *b* — kaldeta

Kantavate rakiste kasutamisel on vaja algul ette valmistada koht nende paigaldamiseks. Paigalduskohana kasutatakse tavaliselt mittekulunud või vähekulunud pinda, millelt kõrvaldatakse mõlgid ja kontrollitakse sirgjoonelisust (kui vaja, siis ka kaabitsetakse). Kantavate rakiste kasutamine on majanduslikult otstarbekam, kui töödeldava sängi pikkus on üle 2,5 m. Statsionaarsed rakised ei vaja paigalduskohtade ettevalmistamist, pealegi on need töös kindlamad kui kantavad rakised. Kuid kasutada saab neid seal, kus on sellekohased seadmed, näiteks pikihöövel-, pikifreesvõi spetsiaalpingid.

Statsionaarsed lihvimisrakised jagunevad põhiliselt kahte liiki. Ühtedel antakse liikumine elektrimootorilt spindlile rihm- või hammasülekande kaudu, teistes aga on lihvketas otse elektrimootori võllil. Esimesed on teatud määral kohmakad, kuna neil on elektrimootor spindlist eraldatud.

Teise liigi rakised on kompaktsemad ja seepärast ka mugavamad kasutada. Puuduseks nendel on aga see, et spindel pöörleb mittemuudetava kiirusega, mille tõttu ei õnnestu alati saada ratsionaalset lihvimisrežiimi.

Joonisel 91 on näidatud üks teise liiki kuuluv statsionaarne universaalne rakis juhtpindade lihvimiseks. Selle korpuses *1* asub koonilise sabaga spindel, millele on kinnitatud vahetatava kattega *8* lihvketas. Spindel saab pöörlemise mootorilt *5* katte *6* all asuvate kaldhammastega hammasrataste kaudu.

Töödeldava pinna kaldest olenevalt asetatakse lihvimisrakis tööpingi supordile *3* vajaliku nurga all. Selleks on spetsiaalne tigumehhanism *2*. Teine samasugune mehhanism — tiguülekanne *4* — on lõikesügavuse etteandmiseks. Spindli pöörete arvu muudetakse piirides 1000 kuni 6000 p/min vahetushammasrataste ümberasetamisega katte *6* all, mis tõstetakse üles spetsiaalse käepideme abil (joonisel ei ole näha). Spindli telge võib seada juhtpindade suhtes rangelt risti või 1...3° nurga alla. Selleks on olemas käsiratas *7*, mille pööramisel rakis pisut pöördub teljel *9*.

Lihvitakse 100...175 mm läbimõõduga kausikujulise käiaga, lõikekiirus on seejuures 30...40 m/s. Säng kuumeneb kõige vähem ja laastud ning tolm eemaldatakse paremini, kui lihvitakse käia otspinnaga spindli telje 1...3° kalde juures (joon. 92, *a*), kuid lihvimise kvaliteet seejuures langeb. Seepärast lihvitakse taolisel viisil eeltöötlemise staadiumis, s. o. kuni pinna viimistlemiseni.

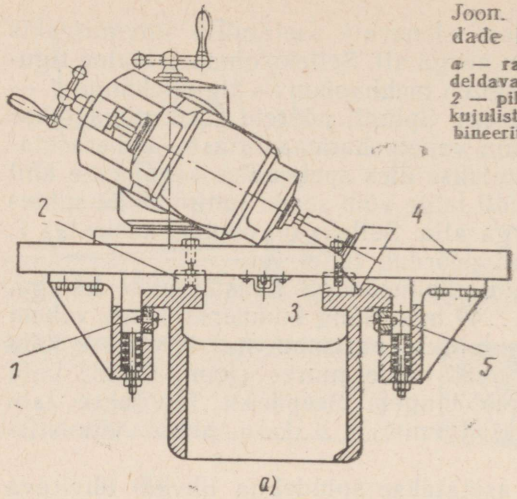
Lõplikuks töötlemiseks asetatakse spindel ja lihvkäi lihvitava pinnaga rangelt risti (joon. 92, *b*). Lihvimise kvaliteet saadakse hea, kuid halvenevad laastude eemaldumise tingimused, mis põhjustavad sängi kuumenemist. See sunnib lihvima madalatel režiimidel — lõikesügavusega mitte üle 0,01 mm.

Spindli ristseisu täpsust töödeldava pinna suhtes hinnatakse sellel lihvimiskriimude ristumise tagajärjel tekkiva mustri järgi (vt. joon. 92, *b*, all). Mitteristuvad kriimud (vt. joon. 92, *a*, all) tekivad siis, kui lihvketas on asetatud kaldu töödeldava pinna suhtes.

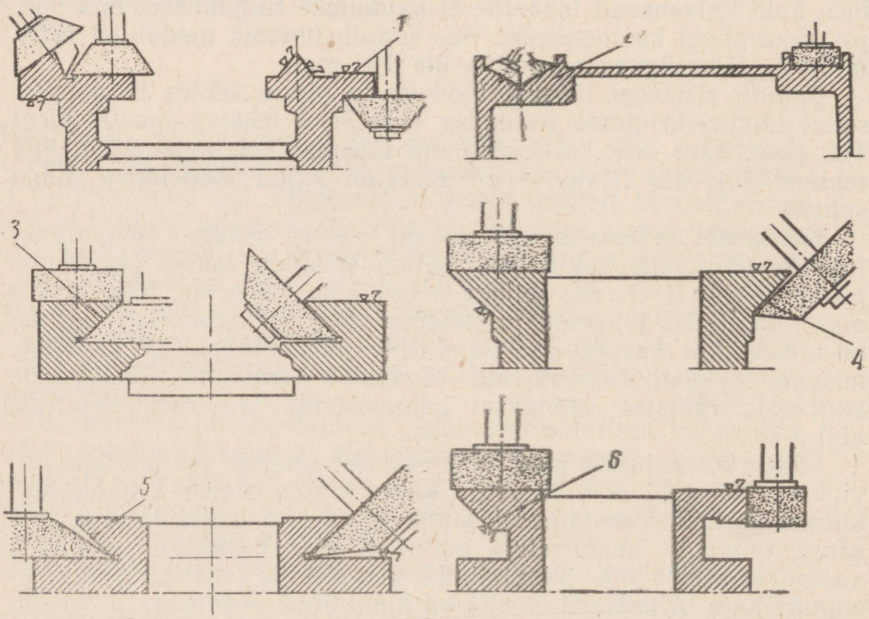
Kantavate rakiste omapäraks on see, et nendega saavutatav juhtpindade töötlemise täpsus sõltub eelkõige rakise paigalduspinna täpsusest. Seoses sellega, nagu juba märgitud, töödeldakse algul vajalikku täpsusse paigalduspinnad (lähtepinnad), millisteks treipingil kasutatakse tavaliselt vähekuluvaid ja kaabitsemisega kergesti taastatavaid tagapuki juhtpindu. Pikiettenihe kantavais rakistes saadakse käigukruvide või rullpukskettide abil.

Üldise ettekujutuse kantavast rakisest sängide juhtpindade lihvimiseks annab joonis 93, *a*. Alusplaat *4* koos sellele kruvide abil kinnitatud kahe vahetatava juhtpinnaga *2* ja *3* paigaldatakse treipingi tagapuki kaabitsetud juhtpindadele. Viimastel võib olla rakise vahetatavate juhtpindade komplektile vastavalt mitmesugune kuju. Alusplaadi *4* alla on kinnitatud vedrudega pingestatud tugedel kuullaagrid *1* ja *5*, mis täidavad rullide ülesannet. Rakist nihutatakse piki sängi käsitsi, võib kasutada ka kettülekannet.

Juhtpindade märgatava ja ebaühtlase kulumise korral kasutatakse rakiseid nende freesimiseks. Kuid peale freesimist on vaja juhtpindu kaabitseda või lihvida. Kantavate rakiste kasutamine on seda kasulikum, mida pikem on säng. Väikeste sängide remon-




a)




b)

Joon. 93. Kantav rakis sängi juhtpindade lihvimiseks:

*a* — rakis tööolukorras, *b* — rakisega töödeldavate profiilide kujud (*1* — treipingil, *2* — pikihöövelpingil, *3*, *4* ja *5* — kalasabakujuliste juhtpindade töötlemine, *6* — kombineeritud kujuga)

timisel aga ajakulu rakise paigalduspindade ettevalmistamiseks ja selle paigaldamiseks sageli ei tasu end ära.

Joonisel 93, *b* on näidatud kantava lihvrakisega töödeldavate profiilide liigid.

## 43. HORISONTAALFREESPINGI SÄNGI JUHTPINDADE TAASTAMINE

Kalasabakujulised juhtpinnad kuluvad tavaliselt ebaühtlaselt. Pikad juhtpinnad muutuvad nõgusaiks ja nendega kontaktis olevad lühikesed juhtpinnad — kumeraiks. Seega rikutakse juhtpindade paralleelsust, horisontaalsust ja tasapinnalisust ning nende pindadele tekivad kriimustused ja ka praod. Samuti kaob paralleelsus või ristseis võlli ja käigukruvide telgede suhtes.

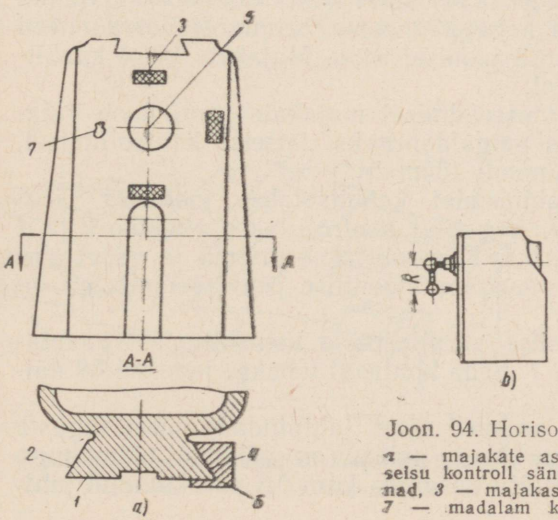
Horisontaalfreespinkide sängide kalasabakujulised juhtpinnad (joon. 94, *a*) kuluvad eriti tugevasti keskelt. Mõnikord kaob juhtpindade ristseis spindli telje suhtes. Pinnad *2* ja *4* kuluvad samuti sängi keskelt rohkem, järelikult rikutakse ka nendevahelist paralleelsust.

Juhtpindu remonditakse tihti kaabitsemisega. Neil puhkudel paigaldatakse säng juhtpindadega ülespidi ja seatakse üles horisontaaltasapinnas taldadega või reguleerimiskiiludega. Kontrollitakse loega.

Pärast sängi täpset ülesseadmist puhastatakse juhtpindadelt viiliga kõik suured kriimustused jt. vigastused. Seejärel kontrollitakse joonlaua ja värvi abil vastavaid kohti, mille järel neid kaabitsetakse.

Kõige esmalt kaabitsetakse pind *1* (joon. 94, *a*). Ristseisu kontrollitakse joonlauaga või plaadi ja värviga.

Nii toimitakse siis, kui ristseis spindli telje suhtes on vähe rikutud. Kui aga pinna *1* kõrvalekalle ristseisust spindli suhtes




Joon. 94. Horisontaalfreespingi sängi remont:
*a* — majakate asukohad, *b* — spindli telje ristseisu kontroll sängi peegli suhtes; *1, 2, 4* — pinnad, *3* — majakas, *5* — spindli telg, *6* — prisma, *7* — madalam koht

Tabel 13

**Sängi juhtpindade taastamisviiside võrdlus**

| Taastamismeetod | Kasutamine | Töömahukus % | Saadav pinnasiledusklass | Kõrvalekalle sirgjoonelisusest 1000 mm pikkuse kohta mm |
|---|---|---|---|---|
| Kaabitsemine | Kulumise suurus kuni 0,2 mm | 100 | 6 | 6...10 |
| Lihvimine | Kulumise suurus kuni 0,3 mm | 35 | | |
| Hööveldamine sellele järgneva kaabitsemisega | Kulumise suurus üle 0,3 mm | 60 | | |
| Hööveldamine sellele järgneva lihvimisega | Sama | 50 | | |

ületab 0,02 mm 300 mm pikkuse kohta, on vaja pinna *1* kaabitsemisel aeg-ajalt spindel asetada oma kohale ja kontrollida torni ning indikaatoriga pinna *1* ristseisu spindli paigaldusava suhtes (joon. 94, *b*).

Et spindli perioodiline paigaldamine on küllalt töömahukas operatsioon, on parem töödeldavat pinda üles seada majakate *3* järgi, millised kaabitsetakse juba enne pingi sängi remonti. Majakad kantakse spindli teljest kaugusele, mis on võrdne ringi suurima raadiusega *R* (joon. 94, *b*), mida indikaator moodustab pinnal *1*, kui seal sellega kõige madalamat kohta otsitakse. Majakad kaabitsetakse madalaima kohaga ühetasa, seejuures võivad need asetseda nii, nagu näidatud joonisel 94, *a*. Majakate järgi kaabitsetakse kogu sängi peegel.

Töödeldava pinna *1* ülesseadmisel majakate järgi kaob vajadus spindli perioodiliseks paigaldamiseks ristseisu kontrollimisel. Tänu sellele väheneb remondi töömaht.

Pärast pinna *1* kaabitsemist kaabitsetakse joonlaua järgi pind *2* ja seejärel pind *4*. Aeg-ajalt kontrollitakse pindade *2* ja *4* ning pinna *1* vahelist nurka. Kontrollitakse prisma ja värvi abil (joon. 94, *a*). Kontroll konsooli perioodilise pealeasetamisega on vähem mugav.

Juhtpindade omavahelise paralleelsuse kontrollimisel kasutatakse lähtepinnana pinda *1*. Seda kontrolli tehakse joonisel 88 näidatud rakisega.

Tabelis 13 on toodud andmed sängi juhtpindade mitmesuguste taastamismeetodite kohta. Nagu näha, on vähima töömahuga lihvimine, mida tuleb seetõttu kasutada kuni 0,3 mm kulunud juht-

pindade taastamisel. Suurema kulumise juures on otstarbekas eelnevalt hööveldada.

Kõige töömahukamat viisi — kaabitsemist — võib kasutada väikese pikkusega pindade kokkusobitamiseks, kui kulutused lihvimis- või hööveldamisrakiste paigaldamiseks end ei õigusta.

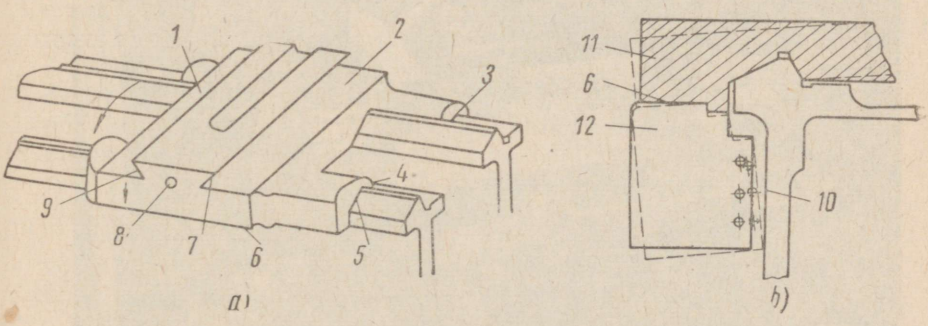
### 44. TREIPINGI SUPORDIKELGU JUHTPINDADE TAASTAMINE

Supordikelgu juhtpindadel (joon. 95, *a*) kuluvad pinnad *1, 2, 3, 4, 5, 7* ja *9*. Pinnad *1, 2, 7* ja *9* kuluvad rohkem keskelt ning muutuvad nõgusaiks. Selle tulemusena rikutakse nimetatud pindade omavahelist paralleelsust ja paralleelsust kruvi ava *8* teljega. Pindade *4* ja *5* suurem kulumine põhjustab kelgu *11* kaldumist supordipõlle *12* poole, nagu on näidatud punktiirjoontega joonisel 95, *b*.

Peale selle toimub lõikejõudude ebaühtlase jagunemise tõttu pindadele *4* ja *5* (nende jõudude mõju suunad on näidatud kahe noolega joonisel 95, *a*) kelgu pöördumine. See põhjustab omakorda juhtpindade ebaühtlast kulumist pikisuunas. Rikutakse ristjuhtpindade *7* ja *9* ristseis pikijuhtpindade (pinnad *4* ja *5*) suhtes. Alumine pind *6*, kuhu kinnitatakse supordipõll, kaotab paralleelsuse pikijuhtpindade suhtes ja tõmbub viltu põikisuunas, mille tulemusena tekib supordipõlle kalle sängi suhtes (näidatud punktiirjoontega joonise 95, *b* allosas).

Kelgu juhtpindade remontimisel taastatakse pindade *1, 2, 7* ja *9* sirgjoonelisus ja samuti nende paralleelsus kruvi ava *8* teljega (kõrvalekalle paralleelsusest ei tohi ületada 0,05 mm kelgu kogu pikkuse kohta).

Pindade *3, 4* ja *5* ristseisu kõrvalekalle pindade *7* ja *9* suhtes lubatakse 0,03 mm 300 mm pikkuse kohta. Pinna *6* ja pikijuht-




Joon. 95. Treipingi supordi kelgu juhtpindade kulumine:
*a* — juhtpindade asetus, *b* — kelgu ja põlle *12* kalle juhtpindade kulumise tõttu

pindade kõrvalekalle paralleelsusest ei tohi ületada 0,03 mm 300 mm kohta. Sama pinna kõrvalekaldeks ristseisust pinna *10* suhtes, kuhu kinnitatakse etteniheteкast, lubatakse kuni 0,1 mm 1000 mm pikkuse kohta vertikaalsuunas, s. o. pindade *6* ja *10* vahelise nurga suurenemise poole.

Kelgu juhtpindu võidakse remontida kahel viisil:

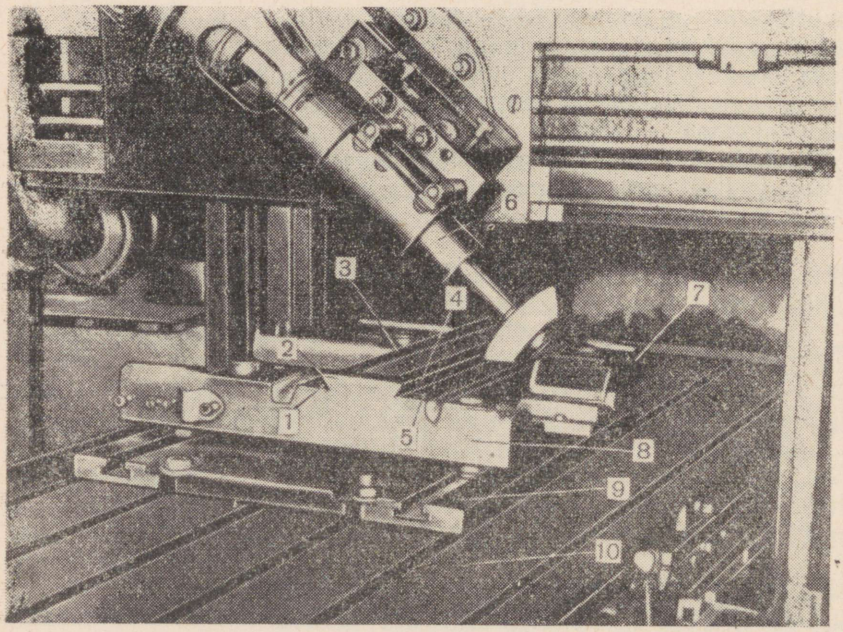
1) kõik juhtpinnad hööveldatakse ja kaabitsetakse või piirdutakse ainult kaabitsemisega;

2) töödeldakse lõplikult pinnad, mis on ühenduses süpordi ristkelgu juhtpindadega; sängi juhtpindadega kokkupuutuvad pinnad hööveldatakse, mille järel paigaldatakse pealised.

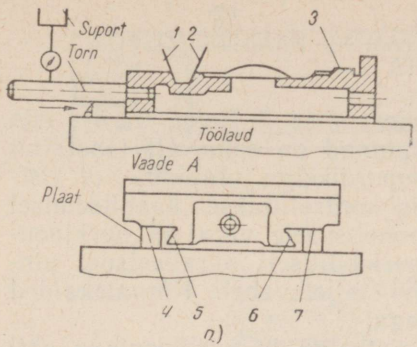
Teine viis on ratsionaalsem, kuna väheneb töömaht ja paraneb remondi kvaliteet.

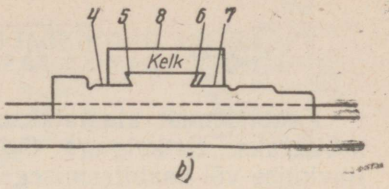
## KELGU JUHTPINDADE TAASTAMINE LIHVIMISEGA JA REMONT HÖÖVELDAMISE NING SELLEJÄRGSE KAABITSEMISEGA

Remontimist alustatakse (joon. 96) pindade *1, 2, 4* ja *5* täpsuse taastamisega lihvimisrakise *6* abil. Remontimiseks kinnitatakse kelk pikihöövelpingi töölauale *10* paigutatud spetsiaalsele rakisele *9*. Kelk *8* seatakse üles indikaatori abil pindade *1* ja *2* järgi,




Joon. 96. Lihvrakis supordikelgu remontimiseks




Joon. 97. Treipingi supordikelgu kontroll:
*a* — kelgu paigaldus hööveldpingil, *b* — kelgu ristjuhtpindade ühendus

kuna need kuluvad teistest vähem. Need pinnad peavad olema paralleelsed töölaua käigu suunaga. Mõõteplaatide komplektiga kontrollitakse supordipõlle kinnituspinna *7* paralleelsust piki-höövelpingi töölaua pinna *10* suhtes. Kõrvalekalded piki- ja ristsuunas ei tohi ületada 0,03 mm 300 mm pikkuse kohta.

Pärast kõiki kontrollimisi asutakse lihvima. Pinnad *1* ja *5*, *2* ja *4* lihvitakse järgemööda; soovitatakse lihvida ka mittetöötav pind *3*, et seda kasutada paigalduspinnana alumiste juhtpindade hööveldamisel.

Pärast lihvimist paigaldatakse supordikelk hööveldamiseks pingi töölauale (joon. 97, *a*). Paigaldamine toimub mõõteplaatide abil, mis asetatakse ristjuhtpindade *4* ja *7* alla. Mõnikord kasutatakse mõõteplaatide asemel supordikelku. Selleks lihvitakse tal pind *8* ja pinnad, mis on kontaktis ristjuhtpindadega *4* ja *7*. Kelgu asendi täpsust kontrollitakse selle ristettenihkekruvi avasse tihedalt asetatud jämedama silindrilise astmega torni ja supordile kinnitatud indikaatori abil. Kelgu asendi täpsus peab olema mitte väiksem kui 0,03 mm 300 mm pikkuse kohta.

Pindade *1* ja *2* hööveldamisel viiakse tera järgemööda kõige enam kulunud kohtadele ja eemaldatakse metallikiht kuni kulumise kõrvaldumiseni. Pinnalt *3*, mis on vähem kulunud kui pinnad *1* ja *2*, hööveldatakse umbes 30% paksem metallikiht kui pindadelt *1* ja *2*. Selle tulemusena jääb kelgu esiosa, kuhu kinnitatakse põll, pisut kõrgemale kui tagaosa, millega kompenseeritakse tööpingi ekspluatatsioonis pindade *1* ja *2* intensiivsem kulumine. Pärast teatud tööperioodi võtab kelk horisontaalse asendi ja alles hiljem kelgu esiosa muutub tagaosast madalamaks.

Nüüd jääb üle supordikelgu hööveldatud pikijuhtpindadelt võtta kaabitsemisega metallikiht paksusega 0,03 ... 0,05 mm, kuna need juhtpinnad on nüüd juba õige omavahelise asetusega.

Kaabitsemist alustatakse pindadest *4* ja *7* (joon. 97, *b*), mis sobitatakse ristkelguga. Selle juhtpinnad on eelnevalt taastatud lihvimise või kaabitsemisega. Kui supordikelgu juhtpinnad on ristkelgu juhtpindadest pikemad, siis kontrollitakse kaabitsemisel kelgu juhtpindu mitu korda sirgjoonelisusele värvi ja nurkjoonlaua abil. Samuti kontrollitakse perioodiliselt paralleelsust pindade *4* ja *7* ning ristettenihkekruvi telje vahel. Kõrvalekalded eemaldatakse pindade kaabitsemisega.

Edasi kaabitsetakse üle pind *5* ristkelgu ja nurkjoonlaua abil värvi järgi. Seejuures kontrollitakse aeg-ajalt paralleelsust pinna *5* ja ristettenihkekruvi ava telje vahel. Kontrollitakse kelgu avasse asetatud silindrilise torni (vt. joon. 97, *a*) või siis eelnevalt remonditud või uuesti valmistatud ristettenihkekruvi abil. Soovitatakse kontrollida ristettenihkekruvi järgi, kuna siis langeb ära vajadus spetsiaalse kontrolltorni valmistamiseks.

Kontrollimiseks asetatakse indikaatori mõõtevardale spetsiaalne otsik, mille läbimõõt on suurem kui kruvi keerme samm, mistõttu indikaatori mõõtevarras ei vaju keermeniitide vahele.

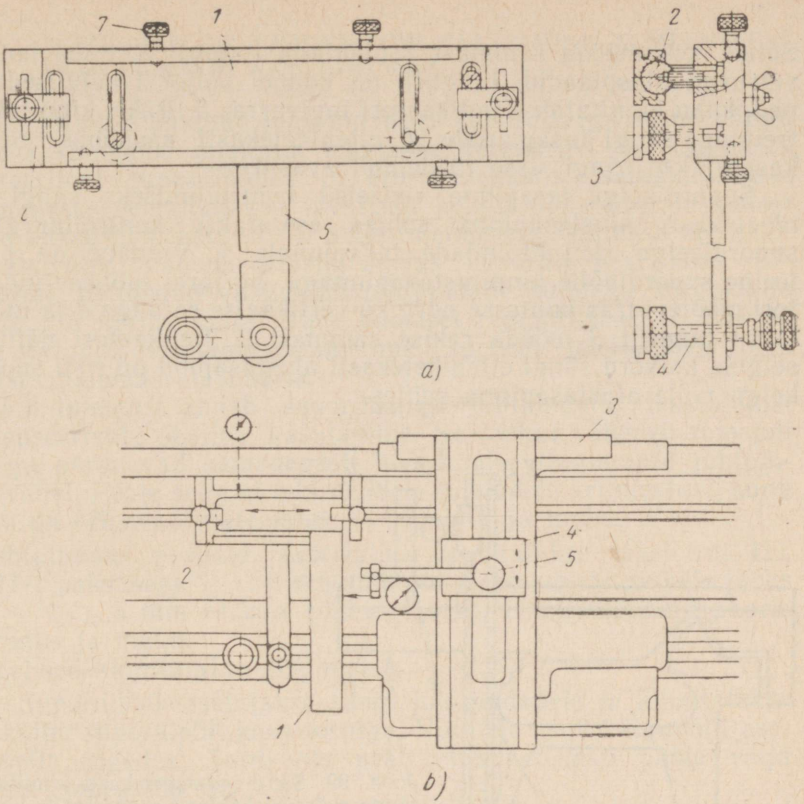
Pärast pinna *5* töötlemist kaabitsetakse üle pind *6* nurkjoonlaua ja värvi järgi. Seejärel kontrollitakse supordikelgu juhtpindade ühendust ristkelguga, milleks lükatakse ristkelku koos eelnevalt sobitatud kiiluga mitu korda edasi-tagasi piki supordikelgu juhtpindu. Kaabitsemist vajavad kohad juhtpindadel tehakse kindlaks heledate täppide järgi. Lõplikul kaabitsemisel orienteerutakse nende järgi.

Edasi kaabitsetakse kelgu ristjuhtpinnad. Selleks asetatakse kelk eelnevalt õhukese värvikihiga kaetud sängi juhtpindadele.

Supordikelgu pikijuhtpindade ristseisu ristjuhtpindade suhtes kontrollitakse tagapuki alusele kinnitatud nurgikuga, pingi sängil asuva nurgikuga või teiste abinõude ning rakistega. Üks kontrollrakistest on näidatud joonisel 98.

See koosneb alusest *1* (joon. 98, *a*), neljast toest *2* koos kahe kandepesaga *3*, õlast *5* ja lisatoest *4*. Aluses on neli soont, mis võimaldavad asetada toed *2* nii, nagu see on vastavalt juhtpindade kujule ja mõõtmetele vajalik. Aluses on süvend kontrollnurgiku paigaldamiseks. See kinnitatakse haarajatega *6* ja reguleeritakse kruvidega *7*.

Rakis asetatakse sängi prismaatilisele juhtpinnale nii, et selle toed *2* haaravad juhtpinna astme ja lisatugi *4* asetseb vastasjuhtpinnal. Seejärel asetatakse paigale kontrollnurgik *1* (joon. 98, *b*), mis kinnitatakse haarajatega *2*. Supordi kelgule *3* asetatakse ristkelk *4* ja kinnitatakse tugi *5* koos indikaatoriga. Seejärel seatakse nurgiku pikem õlg nii, et ristkelgu *4* liikumisel indikaatori mõõtevarras puutuks kokku nurgiku servaga.




Joon. 98. Supordikelgu piki- ja ristjuhtpindade omavahelise ristseisu kontrollrakis:
*a* — konstruktsioon, *b* — kontrolli skeem

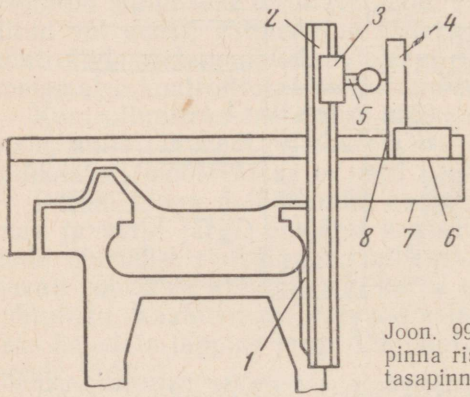
Kelgu juhtpindade ülesseadmiseks vajaliku lähte saamiseks on vaja rakist nihutada mööda sängi juhtpindu ja reguleerimiskruvide *7* (joon. 98, *a*) pööramisega indikaatori näitude järgi püüda ajada nurgiku lühem õlg paralleelseks märgitud juhtpindadega. Nurgiku pikem õlg on sel juhul risti sängi juhtpindadega ja ühtlasi nõutavaks lähteks.

Ristkelgu nihutamisega supordikelgu juhtpindadel (joon. 98, *b*) määratakse indikaatori näitude järgi supordikelgu ristjuhtpindade ristseis tööpingi sängi juhtpindade suhtes.

Supordikelgu remontimisel on vaja taastada samuti supordipõlle alustasapinna ristseis sängi ettenihetekasti alustasapinna suhtes. Remondi käigus kontrollitakse mõlema tasapinna omavahelist asetust, mida on mugav teha joonisel 99 näidatud rakise abil.

Sellel võib mööda sammast *2* nihutada liugurit *3*, mida hoiavad vetruvad alusplaadid. Liuguril on kolmel küljel T-kujulised sooned, kuhu kinnitatakse indikaatori tugivarras *5*. Rakis kinnitatakse treipingi sängi tasapinnale *1* ettenihetekasti asukohas. Selleks kasutatakse sängi sisse töödeldud avasid.

Supordikelgu tasapinna ristseisu kontrollimiseks sängi ettenihetekasti alustasapinna suhtes asetatakse kontrollnurgik *4* supordikelgu ristjuhtpindade tasapinnale *6*. Viimane on paralleelne supordipõlle kinnitustasapinnaga. Seejärel tuuakse indikaatori mõõtevarras puutesse nurgiku vertikaalse servaga *8* ja nihutatakse liugurit *3* mööda rakise sammast *2*. Indikaatori näitudest selgub, kuivõrd sängi ettenihetekasti alustasapind on risti supordikelgu põlle alustasapinna suhtes.




Joon. 99. Sängi ettenihetekasti kinnitustasapinna ristseisu kontroll supordipõlle kinnitustasapinna suhtes

Niisugust ülesseadmist võib teha ka raamloe abil. Lood asetatakse ühele supordikelgu ristjuhtpindadest ja reguleeritakse kelgu asendit lehtkaliibritega seni, kuni loe mull läheb nullasendisse (säng peab olema ettenihetekasti paigalduspinna järgi ristsuunas vertikaaltasapinnas eelnevalt välja rihitud). Kõrvalekalde suurus võrdub kelgu alla pandud lehtkaliibri mõõtmega.

Pärast kõikide kõrvalekallete kindlaksmääramist asutakse remontima kelgu pikijuhtpindu. Selleks nihutatakse kelku mööda sängi juhtpindu, mis on eelnevalt kaetud õhukese värvikihiga. Kelgule tekkivate värvijälgede järgi määratakse kindlaks kaabitsemisele kuuluvad kohad. Juhtpindade keskel (pikisuunas) võetakse maha paksem metallikiht. Edasi juhtpindade otste poole liikudes mahavõetava kihi paksust vähendatakse, nii et edasistel «kokkusobitustel» tekivad otstes tugevamad värvi jäljed. Kaabitsemine lõpetatakse paksema metallikihi võtmisega juhtpinna sellest otsast, mille poole tuleb kelku pöörata vastavalt varem tehtud kontrollile.

## SUPORDIKELGU JUHTPINDADE TAASTAMINE KOMPENSEERIVATE PEALISTE KASUTAMISEGA

Märgatavalt kulunud juhtpindadega supordikelgu asend pärast remonti «langeb», mistõttu rikutakse käigukruvi ja käiguvõlli tsentreeritust supordipõlles ja ettenihetekastis. Samateljelisuse taastamiseks eemaldatakse tavaliselt kelgul põlle ühenduskohast teatud paksusega metallikiht. Selle tulemusena rikutakse normaalset hambumist hammasrataste ahelas supordipõllest kuni ristsupordini. Eeltoodud viisil võib juhtpindade kulumist kõrvaldada vaid 2...3 korda, kuna nende edasisel remontimisel ei õnnestu enam säilitada normaalset hambumist supordi ristettenihke ahela viimases hammasrataspaaris.

Häid tulemusi annab supordikelgu juhtpindadel tekstoliidist kompenseerivate pealiste kasutamine. Sel puhul väheneb remondimaht ja paranevad samaaegselt hõõrdumise tingimused juhtpindade vahel. Peale selle ei teki nendele pindadele kriimustusi, kuna puutes on erinevad materjalid — tekstoliit ja malm.

Juhtpindade pealiste materjaliks soovitatakse tekstoliiti ПТ või ПТ-1 paksusega 1...4 mm väikeste ja keskmiste pinkide jaoks ning — 3...5 mm raskete pinkide jaoks. Hästi töötavad paaris ka pronks ja malm.

Pealised kinnitatakse järgmiselt:

1. Supordikelk asetatakse sängi juhtpindadele ja kinnitatakse selle külge supordipõll koos torniga. Viimane asub käiguvõlli asemel selle tugedes. Torni ots peab ettenihetekasti poole välja ulatuma umbes 300 mm.
2. Ettenihetekast kinnitatakse sängi külge samuti koos käiguvõlli ava läbiva torniga. Torni pikkus peab olema umbes 300 mm.
3. Supordikelgu juhtpindade alla asetatakse koonilised mõõtekiilud, millega reguleeritakse kelgu asendit. Kelk koos põllega peab seejuures asuma võimalikult ettenihetekasti lähedal, nii et mõlema torni otsad peaaegu kokku puutuvad. Mõõtekoonuste nihutamisega püütakse tornide teljed kokku ajada täpsusega 0,1 mm. Ristsuunas kontrollitakse kelgu horisontaalsust selle ristjuhtpindadele asetatud loega.
4. Pärast kelgu ülesseadmist võetakse kiilud ära ja määratakse nende järgi lõtkude suurus kohtades, kus kiilud olid kelgu ja sängi juhtpindadega kontaktis.
5. Kelk asetatakse höövelpingi töölauale ja hööveldatakse selle juhtpindu vastavalt mõõtmiste tulemustele ja liimimisele tulevate pealiste vajalikule paksusele, jättes 0,15...0,20 mm töötlemisvaru järgnevaks kaabitsemiseks.
6. Pealistega kaetavad juhtpinnad kaabitsetakse täpsusega 3...5 jälge ruudus, mille küljepikkus on 25 mm.
7. Liimimiseks ettevalmistatud pinnad puhastatakse rasvast (õlist) piirituse, atsetooni või bensiiniga niisutatud heleda lapiga.

8. 10...15 minuti möödumisel kantakse pahtliga liimitavale pinnale liim БФ-6, mis on valmistatud arvestusega 0,2 g 1 $cm^2$ kohta.

9. Pealised asetatakse kelgu juhtpindadele ja hõõrutakse kergelt õhumullikeste eemaldamiseks.

10. Liimiga kokkupuute vältimiseks kaetakse sängi juhtpinnad paberiga ja kelk asetatakse sängile.

Kelk võetakse kontrollimiseks sängilt maha mitte varem kui 24 tunni pärast. Siis eemaldatakse sängilt ka paber. Liimimise kvaliteeti kontrollitakse kõla järgi, mis tekib pealist puuvasaraga kergelt koputades. Põrisev hääl vihjab mittekvaliteetsele liimimisele.

Järgmiseks operatsiooniks on õlitusavade puurimine ja õlitussoonte raiumine pealistesse.

Vajaliku kvaliteediga liimi puudumisel kinnitatakse pealised sissepeidetud pronkskruvidega, mis paigutatakse malekorras 75 mm vahedega. Sellistel juhtudel peab pealiste paksus olema mitte alla 5 mm.

Lõpuks kaabitsetakse kelgu juhtpindade pealised sängi juhtpindade järgi, kontrollides kelgu asendit joonistel 98 ja 99 näidatud rakistega.

## SUPORDIKELGU JUHTPINDADE TAASTAMINE STÜROKRÜÜLIGA

Supordikelgu juhtpindu võib taastada isekõvastuva plastmassi — stürokrüüliga ТШ. Seda plastmassi valmistatakse vastava koostisega pulbri ja vedeliku teatud vahekorras segamise teel.

Stürokrüülil on tugev adhesiooni- (külgekleepumise) võime metallidele. Ta ei lahustu õlides, lahjades hapetes, leelistes jt. lahustajates, on mehaaniliselt hästi täödeldav ja võrdlemisi kulumiskindel.

Kulunud juhtpindade stürokrüüliga katmine pealiste kasutamise asemel lühendab märgatavalt remonditsüklit ega nõua selleks abiseadmeid. Samuti väheneb või välistatakse üldse mehaaniline töötlemine.

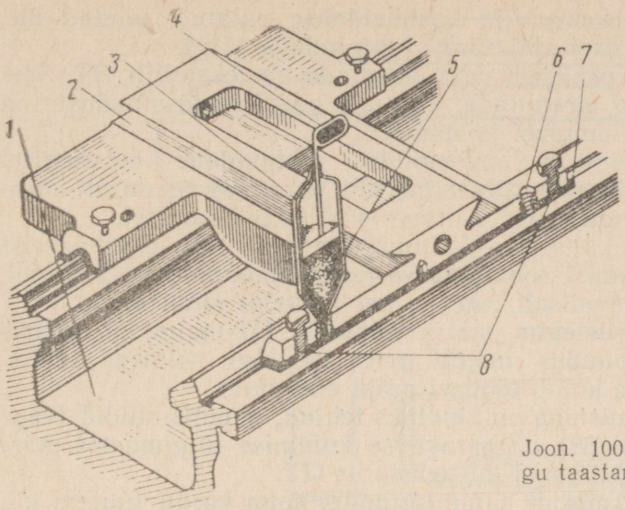
Juhtpinnad taastatakse stürokrüüliga järgmiselt:

1. Sängiga kokkupuutuvatele kelgu juhtpindadele freesitakse sooned sügavusega mitte alla 3 mm ja laiusega 80...90% juhtpindade laiusest.

2. Puuritakse neli ava kruvide *8* jaoks ja neli tehnoloogilist ava *6*, mis kõik keermetatakse (joon. 100).

3. Kelgu taastatavad juhtpinnad puhastatakse hoolikalt atsetooniga niisutatud heleda lapiga ja kuivatatakse 15...20 minuti jooksul.

4. Sängi remonditud juhtpindadele, mis on eelnevalt kaetud vaevaltmärgatava õlikihi või õhukese paberilehega, kinnitatakse




Joon. 100. Treipingi supordikelgu taastamine stürokrüüliga TLI

tagumine surveplaat. Asetatakse kohale ja kinnitatakse supordipõll või ettenihetekast. Ettenihetekasti ja supordipõlle käiguvõlli avadesse asetatakse väljaulatuva osaga kontrollvõllid pikkusega 200...300 mm. Võllid tsentreeritakse kruvidega *8*. Samateljelisust horisontaal- ja vertikaaltasapinnas kontrollitakse lekaaljoonlauaga valguspilu järgi. Ülesseadmise täpsus on 0,1 mm.

Üheaegselt tagatakse supordikelgu ristjuhtpindade ristseis sängi juhtpindade suhtes (joon. 98).

5. Supordikelgu juhtpinnad hermetiseeritakse hoolikalt plastiliiniga *7* (joon. 100).

6. Ühesse tehnoloogilistest avadest *6* kelgu juhtpindade otstes keeratakse prits *3*.

7. Valmistatakse stürokrüüli segu arvestusega 100 g pulbrit 75 g vedeliku kohta, segades seda hoolikalt 1...2 minuti jooksul.

8. Stürokrüüliga kaetakse kelgu üks juhtpindadest. Selleks valatakse valmistatud segu *5* avatud pritsi, kuni avas *6* stürokrüül nähtavale ilmub. Siis suletakse see ava ja pritsi asetatakse kolb vardaga *4*, millega kergelt surudes tihendatakse valatud stürokrüüli mass ning prits keeratakse välja.

9. Stürokrüüliga kaetakse kelgu teine juhtpind (katmise viis sama mis eespool).

10. Kelk *2* hoitakse sängil *1* 15 tundi temperatuuril 18...20° C.

11. Pärast stürokrüüli kõvastumist keeratakse välja kruvid *8* ja avad kelgus täidetakse korkidega (kruvidega või stürokrüüliga täisvalamise teel).

12. Supordikelk võetakse sängilt maha, kontrollitakse kerge koputamisega stürokrüüli kokkupuute tihedust, raiutakse valatud

pindadele sisse õlisooned ja kaabitsetakse valatud pinnad üle, kontrollides neid värvi abil sängi juhtpindade järgi.

Kompenseeriva pealisena võib kasutada ka tekstoliiti ПТ. Seejuures on aga vaja meenutada, et peale positiivsete omaduste on tekstoliidil ka rida puudusi ja nimelt:

a) mitteküllaldane kulumiskindlus juhtpindade mustumisel töötlemisjäätmetega (metallilaastud, liiv, abrasiiv) peamiselt abrasiivse kulumise tingimustes kaitsevahendite puudumisel.

Tekstoliidi mitteküllaldane kulumiskindlus ei luba plastmassist juhtpindade kasutamist soovitada keskmiste mõõtmetega pinkidel, kus kulumine on tavaliselt suurem kui rasketel pinkidel;

b) suurem hõõrdetegur paaris tekstoliit ПТ-malm kui paaris malm-malm. See puudus mõjub eriti tööpingi sõlmede käsitsi nihutamisel, millele kulub töölisel palju energiat.

ЭНИМС-i uurimistega on kindlaks tehtud, et polüamiidid (kapron Б ja polüamiid 68) on abrasiivse kulumise tingimustes märgatavalt kulumiskindlamad kui tekstoliit ПТ.

Nii näiteks on kaproni kulumiskindlus kolm korda suurem kui tekstoliidil ПТ, mis lubab seda kasutada keskmiste mõõtmetega pinkides. Teatud perspektiivid on ka polüamiidil 68, mis võrreldes kaproniga muudab oma mõõtmeid vees, emulsioonis ja jahutusvedelikes 3,5 korda vähem.

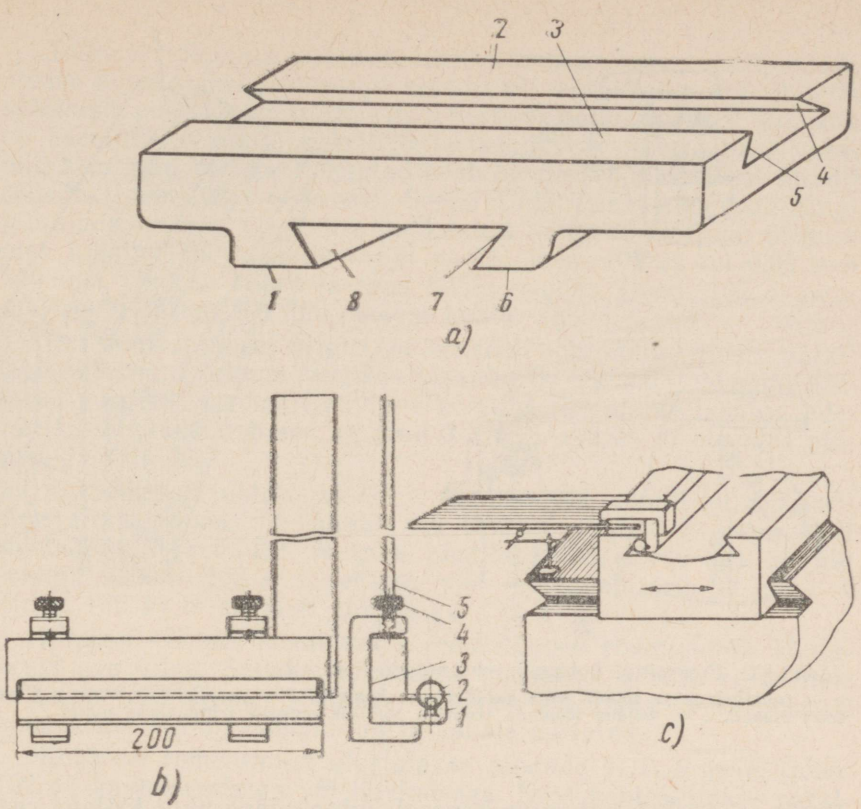
### 45. FREESPINGI TÖÖLAUA KELGU JUHTPINDADE TAASTAMINE

Freespingi töölaua kelgu remont seisneb enamikel juhtudel selle juhtpindade sirgjoonelisuse, paralleelsuse ja ristseisu ning samuti konsooli ja töölaua juhtpindadega ühenduse täpsuse taastamises. Kelgu (joon. 101, *a*) pinnad *1* ja *6* peavad olema paralleelsed pindadega *2* ja *3* nii piki- kui ka ristsuunas ning pinnad *5* ja *8* peavad olema omavahel risti. Lubatud kõrvalekalle 0,02 mm 300 mm pikkuse kohta.

Kelgu tugevasti kulunud pinnad remonditakse hööveldamisega ja sellele järgneva kaabitsemise või lihvimisega. Mehaaniliseks töötlemiseks vajalike seadmete puudumise korral aetakse läbi ainult kaabitsemisega.

Remontimiseks asetatakse kelk tasalihvpingi magnettöölauale, kasutades selleks paigalduspindadena (joon. 101, *a*) pindu *2* ja *3*. Pinnad *1* ja *6* lihvitakse lõpuni ühe paigaldusega. Seejärel pööratakse kelk ümber ja paigaldatakse pindadele *1* ja *6* ning lihvitakse pinnad *2* ja *3*, kontrollides seejuures paralleelsust kruvimõõdiku või indikaatoriga.

Pärast kelgu puhastamist petrooleumi ja suruõhuga kaabitsetakse juhtpind *5*, mida kontrollitakse töölaua juhtpindade järgi värvi abil. Selle töötlemine lõpetatakse, kui ruutu 25×25 mm tekib 8...10 värvi jälge.



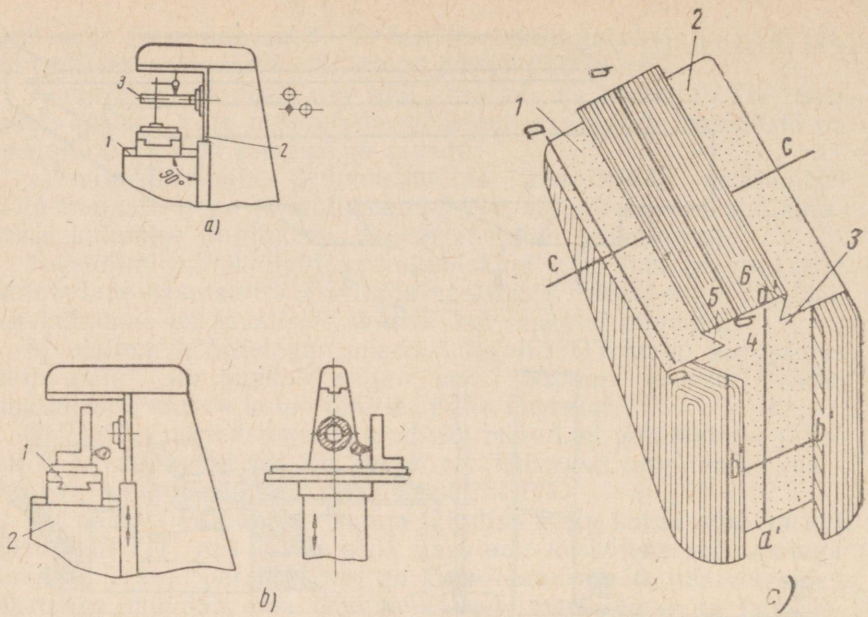

Joon. 101. Rakis freespingi kelgu juhtpindade ristseisu kontrollimiseks:
*a* — kelk, *b* — rakise üldvaade (*1* ... *5* — rakise detailid), *c* — kontrollrakise paigalduse skeem

Seejärel kaabitsetakse pind *8* konsooli juhtpindade järgi, kontrollides ühtlasi selle ristseisu pinna *5* suhtes joonisel 101, *b* näidatud rakisega. Rakis on seejuures asetatud töölauale nii, nagu näidatud joonisel 101, *c*.

Pindadel *7* ja *4* kontrollitakse nurkjoonlauaga ainult sirgjoonelisust. Neid ainult puhastatakse ja kaabitsetakse kergelt.

### 46. FREESPINGI KONSOOLI JUHTPINDADE TAASTAMINE

Freespingi (joon. 102, *a*) konsooli juhtpindade kulumine seisneb peamiselt selles, et rikutakse kelguga kokkupuutuva pinna *1* ristseis sängi juhtpindadega *2* kokkupuutuva pinna suhtes. See kulumine toimub alati esialgse nurga (90°) vähenemise suunas.




Joon. 102. Freespingi konsooli juhtpindade kontroll:
*a* — juhtpindade ja spindli telje paralleelsuse kontroll, *b* — taastamisele kuuluvad konsooli pinnad, *c* — töölaua tööpinna ristseisu kontroll konsooli juhtpindade suhtes

Peale selle rikub kulumine konsooli juhtpindade ning töölaua ristliikumise käigukruvi paralleelsust. Sageli tekivad juhtpindadele ka kriimustused.

Konsooli remontimisel püütakse saavutada: a) juhtpindade sirgjoonelisust ja paralleelsust, b) pindade *1*, *2*, *5* ja *6* (joon. 102, *b*) paralleelsust kelgu käigukruvi telje suhtes ja c) pindade *3* ja *4* ristseisu pindade *1*, *2*, *5* ja *6* suhtes.

Joonisel 102, *a* on näidatud konsooli juhtpindade ja spindli telje paralleelsuse kontrolli skeem vastavalt ГОСТ 13-54. Kontrollimiseks kinnitatakse indikaator tööpingi töölauale ning spindli koonilisse avasse asetatakse tihedalt koonilise sabaga silindriline torn *3*. Indikaatori mõõtevarras viiakse kontakti torni moodustajaga algul vertikaaltasapinnas, siis horisontaaltasapinnas ja, nihutades töölauda mööda konsooli juhtpindu, jälgitakse indikaatori näitusid. Esimesel kontrollimisel lubatakse kõrvalekallet 0,03 mm 300 mm pikkuse kohta (seejuures lubatakse konsooli juhtpindade välise otsa kõrvalekallet ainult ülespoole). Teisel kontrollimisel ei tohi kõrvalekalle ületada 0,02 mm 300 mm pikkuse kohta (seejuures lubatakse konsooli juhtpindade välimise otsa kõrvalekallet ainult spindli teljest vasakule).

Töölaua tööpinna ristseisu kontrollimiseks sängi juhtpindade suhtes kinnitatakse indikaator spindli või sängi külge nii, et selle mõõtotsik puutuks kontrollnurgiku vertikaalse külje vastu. Viimane on asetatud töölauale spindli telje tasapinnas (joon. 102, *c* vasakul). Nurgiku vertikaaltasapind peab olema seejuures risti spindli teljega (joon. 102, *c* paremal). Seejärel nihutatakse konsooli sängi juhtpindadel ning jälgitakse indikaatori näitusid. Nurgiku ülemise otsa lubatud kõrvalekalle sängi poole (joon. 102, *c*) on 0,03 mm 300 mm pikkuse kohta ja igas teises suunas (joon. 102, *c* paremal) — 0,02 mm 300 mm pikkuse kohta.

Kui kontrollimisel selgus, et konsooli juhtpinnad ei ole paralleelsed spindli teljega vertikaaltasapinnas või kui töölauale asetatud nurgiku vertikaaltasapinna kõrvalekalle ületab lubatud tolerantsi, siis tähendab see, et pind *3* (joon. 102, *b*) ei ole risti pindadega *1* ja *2*.

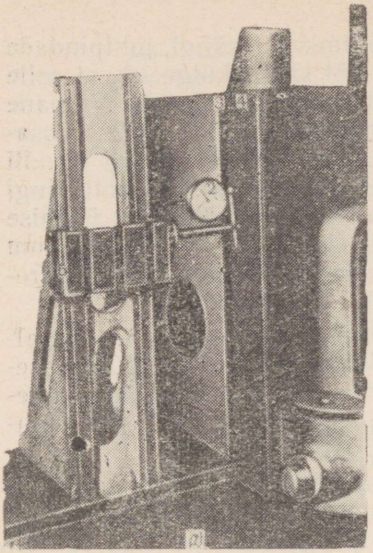
Kui konsooli juhtpinnad ei ole paralleelsed spindli teljega horisontaaltasapinnas, siis näitab see samuti, et pind *3* ei ole risti pindadega *5* ja *6*. Kui nurgiku püst-tasapind ei ole risti spindli teljega (joon. 102, *c* paremal), siis tähendab see, et pind *4* (joon. 102, *b*) ei ole risti pindadega *1* ja *2*.

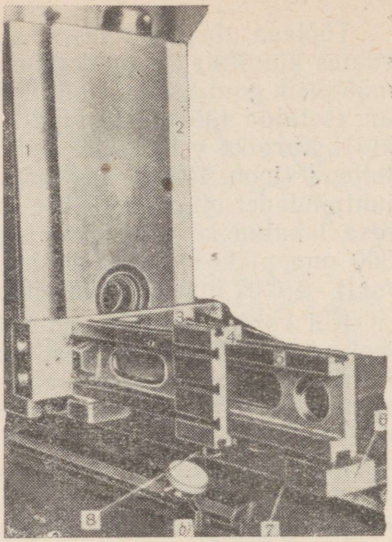
Kontroll-lähteks kasutatakse remontimisel ristettenihke käigukruvi ava telge. Selleks asetatakse märgitud avasse silindrilise astmega torn. Kontroll-lähteks võidakse kasutada ka käigukruvi ennast, kui see on remonditud ja kohale asetatud.

Konsooli remontimist alustatakse pindade *1*, *2*, *5* ja *6* (joon. 102, *b*) kaabitsemisega või lihvimisega. Neid kontrollitakse paralleelsusele torni pindadega vertikaal- ja horisontaaltasapinnas. Selleks kasutatakse «kalasabakujuliste» juhtpindade kontrollrakist.

Novaatorid on leidnud mugavama kontrollimisviisi — joonisel 103 näidatud spetsiaalse rakise abil. Rakise konstruktsiooni (joon. 103, *a*) kuulub nurgik *1* liuguriga *5*. Viimane surutakse vedrutugedega nurgiku lähtetasapinna vastu. Liugurit võib käsitsi kergelt nihutada. Selle T-kujulistesse soontesse kinnitatakse indikaatori *2* tugivarras, mis võimaldab indikaatorit pöörata horisontaaltasapinnas vajalikku asendisse.

Eelkirjeldatud rakisega kontrollimiseks asetatakse taastamisele tulev konsool tööpingi horisontaalses asendis oleva sängi juba remonditud juhtpindadele. Nurgik *1* asetatakse sängi peegelpinnale ja indikaatori *2* mõõtotsik viiakse kontakti eelnevalt remonditud konsooli pinnaga *4*. Seejärel nihutatakse liugurit koos indikaatoriga piki nurgikut vertikaalsuunas. Nii määratakse pinna *4* kõrvalekalle ristseisust sängi peegelpinna suhtes. Samaaegselt eelnevaga selgitatakse, kas konsooli ristkelguga kontaktis olevad juhtpinnad on risti selle sängiga kontaktis olevate juhtpindadega.





Joon. 103. Freespingi konsooli juhtpindade ristseisu kontroll:
*a* — sängi peegelpinna suhtes, *b* — sängi külgjuhtpinna suhtes

Olles kontrollinud ühe või mõlema poole ristseisu, pööratakse indikaator nurga alla nii, et selle mõõteotsik puutub kokku juhtpindade kaldpinnaga *3*. Nihutades liugurit koos indikaatoriga vertikaalsuunas, määratakse kindlaks pinna *3* ristseis sängi peegelpinna suhtes.

Konsooli horisontaaljuhtpindade *1* ja *2* ristseisu sängi juhtpindade *7* ja *8* suhtes kontrollitakse joonisel 103, *b* näidatud viisil. Sellise kontrollimisviisi juures ühendatakse rakise alus nurgikuga *5* ja tuuakse külgasendis kontrollitavate pindade juurde. Rakis toestatakse sängi peegelpinnal olevale kolmele mõõteplaadile. Kui kõik ettevalmistused on tehtud, viiakse indikaatori mõõteotsik kontakti sängi juhtpindade külgmoodustajaga ning nihutatakse indikaatorit piki seda pinda. Selliselt määratakse kindlaks konsooli horisontaaljuhtpindade ristseis sängi juhtpindade külgmoodustaja suhtes.

Konsooli ja sängi juhtpindade kontrollimiseks raskelt ligipääsetavais kohtades kasutatakse mitmesuguse kuju ja pikkusega vahetatavaid indikaatorihoidjaid.

Varem remonditud pindade *1* ja *5* (või *2* ja 6) ning pindade *3* ja *4* omavahelisest ristseisust kõrvalekalded kõrvaldatakse viimaste kaabitsemisega. Selline kaabitsemise kord on tingitud sellest, et vertikaalsed pinnad *3* ja *4* on konsooli horisontaaljuhtpin-

dadest märgatavalt lühemad ning seepärast on nende kontrollimiseks ja viimistlemiseks vaja vastavalt vähem aega.

Ülalkirjeldatud rakise kasutamine konsooli juhtpindade remontimiseks võimaldab juhtpindade üldiseks taastamiseks vajalikku aega vähendada 1,5 ... 2 korda.

## 47. FREESPINGI TÖÖLAUA JUHTPINDADE TAASTAMINE

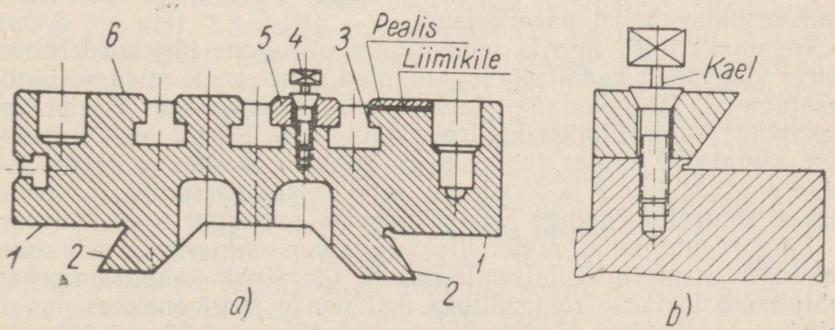
Pikitöölaudadel (joon. 104, *a*) kuluvad juhtpinnad *1* ja *2*, mille tulemusena rikutakse nende omavaheline paralleelsus ning pinna *3* soone paralleelsus töölaua pikiliikumise juhtpindadega.

Töödeldava detailiga vahetult kokkupuutuval pinnal *6* esinevad sageli mõlgid, mõrad, sisselõiked jt. defektid. Need on remontimisel vaja eemaldada. Kulunud pindade sirgjoonelisus ja paralleelsus tuleb taastada täpsusega mitte alla 0,02 mm 500 mm pikkuse kohta ja töölaua pinna *6* tasapinnalisus — täpsusega 0,04 mm 1000 mm pikkuse kohta, seejuures ainult nõgususe poole.

Sooned, milles on mõra, suur mõlk või täkked, remonditakse pealiste *5* epoksüüdliimiga pealeliimimise teel. Algul freesitakse neid vastavalt pealiste kujule, seejuures freesimise sügavus sõltub mõlgi või mõra sügavusest. Kuid on soovitatav, et see igal juhul oleks mitte alla 2 mm.

Kui on suured vigastused soonte külgpindadel, siis freesitakse need järgmisse laiusmõõtu (täismillimeetrites), pidades tingimata kinni nende ja töölaua pikijuhtpindade paralleelsusest.

Pealised valmistatakse samast materjalist mis töölaudki. Nende kuju peab soone kujuga täpselt kokku langema, kuid paksus peab olema pisut (0,1 ... 1 mm) suurem soone sügavusest. Pealised sobitatakse 3. või 4. täpsusklassile vastava täpsusega.




Joon. 104. Freespingi töölaua remont:

*a* — pealiste paigaldamine töölaua tööpinnale, *b* — pealise paigaldamine spetsiaalse kruviga

Pealised paigaldatakse § 40 kirjeldatud võtetega. Pealis asetatakse kohale nii, et selle pealispind oleks töölauast 0,3 ... 1 mm kõrgem. Pärast seda pannakse raskus peale. Kui liim on kõvastunud, freesitakse, hööveldatakse või lihvitakse nii töölaua kui pealise pind korraga.

Liimi asemel võib pealiste kinnitamiseks kasutada spetsiaalse peaga kruvisid (joon. 104, *a* det. *4*). Neil on kael, mille läbimõõt on umbes $^1/_5$ võrra väiksem keerme siseläbimõõdust (joon. 104, *b*). Kruvid keeratakse võtmega lõpuni kuni kaela keerdumiseni. Kruvi pea töödeldakse pärast maha koos pealise ja töölaua töötlemisega.

Edasi taastatakse pind *6* (joon. 104, *a*) ning töödeldakse pinnad *1* ja *2*.

Novaatorid kasutavad pikilaua juhtpindade remontimiseks järgmist moodust. Pärast seda, kui on kõrvaldatud vigastused pinnalt *6* (joon. 104, *a*), asetatakse töölaud selle pinnaga plaadile või kolmele toele nii, et oleks tagatud vajalik püsivus. Seejärel asutakse juhtpindade *1* ja *2* taastamisele. Edasi sobitatakse vastastikku pinnad *1* ja *2* ning kelgu juhtpinnad. Pärast seda ühendatakse töölaud kelguga. Pärast koostamist taastatakse pind *6* lõplikult lihvimise või hööveldamisega.

Töölaua temperatuuriliste deformatsioonide vältimiseks kasutatakse lihvimisel jahutusvedelikku. Enne lõplikku lihvimist korrigeeritakse tingimata lihvketta profiil.

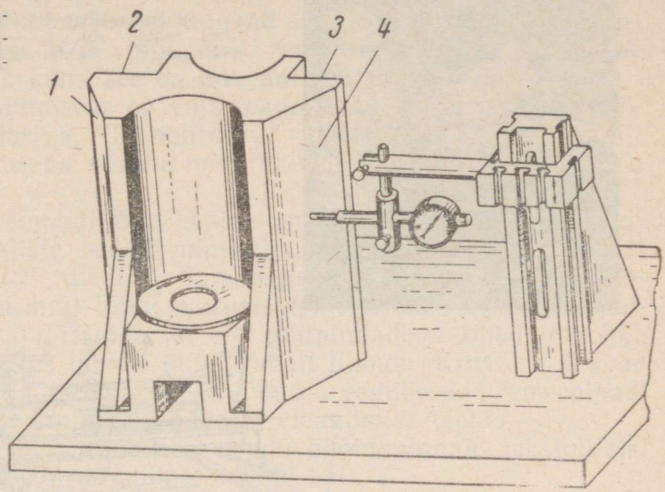
Pinna *6* lihvimise võib eduga asendada ka puhashööveldamisega, ilma järgneva dekoratiivse kaabitsemiseta.

## 48. PRESSI LIUGURITE JUHTPINDADE TAASTAMINE

Pressi liugurite juhtpinnad kuluvad märgatavalt. Mõnikord alustatakse liugurite remonti selle juhtpindade kaabitsemisega kontrolljoonlaua järgi. Taastamise niisuguse alguse juures on raske saavutada joonisel 105 numbritega *1, 2, 3* ja *4* tähistatud pindade omavahelist paralleelsust.

Õigemaks tuleb lugeda remontimise niisugune järjekord, mille juures kõigepealt kaabitsetakse tugipind (aluspind), mida seejärel kasutatakse lähtepinnana juhtpindade taastamisel. Tugipinda (tasapind) kontrollitakse kontrollplaadi järgi. Pärast selle taastamist asetatakse liugur tugipinnaga kontrollplaadile ja kontrollitakse pindade *1, 2, 3* ja *4* ristseisu selle tasapinna suhtes. Kontrollitakse kontrollnurgikuga või spetsiaalse rakisega.

Liuguri juhtpinnad remonditakse kas horisontaalfrees- või sisetreipingil järgneva kaabitsemisega või siis ainult kaabitsemisega. Juhtpinnad loetakse remondituks, kui nende sirgjoonelisus, omavaheline paralleelsus ja ristseis saavutab täpsuse 0,02 mm 300 mm pikkuse kohta.



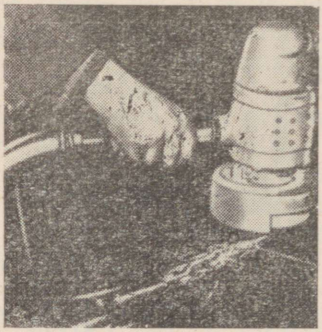

Joon 105. Pressi liuguri juhtpindade kontroll universaalse rakisega

## 49. VASARATE ŠABOTTIDE TAASTAMINE

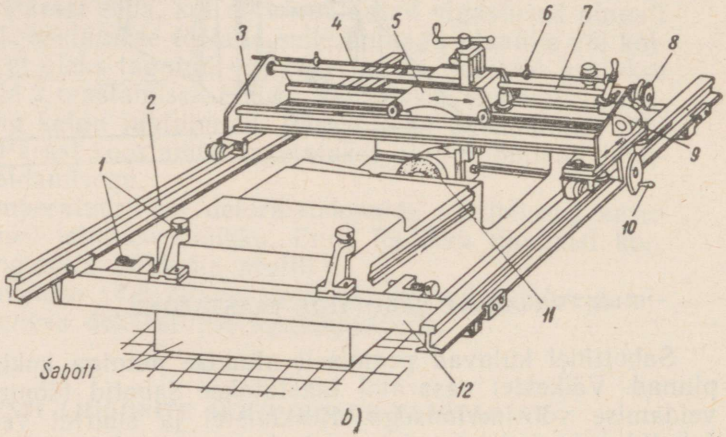
Šabottidel kuluvad peamiselt alumise pinniga kokkupuutuvad pinnad. Väikestel vasaratel taastatakse šabotid tööpinkidel höövеldamise või lihvimisega. Keskmistel ja suurtel vasaratel on šabotid sedavõrd suured ja rasked, et neid tuleb remontida kohapeal. Sellistel juhtudel kasutatakse sageli vertikaalset pneumaatilist rootor-käsilihvmasinat ТШ-1 (joon. 106, *a*). Korpus, millesse on monteeritud labidatega rootor, on valatud alumiiniumsulamist. Rootor koos lihvkettaga saab pöörlemise labidatele suunatava suruõhu joa abil. Lihvketta suurim läbimõõt on 125 mm. Suurte šabottide kohapeal remontimiseks kasutatakse mehhaniseeritud rakiseid, millest üks on näidatud joonisel 106, *b*. Selle rakise konstruktsiooni kuulub vanker *3* kelguga *5*, millel paikneb elektrimootor lihvkettaga *11*. Kelku, mis toetub relssidest *2* ja kahest talast *12* koosnevale raamile, võib käsiratta *10* pööramisega nihutada pikisuunas käsitsi. Ristsuunas saab kelk liikumise elektrimootorilt *9* koonusketaste *8*, käigukruvi *7* ning sellega ühenduses oleva mutri kaudu kelgus. Ristliikumine piiratakse lülitusvardal *4* asuvate tugedega *6*. Varras lülitab kelgu liikumise suuna ümber automaatselt, niipea kui see kohtub ühe või teise toega.

Rakis rihitakse välja ja kinnitatakse remonditaval šabotil kruvidega *1*.

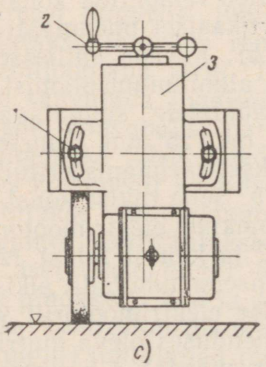
Lihvitakse ketta silinderpinnaga. Lihvketta asend šaboti horisontaalsete pindade lihvimisel on näidatud joonisel 106, *c*, ja 5 . . . 7° kaldega vertikaalsete pindade lihvimisel joonisel 106, *d*. Šaboti



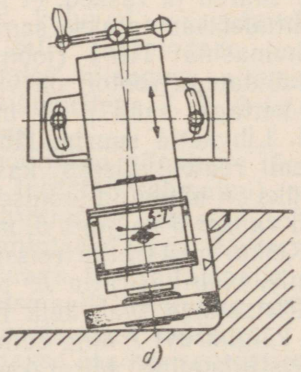
Joon. 106. Vasarate šabottide lihvimine:
*a* — pneumaatilise käsikäiaga, *b* — mehhaniseeritud rakise abi, *c* — horisontaalsete pindade lihvimine, *d* — kaldpindade lihvimine




b)




c)



d)

vertikaalsete pindade töötlemiseks asetatakse elektrimootor koos lihvkettaga 90° nurga alla. Seejärel pööratakse suport koos elektrimootori ja lihvkettaga täpselt vajaliku nurga alla ning kinnitatakse poltidega *1* (joon. 106, *d*). Vertikaalsuunas nihutatakse lihvketast kruviülekandega seotud käepidemega *2*.

## 50. SURVEPLAATIDE JA KIILUDE TAASTAMINE

### SURVEPLAATIDE TAASTAMINE

Tööpingi ekspluateerimisel kuluvad sängi ja surveplaadi kokkupuute kohad ning tekib lõtk, mis remontimisel likvideeritakse surveplaadi arvel, kuna see on odavam kui säng.

Remondi alustamiseks on vaja teada lõtku suurust. Seda mõõdetakse lehtkaliibriga. Remontimisel töödeldakse surveplaadilt maha lõtku suurusega võrdne metallikiht (näidatud joonisel 75, *a* punktiiriga).

Surveplaate remonditakse kaabitsemisega, lihvimisega, hööveldamisega ja pealiste pealeliimimisega, kontrollides perioodiliselt värvi abil kontakti tihedust. Samaaegselt mõõdetakse lehtkaliibriga (0,03 . . . 0,04 mm) lõtku suurust. Remonditud surveplaadi paigaldamisel on vaja jälgida, et see juhtpindadega tihedalt kokku puutuks ja seejuures lubaks laual vabalt liikuda. Kruvid *4* peavad kindlalt kinnitatud olema. Ei ole lubatud reguleerida surveplaadi ühendust sängiga kinnituskruvide järeleandmise teel.

Surveplaate võib remontida nende hõõrdepinnale tekstoliidist pealise kinnitamisega kruvide või liimi abil.

Reguleeriva seadmega surveplaatidel (joon. 75, *b*) kompenseeritakse kulumine teatud aja jooksul survekruvide sissekeeramisega. Kui aga kulumine ületab 2 mm, asetatakse uus surveplaat.

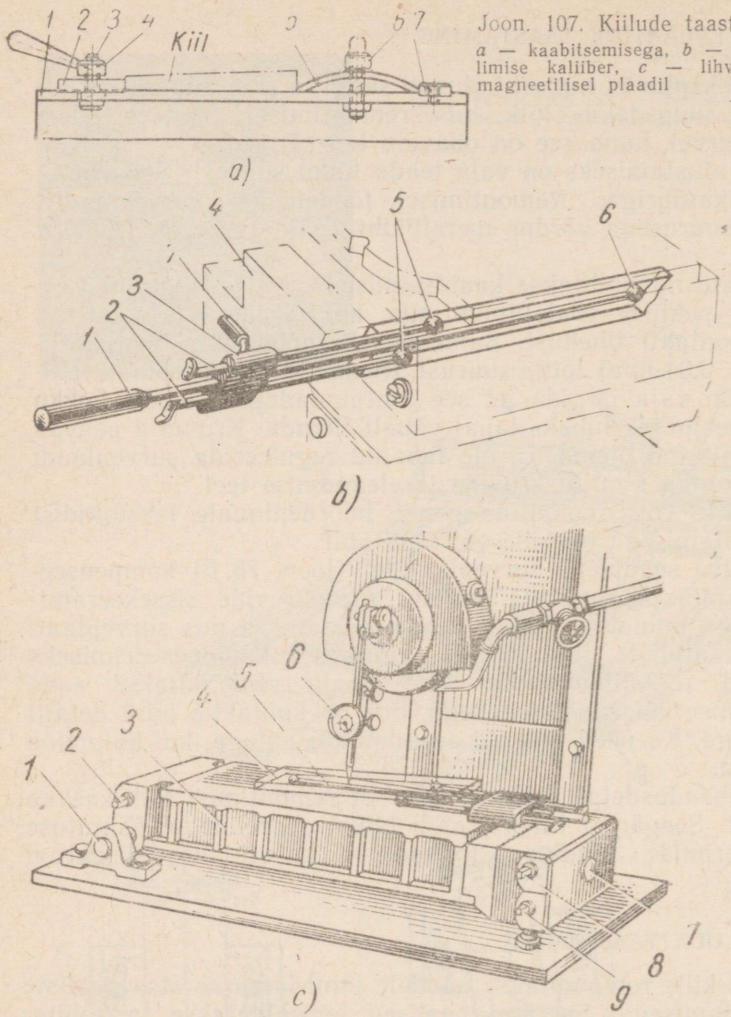
Kalasabakujuliste juhtpindade kulumise kompenseerimiseks kasutatavaid ristkülikukujulisi surveplaate remonditakse selle pinna lihvimise või kaabitsemisega, mis on kontaktis teise detaili juhtpindadega. Ka need plaadid asendatakse uutega, kui kulumine ületab 2 mm.

Pärast ühendusdetailide mitmekordset remontimist lõtk kasvab märgatavalt. Seepärast tuleb plaadi laiust suurendada. Kinnituse ja reguleerimise kindluse tõstmiseks kasutatakse lisakruvi (joon. 75, *d*).

### KIILUDE TAASTAMINE

Kulunud kiile remonditakse nendele jämedamasse otsa pealiste juurdekeevitamisega. Seejärel pealised hööveldatakse ja sobitatakse koha järgi. Nii taastatakse suportide, laudade ja kelkude kiilud. Pealiseid on kasulik valmistada tekstoliidist, mille paksus valitakse vastavalt lõtku suurusele. Need kinnitatakse karbinool- või epoksüüdliimiga.

Pärast remonti peavad kiilu tööpinnad pindadega *1* ja *2* (joon. 76) tihedalt kokku liibuma. Kiilu mõlemad pooled sobitatakse värvi järgi. Selleks värvitakse detailil kiiluga kokkupuutuvad pinnad, asetatakse kiil kohale, koputades kergelt selle otsale. Seejärel võetakse kiil välja, koputades kergelt selle õhemale otsale läbi pehmest materjalist vahetüki, ja kaabitsetakse.




Joon. 107. Kiilude taastamise rakised: *a* — kaabitsemisega, *b* — kiiluava kontrollimise kaliiber, *c* — lihvimisega elektromagneetilisel plaadil

Remonditud kiil peab olema nii pikk, et sõlme edasisel ekspluateerimisel saab selle kulumist kompenseerida.

Kiilude sobitamine remonditud juhtpindade järgi on tülikas nende ebamugava kinnituse tõttu kaabitsemisel. Kruustangidega kinnitamine põhjustab sageli kiilu tööpindade muljumist, naeltega kinnitamine puust laual pole aga kindel ja nõuab palju ettevalmistusaega.

Kiilude kinnitamiseks kaabitsemisel soovitatakse joonisel 107, *a* näidatud rakist. See koosneb nurgikust *1*, tugedest *2* ja *7* ning leht-

vedrust *5*. Tuge *2* võib nihutada nurgikul ja kinnitada vajalikus kohas poldi *3* ning mutri *4* abil. Kiil asetatakse nurgikule ühe otsaga vastu vedru, teise otsa vastu tuuakse liikuv tugi *2* ja kinnitatakse. Seejärel pingutatakse vedru mutrit *6*, mille tagajärjel kiil surutakse nurgikul tugevasti kinni. Eelnevalt aga kinnitatakse nurgik kruustangidesse.

Kirjeldatud rakis võimaldab kaabitseda kiilu kolmnurkse kaabitsaga, mis võtab ühe läbimiga suurema metallikihi kui lame kaabits.

Kiilude kaabitsemist on otstarbekas asendada enamtootliku lihvimisega, kui selleks kasutada tasalihvpingi magnet-töölauale kinnitamiseks vastavat rakist. Ratsionaalne on universaalne rakis, mis võimaldab lihvida igasuguse kujuga — koonilisi, rombikujulisi jt. kiile. Vaatleme koonuskiilu lihvimist.

Enne koonuskiilu lihvimist on vaja paigalduskoha järgi kindlaks teha selle täpne kuju. Selleks on mugav kasutada spetsiaalset mõõtekaliibrit (joon. 107, *b*). Kaliiber koosneb pidemest *3* ning kolmest vardast *1* ja *2* vahetatavate kuulidega *5* ja *6*, mis valitakse vastavalt kiiluava mõõtmetele.

Kaliiber viiakse supordi *4* kiiluavasse. Toetades pidet *3*, lükatakse käepidemest keskmist varrast *1* seni, kuni kuul *6* kiilub kinni mõõdetavas koonusavas. Seejärel nihutatakse vasakut ja paremat varrast kuni kuulide *5* kinnikiilumiseni. Siis surutakse vardad kinni käepideme *7* abil ja tõmmatakse kaliiber avast välja. Ava pindade täpne asetus saadakse mõõtmete määramisega kolmes punktis.

Seejärel asetatakse kaliiber *5* lihvpingi töölauale paigutatud magnetplaadile *3* ja kaliibri kuulidele asetatakse kontrolljoonlaud *4*.

Lihvpingi lihvpea külge kinnitatud indikaatori *6* järgi seatakse kontrolljoonlaud *4* rangelt paralleelseks töölaua liikumisega piki- ja ristsuunas. Seda tehakse magnetplaadi pööramisega, mis on šarniirselt töölaua külge kinnitatud.

Vabastades eelnevalt käepidemega *2* tapi, pööratakse (käepidemetega *8* ja *9*) magnetplaati tappide *1* ja 7 ümber. Seejuures kontrollitakse pööret indikaatoriga *6*, milleks lülitatakse perioodiliselt sisse töölaua liikumine algul piki-, siis ristsuunas. Kui töölaua piki- ja ristliikumisel indikaator kõrvalekaldeid ei näita, siis on kontrolljoonlaud rangelt paralleelne töölaua liikumisega ja magnetplaadi tasapind on asendis, mis kopeerib täpselt kiiluava profiili. Seejärel võetakse joonlaud ja kaliiber plaadilt maha ning nende asemele asetatakse töödeldav kiil.

Seejärel lülitatakse magnetplaat sisse ja lihvitakse algul kiilu üks, siis teine pool. Sellise lihvimisega tagatakse kiilu vastavus tööpingi kelgu ava koonilisusele.

Kiilude ülalkirjeldatud lihvimise moodus välistab täielikult nende töömahuka kaabitsemise.

### KONTROLLKÜSIMUSED

1. Kirjeldage treipingi sängi remondi iseärasusi.
2. Mida kontrollitakse treipingi supordikelgu remontimisel?
3. Mida tuleb teha käigukruvi ja -võlli avade telgede tsentreerimiseks ettenihetekastis ja supordipõlles?
4. Kuidas taastada treipingi esi- ja tagapuki tsentrite samateljelisus?
5. Milles seisneb kompenseerivate pealiste kasutamise eelis?
6. Mida kasutatakse konsooli remontimisel lähtepinnana?
7. Kuidas remonditakse freespingi töölauda?
8. Jutustage töölaua kelgu remondi iseärasustest.
9. Milles seisneb ekstsentrikpressi sängi juhtpindade remont?
10. Milliseid pressi liuguri remontimise viise te tunnete?

## XI PEATÜKK

# PÖÖRLEMIST ÜLEKANDVATE DETAILIDE REMONT

### 51. VÕLLIDE REMONT

Võllidel võivad ekspluatatsiooni käigus tekkida järgmised kahjustused ja kulumise liigid:

1) võllikaelte kulumine;
2) liistusoonte ja hammaste kulumine;
3) väliskeermete vigastused võllidel;
4) tsentriavade vigastused;
5) võlli paine.

Kulunud silindrilise võlli remondiviis valitakse pärast kulumise iseloomu ja astme kindlaksmääramist. Tühise kulumisega võllikaelad (väikesed kriimustused, ovaalsus kuni 0,2 mm) remonditakse lihvimisega. Esimeses järjekorras kontrollitakse, kas ei ole kahjustatud võlli tsentriavad. Mõlkide ja muljutud kohtade olemasolul tsentriavades taastatakse viimased ning selle järel õgvendatakse võllid.

Märgatavalt kulunud võllikaelad treitakse ja lihvitakse remondimõõtu.* Seejuures lubatakse võllikaelte läbimõõtude vähenemist 5...10%, sõltuvalt võllile mõjuvate koormuste iseloomust. Nendel juhtudel, kui on vajalik taastada võllikaelte esialgsed mõõtmed, pressitakse või liimitakse epoksüüdliimiga neile pärast treimist puksid, mis hiljem treitakse või lihvitakse mõõtu. Võllide kulunud pindu võib remontida ka metalli pealesulatamisega vibrokaarleegi abil, metalliseerimise teel, terasega katmise teel, kroomimisega ja teiste meetoditega.

---

* Võllikaelte mehaanilise töötlemise käigus saadud uusi vähendatud mõõtmeid nimetatakse remondimõõtmeteks, niisugust remondiviisi — remondimõõtmete viisiks.

Kõverdunud võllid õgvendatakse külmalt või kuumalt. Võllid, mille kõverus ületab 0,008 võlli pikkust, õgvendatakse kuumalt.

Võllide külmalt õgvendamist tehakse käsitsi kruviklambrite ja kangide abil, kuid kõige parem on õgvendada pressi all. Kruviklamber (joon. 108, *a*) asetatakse haarajatega *1* võllile *2* nii, et kruvi *3* oma toega asetseks võlli suurima läbipaindekoha vastas. Pöörates kruvi õgvendatakse võll selles kohas. Seejärel nihutatakse klamber teise kohta. Operatsiooni korratakse seni, kuni võll on täielikult õgvendatud. Teine, täiuslikum ja keerulisem mehaaniline rakis on näidatud joonisel 108, *b*.

Võlle läbimõõduga 20 ... 60 mm on otstarbekohane õgvendada pneumaatilise rakisega (joon. 108, *c*). Rakise korpus on asetatud treipingile neljale toendile *2*. Toenditel on rullid *1*, mille tõttu on rakist sängi juhtpindadel kerge nihutada. Korpuses asub kahe diafragmaga varras *4*. Korpuse alumise ja ülemise töökambri niplid *3* ja *6* on toru abil ühendatud suruõhukraaniga *5*.

Pärast kraani käepideme pööramist suundub õhk rakise mõlemasse töökambrisse, avaldab survet diafragmale ja nende kaudu vardale jõuga kuni 50 kN (5 t).

Rakise kaanel on kaks haardekonksu *7*, mis on juhtsoontes nihutatavad vastavalt võlli kõverdunud osa pikkusele.

Konksudevahelist kaugust on võimalik muuta vahemikus 150 ... 500 mm. Võlli pinna muljumise ärahoidmiseks õgvendamise ajal on konksudel ja vardal vasest alused.

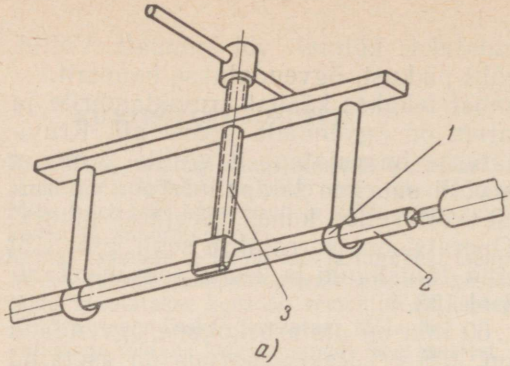
Õgvendamist kontrollitakse rakise korpusele asetatud indikaatoriga.

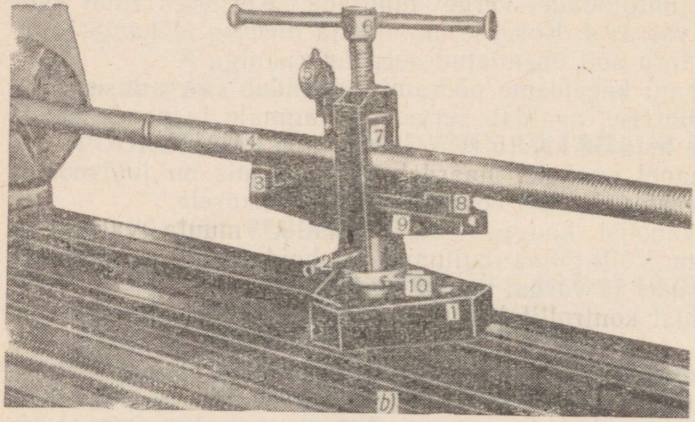
Võlli õgvendamiseks asetatakse rakis tööpingi sängi juhtpindadele ja kõrgus reguleeritakse nii, et tõukevarras ei puudutaks tööpingi tsentrite vahele kinnitatud võlli. Seejärel pööratakse võlli ja indikaatori abil tehakse kindlaks suurima läbipainde koht. Selle koha juurde nihutatakse mööda juhtpindu rakis, lülitatakse ümber õhukraani käepide. Suruõhk tõstab varrast, mis õgvendab konksudevahelise võlli osa.

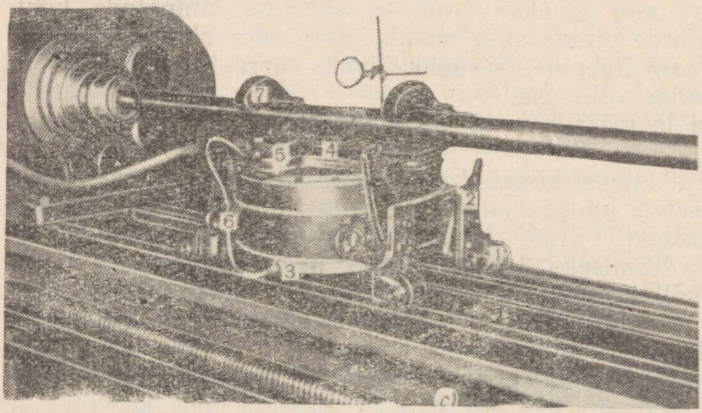
Murdunud ja mõradega võllid remonditakse elektri- ja gaasikeevitusega.

Keevituseks ettevalmistatud võlli osad asetatakse prismadele või spetsiaalsetele juhtpindadele, kus neid rihitakse geomeetriliste telgede ühtimiseni. Pärast seda võlli osad keevitatakse kokku. Kaardumise vältimiseks kuumutatakse pikad ja peened võllid 300° C. Kui võll keevitamisel kõverdus, siis õgvendatakse seda ühel eespool mainitud viisil. Pärast õgvendamist töödeldakse võllid termiliselt.

Tuleb silmas pidada, et vastutusrikka mehhanismi (näiteks tõstekraana) võlli murdumisel seda ei taastata, sest keevitamise teel taastatud võll on oma füüsikalis-mehaaniliste omaduste poolest nõrgem kui uus sepistatud võll.



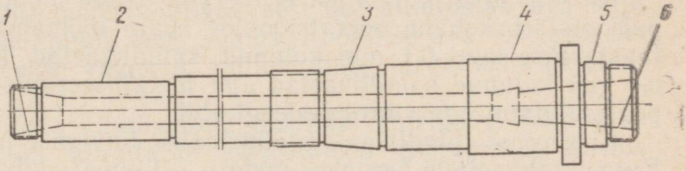

Joon. 108. Võllide õgvendamise rakised:

*a* — kruviklamber, *b* — mehaaniline rakis (*1* — alus, *2* — rakise nihutamise käepide, *3* ja *8* — liikuvad toed, *4* — õgvendatav võll, *5* — indikaator, *6* — kruvi, *7* — vasest alus, *9* — tala, *10* — tugede kõrguse seademutter), *c* — pneumaatiline rakis

## 52. SPINDLITE REMONT

Spindlitele (joon. 109) esitatakse võrdlemisi suured täpsusnõuded. Seepärast spindlikaelad *2* ja *4* töödeldakse istu alla lihvimise ja poleerimise teel. Nende mittesamateljelisus ei tohi ületada 0,01 mm. Võllikaelte lubatud koonilisus on 0,01 mm ja ovaalsus 0,003 . . . 0,005 mm. Niisugustele tingimustele peab vastama ka pind *5*. Spindli kooniline ava *6* peab olema kontsentriline spindlikaeltega. Lubatud viskumine on 0,01 . . . 0,02 mm 300 mm pikkusel.

Spindlil kuluvad kõigepealt laagrite istupinnad, hammasrataste ja teiste pöörlevate detailide istukohad. Nendele ilmuvad silmaga nähtavad kriimustused. Ava *6* pinnal tekivad samuti kriimustused, mõlgid ja muljutud kohad. Kulub ka spindli keere ja kahjustub pinnal *3* olev liistusoon.



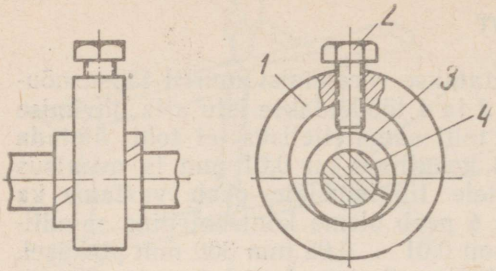

Joon. 109. Treipingi spindel.

Spindleid on otstarbekohane remontida mitu korda, kuna uue spindli valmistamine on keeruline ja kallis. Ainult neil juhtudel, kui remondiga kaasneb ka spindliga seotud detailide remont, võib kulunud spindli uuega asendamine olla kasulikum. See küsimus lahendatakse uue spindli ja remonditööde maksumuse võrdlemise teel.

Spindlikaelad, mille kulumine on 0,01 . . . 0,02 mm, remonditakse treipingis plankimisega. Plangitakse spetsiaalse plankimisrakisega (joon. 110). Plankimisrakis koosneb rõngast *1*, poldist *2*, läbisaetud puksist — plankurist *3* ja käepidemest (pole joonisel näidatud). Plankur valmistatakse malmist, vasest või pronksist. Selle ava töödeldakse töödeldava spindlikaela mõõtme järgi.

Spindlikaela plankimisel kantakse selle pinnale õhuke smirgelpulbri ja õlisegu kiht. Järgnevalt asetatakse sellele plankimisrakis ja keeratakse polt *2* nõrgalt kinni. Käivitatakse pöörlemiskiirusele 0,17 . . . 0,33 m/s (10 . . . 20 m/min) seadistatud pink. Tööprotsessis nihutatakse plankimisrakist ühtlaselt mööda töödeldavat spindlikaela edasi-tagasi. Aeg-ajalt uuendatakse pulbri ja õlisegu kihti ja keeratakse polt *2* kõvemini kinni.

Kõrvaldanud kulumise, pestakse spindlikael ja plankur petrooleumiga. Seejärel kantakse spindlikaelale õhuke kiht plankimispastat ja lõpetatakse spindlikaela töötlemine.




Joon. 110. Spindlikaelte, võllide ja telgede plankimisrakis:
*1* — rõngas, *2* — kinnituspolt, *3* — läbisaetud puks, *4* — võllikael

Üle 0,02 mm kulunud spindlikael remonditakse lihvimise ja järgneva plankimisega remondimõõtu. See remondiviis on vastuvõetav ainult sel juhul, kui on võimalik vastavalt muuta spindliga seotud laagrite ja teiste detailide avade mõõtmeid.

Kui niisugust võimalust ei ole või avade mõõtmete muutmine pole otstarbekohane operatsioonide suure töömahukuse tõttu, siis taastatakse kuni 0,1 mm kulunud spindlikaelad kroomimise, üle 0,1 mm kulunud spindlikaelad aga metalliseerimisega või metalli pealesulatamisega vibrokaarleegi abil.

Kroomitud spindlikaelad töödeldakse lihvimise ja plankimisega. Kui spindlikaeltele kantakse metalli paksemate kihtidena kui kroomimisel, siis spindlikaelad esmalt treitakse ja pärast lihvitakse. Seejuures antakse spindlikaeltele tagumise otsa suunas koonilisus kuni 0,01 mm selleks, et laagrite kaabitsemisel spindlikaelale kantud värvikiht oleks laagripindade katmiseks täielikult ära kasutatud.

Kulunud spindlikaelu võib taastada kompensatsioonipukside liimimisega. Taastamine liimimisega toimub järgmiselt:

1. Spindlikaeltelt treitakse maha üle 1 mm paksune metallikiht. Pind peab vastama 4. või 5. pinnasiledusklassile.

2. Valmistatakse vastavast terasemargist puksid ja kindlustatakse ületreitud spindlikaelte ja pukside vahel 0,05 mm diametraalne lõtk. Välisläbimõõtude edasiseks töötlemiseks jäetakse 2 . . . 3 mm töötlemisvaru.

3. Puksid liimitakse epoksüüdliimiga spindlikaeltele, mis on liimimiseks ette valmistatud eespoolmainitud viisil.

4. Spindlikaelte (pukside) välispinnad treitakse ja lihvitakse nimimõõtu.

Treimiseks ja lihvimiseks valmistatakse spindel ette järgmiselt. Treitakse terasest korgid ja asetatakse tihedalt spindli eelnevalt puhastatud avadesse *1* ja *6* (joon. 109). Pärast seda kinnitatakse spindel ühe otsaga treipingi padrunisse. Teine spindli ots asetatakse kulumata kohaga lünetti ja kontrollitakse spindli viskumist, mis ei tohi ületada 0,005 mm. Seejärel tehakse korki tsentriava. Järgnevalt spindel asetatakse ümber, kinnitatakse teine ots padrunisse, esimene aga lünetti ja puuritakse teine tsentriava. Nüüd

asetatakse spindel tsentrite vahele ja kontrollitakse tsentreerimise õigsust. Spindli kulumata kohtade viskumine ei tohi ületada 0,01 mm.

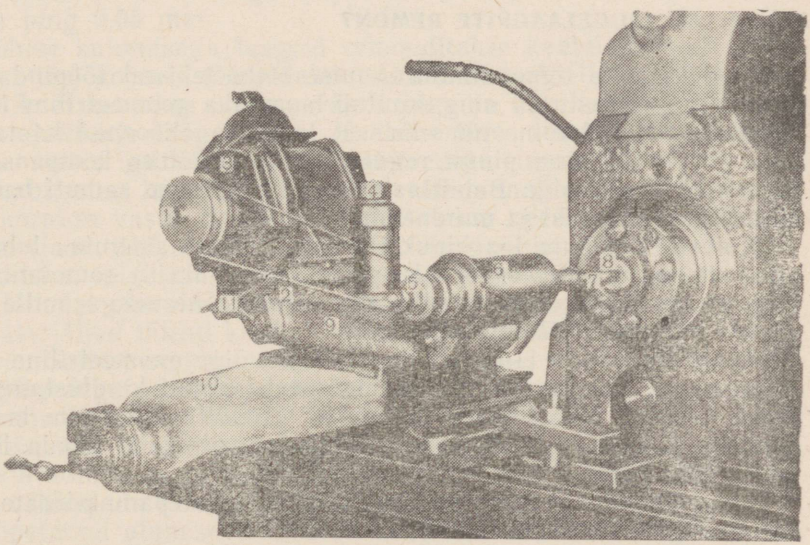
Täitnud eespool nimetatud operatsioonid, asutakse spindlikaelu treima ja lihvima.

Kulunud ja vigastatud spindli keere taastatakse metalli pealekeevitamise ja keermetamisega. Nimimõõdust väiksemat läbimõõtu ei soovitata keermetada, kuna see jääb mittestandardseks.

Olenevalt kulumise suurusest remonditakse spindlite kulunud koonusavad erinevalt. Märgatavalt kulunud ava treitakse ja seejärel pressitakse sellesse puks. Tühise kulumisega ava (kriimustused, väikesed mõlgid) lihvitakse lähimasse spindliava standardmõõtu.

Spindli koonilist ava on otstarbekas mehaaniliselt töödelda vahepeal tööpingilt maha võtmata, sest see kindlustab ava telje hea tsentreerimise spindli telje suhtes. Koonilise ava töötlemiseks kohapeal kasutatakse rakiseid, millest ühte järgnevalt kirjeldatakse.

Rakis (joon. 111) kinnitatakse poldi ja mutriga *4* tööpingile. Elektrimootor *3* on kinnitatud pööratavale platvormile *2*, mis sõrme *11* abil on šarniirselt ühendatud alusega *9*. Alusele on kinnitatud korpus *6*, milles kuullaagritele on monteeritud spindel *7* abrasiivkettaga *8*. Rakise spindlit võib asetada töödeldava ava suhtes ühele või teisele kõrgusele. Spindel pöörleb kiirusega



Joon. 111. Spindliavade lihvimise rakis

116,7 p/s (7000 p/min), saades pöörlemise rihmülekande (*1* ja *5*) abil elektrimootorilt, mille võimsus on 0,6 kW ja pöörete arv 43,3 p/s (2800 p/min).

Rakis asetatakse kantavale supordile *10*, mis kinnitatakse tööpingi kelgule või töölauale. See võimaldab asetada rakise ühe või teise nurga alla ja ava lihvimisel teostada ettenihet.

Spindli koonilise ava täpsust kontrollitakse standardse koonuskaliibriga. Kaliibril asetsev kontrolljoon ei tohi minna avasse. Kontrolljoone ja spindli otspinna vahele peab jääma vahekaugus 1 ... 2 mm. Kui kontrolljoon kattub avaga, siis treitakse spindli otspinda seni, kuni saadakse kaliibri normaalne ist.

Spindli koonilise ava viskumist kontrollitakse indikaatoriga avasse asetatud kontrolltorni abil. Spindli ava lubatud hälve spindliteljest otspinna juures on 0,01 mm ja 300 mm kaugusel spindli otspinnast 0,02 mm. Spindli silindrilise pinna *5* (vt. joon. 109) lubatud viskumine on 0,01 mm.

Eespool oli juttu kroomitud spindlikaeltest. On tehtud kindlaks, et niisugused spindlid töötavad hästi ainult väga hea laagerduse korral, kui on kindlustatud spindlikaelte määrimiseks nõutav lõtk.

Selle lõtku normaalsuurus on sõltuvalt tööpingi täpsusest, pöörete arvust ja spindli läbimõõdust 0,006 ... 0,02 mm. Lohaka sobitamise tõttu esineb pingi töötamisel võrdlemisi suur kohalik kuumenemine. Selle tõttu tekivad kroomitud pinnal peened praod, kroom hakkab maha kooruma ja kahjustab üha rohkem spindlikaela.

### 53. LIUGELAAGRITE REMONT

Liugelaagrite tööpindade kulumise tõttu tekivad tööpindadele jooned ja kriimustused ning muutub laagriava geomeetriline kuju. Mõnikord on kulumine nii suur, et laagrite õlisooned kaotavad oma piirjooned ning pingu reguleerimine kulumise kompenseerimiseks pole võimalik. Babiitlaagrites täheldatakse samuti babiidi kihtidena eraldumist ja murenemist.

Kui võllikaela ja laagripuksi ava kulumine saavutas lubatud piiri, siis mittelahtivõetavad laagrid (laagripuksid) remonditakse järgmiselt: võll lihvitakse, puks aga vahetatakse uuega, mille ava vastab lihvitud võllikaela mõõtmele.

Laagriliudadega laagritel taastatakse õige geomeetriline kuju ja õlisooned. Nende laagrite remont peab samuti kindlustama õli jaoks vajaliku lõtku, antud laagriava samatelgsuse teiste laagriavadega, millele võll asetatakse, ning laagriliudade tiheda liibumise vastu korpust.

Liugelaagrite remontimisel tuleb tõsist tähelepanu pöörata õlisoonte õigele töötlemisele.

Õlisooned on ette nähtud õli imemise kergendamiseks koorma-

tud tsooni ja õli paremaks jaotamiseks laagri pikkuse ulatuses. Need sooned töödeldakse tööpinkidel treimise, freesimise, tõukamise ja kammlõikamisega, aga samuti raiutakse sisse märkimise järgi vastavalt joonisele või näidisele. Sooned raiutakse spetsiaalse ristmeisliga, mille lõikeserval on õlisoone kuju ja mõõtmed. Õlisoonte servad laagriliua pinnal tuleb siluda ja ümardada, muidu hakkavad nad töötama nagu kaabitsad, võttes pöörlevalt võllikaelalt õlikihi maha.

Soonte asetamine laagri koormatud tsooni ei ole soovitatav, kuna need alandavad õlikihi kandevõimet. Et õli välja ei voolaks, pole soovitatav sooni pikendada laagri otspindadeni. Õli paremaks hoidmiseks tehakse pikisooned suletutena, s. t. laagriliudade ja laagripukside otspindadeni jääb puudu ligikaudu 0,1 viimaste pikkust. Soone laius ja sügavus peab vastama laagri mõõtmetele. Läbimõõtudele kuni 60 mm võetakse soone sügavus 1,5 mm ja laius 5...6 mm. Suurte läbimõõtudega laagritel võetakse soone sügavus orienteeruvalt 0,025 ja laius 0,1 laagriliua siseläbimõõdust.

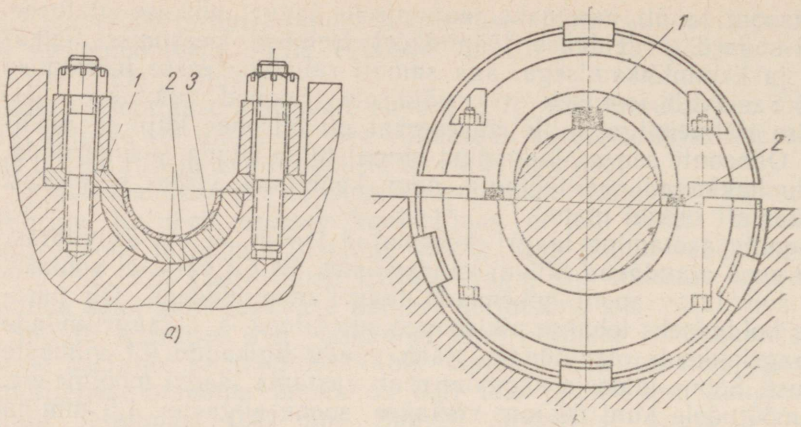
Õliavad peavad kindlustama vajaliku õli juurdevoolu soontesse ja tehakse joonise mõõtmete või näidise järgi.

Remonditud lahtivõetavate laagrite juures tekitatakse ping vahetükkide asetamisega laagriliudade poolituskohtadesse. Liite võllikael—laagriliud reguleerimine toimub vahetükkide paksuse muutmisega kaabitsemise teel. Vahetükkide komplekt koostatakse 0,05...2 mm paksusega plaatidest järgmiste vahemikega: 0,05—0,1—0,2—0,3—0,5—1 mm. Komplekt püütakse koostada väiksemast plaatide arvust, aga sellise arvestusega, et oleks võimalik saada ping 0,05 mm.

Tühise kulumisega laagrid remonditakse kaabitsemisega. Esimeses järjekorras töödeldakse alumine laagriliud. Võlli- või spindlikael kaetakse ühtlase värvikihiga ja värvitud detail asetatakse alumisele laagriliuale. Kaabitsemine toimub värvijälgede järgi, muutes iga läbimi järel kaabitsemise suunda.

Kaabitsetud laagriliuad peavad välispinnaga tihedalt liibuma oma korpuse vastu. Seepärast kinnitatakse need korpuses klambritega (joon. 112, *a*). Kui ühel või teisel põhjusel pole seda võimalik teha, tuleb kinni pidada järgmisest eeskirjast: poolituskohtade lähedal olevaid värvijälgedega kohti kaabitseda ainult siis, kui värvijäljed täiesti kindlalt näitavad, et võll ei toetunud laagri keskele. Sellest eeskirjast mittekinnipidamine, s. t. erandita kõigi värvijälgedega pindade kaabitsemine, toob vältimatult kaasa järgmise asjaolu: pärast ülemise laagriliua paigaldamist ja kinnitamist poolituspinna lähedased kohad surutakse tihedamalt vastu korpust ja tekib võllikaela ja laagriliudade vahel suurendatud lõtk, mida tuleb vähendada täiendava kaabitsemisega.

Lõpetanud alumise laagriliua kaabitsemise, kaabitsetakse koorivalt ülemine laagriliud, pidades kinni samast tööjärjekorrast




Joon. 112. Lahtivõetavate laagrite remont:
*a* — laagriliua kinnitamine kaabitsemiseks (*1* — klamber, *2* — alus, *3* — laagriliud), *b* — õlituslõtku kontrollimine laagrites

mis alumise laagriliua kaabitsemise juures. Seejärel teostatakse mõlema laagriliua lõppkaabitsemine. Enne kaabitsemist asetatakse värviga kaetud võllikaeltega võll alumistele laagriliudadele, pannakse peale ülemised laagriliuad ja tõmmatakse need korpuses poltide abil kokku. Kinni on tarvis tõmmata niisuguse jõuga, et võll pöörleks tihedalt laagris. Pööranud võlli laagris mitu korda, võetakse kaas pealt ja värvijälgede järgi kaabitsetakse lõplikult mõlemad laagriliuad.

Mõnedes vana väljalaske pinkide ja masinate laagrites ei ole vaheplaate. Sel juhul pingu saamiseks laagrites võetakse laagrite poolituspindadelt maha metallikiht.

Pärast remondi lõpetamist laagrimutrid keeratakse kinni ristijärjekorras, suurendades järk-järgult kinnitusjõudu.

Real juhtudel kontrollitakse pärast laagriliudade kaabitsemist laagri määrdepilu (joon. 112, *b*). Selleks asetatakse laagriliudade poolituspindade ja võlli kaela ning laagriliudade vahele õhukesed seatinast plaadid või traadid *1* ja *2*. Laagri alumine ja ülemine pool kinnitatakse lõpuni, kusjuures plaadid litsutakse lamedaks. Vaheplaadid võetake välja ja nende paksus mõõdetakse kruvimõõdikuga. Ülemise ja alumise lamedaks litsutud plaatide paksuste erinevus vastab laagri ja võlli vahelisele lõtkule. Kui see erinevus pole küllaldane, on tarvis täiendavalt kaabitseda laagriliudade sisepindu, aga kui erinevus on liiga suur, siis vähendatakse vaheplaadi paksust või asendatakse see teisega.

Nendel juhtudel, kui laagriliudade kulumine on nii suur, et ei ole võimalik saada vajalikku pingu, valmistatakse uued laagriliuad. Selleks treitakse esmalt puks töötlemisvaruga välis- ja sise-

läbimõõdule ning pikkusele. Pikkuse töötlemisvaru kasutatakse puksi paigalduseks treipingi padrunisse. Seejärel puks lõigatakse piki telge kaheks, kaabitsetakse läbilõikekohad ja pooled ühendatakse jootmisega. Saadud detail asetatakse treipinki ja treitakse kõik selle pinnad üle, jättes sobitamiseks 0,02 ... 0,05 mm töötlemisvaru. Järgnevalt sulatatakse tina jootekohtadelt ja saadakse kaks laagriliuda. Teinud neisse õlisooned, sobitatakse laagriliuad kaabitsemisega.

Koonilise väliskuju ja poltidega varustatud laagrite (vt. joon. 21, *a*, paremal) kulunud silindrilised sisetööpinnad remonditakse kaabitsemisega. Kaabitsemise käigus asetatakse võll mitu korda laagrisse istu tiheduse kontrollimiseks. Seejuures antakse natuke järele poltide *2* mutrid *3* ja vabastatakse mutter *5*. Pärast pingutatakse natuke laagriliua *4* mutrit *1*. Laager nihkub seejuures korpuse suhtes mutri *1* suunas ja surutakse koomale. Edasi kinnitatakse koonuspeadega poltide *6* mutrid *3*. Poldipead asuvad laagrisoones, millel on sama kuju nagu poldipeal. Lõpuks keeratakse kinni mutter *5*.

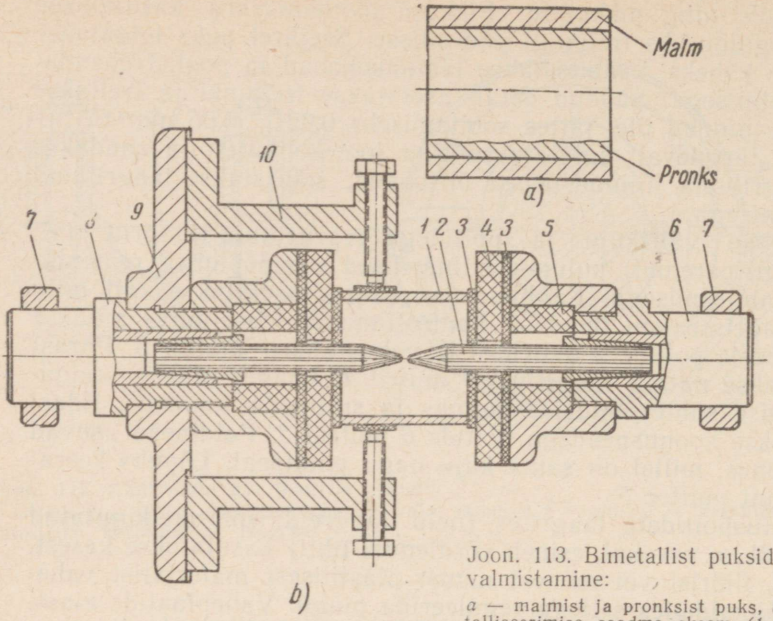
Kinnituspoltideta laagrites (neid laagreid, mis on kujutatud joonisel 21, *a*, vasakul, esineb võrdlemisi tihti) kasutatakse kasest, tammest, fiibrist või mõnest muust plastilisest materjalist vahetükke, võimaldades sellega reguleerida pingu. Vaheplaatide elastsusest tingituna saadakse laagri ja korpuse vahel tihe ist.

Selleks, et kaabitsemisega remondi korral oleks hea kanda värvi seestpoolt laagrisse, lubatakse silindrilisel võllikaelal väike koonilisus (antud juhul spindli koonilisus) 0,01 mm piires kogu pikkuse ulatuses. Niisugune spindel viiakse laagrisse spindlikaela väiksema läbimõõdu poolt. Selle tõttu ei moondu värvijäljed laagri sisepinnal, mis on väga tähtis laagri (kaabitsemisega) sobitamise seisukohalt.

Lõppkaabitsemist on mugav teha valgustäppide järgi, mida võib näha laagripindadel pärast värvimata spindlikaeltega spindli pööramist laagris.

Kaabitsemist tuleb jätkata ka sel juhul, kui värv ühtlaselt asetub laagri kogu ümbermõõdu ulatusel ja katab 70 ... 75% selle pinnast; ainult laagrit ei tohi täiendavalt pingutada. Sobitamine on kõrgekvaliteediline, kui värv laagri sisepinna ülemisel osal ei jäta jälgi umbes $^1/_5$ laagri sisepinnast. Sellisel juhul spindli pöörlemiskiirus ei tohi ületada 13,3 p/s (800 p/min) kuni 80 mm ja väiksema läbimõõduga spindlikaela puhul. Kui värv ei jäta jälgi $^1/_3$ laagri sisepinnast sama läbimõõduga spindlikaela puhul, siis spindel võib pöörelda suurema pöörlemiskiirusega.

Laagri pingutamisel tuleb moment, millal laagriliud (vt. joon. 21, *a*) oma otspinnaga toetub vastu mutrit *1* ja mutter *5* ei ulatu keermeni. Põhjuseks on see, et laagri keermetatud osa, millele keeratakse mutter *5*, läheb tunduvalt vasakule. Niisugune laager asendatakse uuega või kantakse laagri välispinnale metalli-




Joon. 113. Bimetallist puksid ja nende valmistamine:

*a* — malmist ja pronksist puks, *b* — bimetalliseerimise seadme skeem (*1* — malmist puks, *2* — süsielektrood, *3* — asbest, *4* — asbesttsemendist äärik, *5* — keraamiline puks, *6* — tagapuki pinool, *7* — kontaktrõngas, *8* — esipuki spindel, *9* — äärik, *10* — padrun)

kiht. Taastatud laager treitakse ja sobitatakse kohale, freesimisega laiendatakse vahetükkide või poltide sooned. Paigaldanud laagri korpusesse, asutakse selle sisepindade kaabitsemise juurde.

Laagrid, mille laagriliudadel on kooniline sise- ja silindriline välispind, remonditakse enamasti laagriliudade kaabitsemisega värvi või valgustäppide järgi. Viimaste siirete puhul peavad värvijäljed teravamalt eralduma väiksema läbimõõdu kohal. Seega tuleb kaabitseda nii, et saada liites natuke suurem lõtk suurema läbimõõdu kohal ja sellega vähendada spindli sissesööbimise tõenäosust laagris. Spindlikaela ja laagri vahelise lõtku reguleerimine (joon. 21, *b*) toimub laagri teljesuunalise nihutamisega mutrite *1* ja *2* abil.

Masinaehituses ja remondipraktikas kasutatakse laialdaselt laagrites bimetallist laagripukse ja laagriliudu. Nendel on välimine osa malmist või terasest, aga sisemine kiht — pronksist (joon. 113, *a*). See tsentrifuugimise teel pealekantud kiht on 1,5 . . . 3 mm paks. Bimetallist pukside ja laagriliudade väärtus on selles, et neil on pronkslaagrite antifriktsioonsed omadused, samal ajal aga vajavad valmistamiseks mitu korda vähem värvilist metalli kui pronkslaagrid ja seetõttu on odavamad.

Et valmistada bimetallist puksi, treitakse malmist või terasest toorik töötlemisvaruga pikkusele ja välisläbimõõdule. Tooriku avad treitakse 3 ... 6 mm suuremad nimimõõtmetest sellise arvestusega, et peale puhastöötlemist saaksime 1,5 ... 3 mm paksusega pronksikihi (olenevalt puksi läbimõõdust).

Joonisel 113, *b* on näidatud pukside bimetalliseerimise seadme skeem. Seadme juurde kuulub spetsiaalne padrun *10*, mis on paigaldatav treipingi spindlile, kontaktrõngad *7*, süsielektroodid *2* ja terve rida teisi detaile. Pronksilaastudega täidetud töödeldav puks kinnitatakse spindli *8* ja tagapuki pinooli *6* vahele. Pärast seda pannakse puks pöörlema — 11,7 ... 16,7 p/s (700 ... 1000 p/min). Samaaegselt lülitatakse elektroodid vooluahelasse, tekitades elektrikaarleegi. Elektrikaarleegi soojuse tõttu pronksilaastud sulavad ja puksi pöörlemise tõttu sulametall katab ühtlaselt puksi sisepinna. Pronksikihti töödeldakse seejärel tööpingis.

Laagrite taastamine metalliseerimise teel. Umb- ja lahtivõetavaid kuni 60 mm läbimõõduga laagreid võib taastada samal viisil kui laagrite välispindu. Umblaagrite metalliseerimise protsess on järgmine.

Puks lõigatakse telje suunas kaheks võrdseks osaks; kumbagi lõikepinda viilitakse 0,5 ... 0,6 mm; selle järel joodetakse mõlemad pooled kokku.

Pärast seda treitakse puks treipingis välisläbimõõtu ja lõigatakse «rebitud» keere.

Edasi toimub pinna rasvast vabastamine ja metallikihi pihustamine niisuguse arvestusega, et saadud läbimõõt ületaks korpuse ava läbimõõdu 0,6 ... 0,8 mm võrra. Metalliseeritakse väikese süsinikusisaldusega terastraadi abil.

Pärast seda treitakse ava ja välispind (välispind treitakse torni abil).

Üle 60 mm ava läbimõõduga laagripuksidel metalliseeritakse puksi sisepinnad pronksi või babiidi kihiga.

Lahtivõetavate laagrite taastamine metalliseerimisega ei erine printsipiaalselt umblaagripukside metalliseerimise tehnoloogiast.

## 54. VEERELAAGRITE RIKETE KÕRVALDAMINE

Veerelaagritega sõlmede remondil vaadatakse laagrid põhjalikult üle, et kontrollida, kas esineb jooksuteede ja veerekehade väsimuskulumise tundemärke. Kui niisugune kulumine ilmnes, siis tuleb laager tingimata vahetada. Samuti vahetatakse murenenud äärte, deformeeritud separaatorite ning töö- ja istupindadel olevate roosteplekkidega laagrid.

Ettevõtte tsehhides veerelaagreid ei remondita. Tsehhides taastatakse ainult laagrite istupinnad, s. t. võllide ja korpuste pinnad. Seda tehakse metalli pealesulatamisega, kroomimisega, metallisee-

rimisega ja teiste viisidega, aga ka epoksüüdliimi või stürokrüülikihi pealekandmisega.

Praktiseeritakse ka kompensatsioonpukside asetamist. Olenevalt kulumise iseloomust ja suurusest, detailide mõõtmetest ja remonditsehhi võimalustest pressitakse puks laagri korpusesse või võllikaelale.

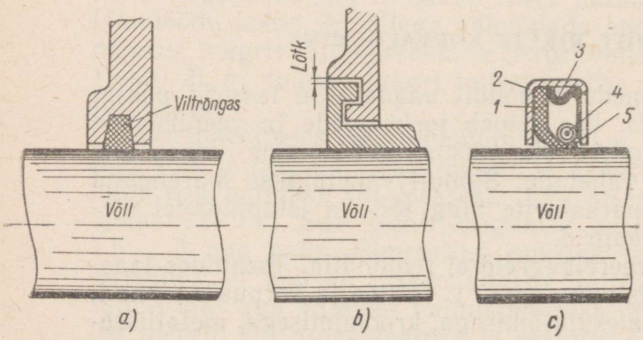
Kui esineb laagrite liigne kuumenemine (60° C ja rohkem), siis tuleb kontrollida õli juurdevoolu laagrisse, samuti õlitus- ja tihenduskonstruktsioonide korrasolekut.

Määrdunud vilttihendid (vildist tihendeid kasutatakse laagri kaitseks väliskeskkonna mõju eest, mitte õli väljajooksu vältimiseks) tuleb puhtas petrooleumis hästi läbi pesta, kulunud tihendid aga vahetada. Nendes tihendites peavad viltrõngad (joon. 114, *a*) liibuma tihedalt vastu võllikaela. Tihedust kontrollitakse pilukaliibriga. 0,1 mm paksune lehtkaliiber ei tohi läbida võllikaela ja viltrõnga pilu. Kui viltrõngas on asetatud liiga tihedalt, siis esineb suurendatud hõõrdumine, millega kaasneb võllikaela ja laagri kuumenemine.

Labürinttihendites (joon. 114, *b*), mis täidavad sama ülesannet nagu vilttihendidki, ei tohi ringsoonte pindadel (seintel) olla lohke ja mõlke. Nendes tihendites on normaalne lõtk radiaalsuunas 0,3 ... 0,6 mm ja telgsuunas 1,3 ... 3 mm.

Mansett-tihendid (nahast, kummist ja teistest materjalidest) peavad olema pidevalt surutud vastu pöörlevat võlli ja õigesti kinnitatud. Õige surve korral võib 0,1 mm paksune lehtkaliiber ainult jõu mõjul manseti ja võlli vahele tungida. Lehtkaliibri võlli ja manseti vahelise pilu vaba läbimine annab märku kulumise olemasolust.

Mansett-tihendid on näidatud joonisel 114, *c*. Kummist või nahast valmistatud mansett *1* asetatakse metallist kesta *2* ja kinnitatakse vedruseibiga *3*. Manseti siseava surutakse koomale vedruga *4*, mis tagab manseti tihenduspinna *5* pideva ja ühtlase surve




Joon. 114. Veerelaagrite tihenduskonstruktsioonid

vastu pöörlevat võlli. Kulumiskindluse tõstmiseks töödeldakse manseti materjal spetsiaalse keemilise seguga.

Mansett-tihendid on ette nähtud nii kaitseks võõrkehade sattumise vastu laagritesse kui ka selleks, et takistada õli väljavoolamist. Esimest liiki tihendid asetatakse nii, et manseti tihendusserv asetseks laagri suunast vastassuunas, teist liiki tihendites peab olema manseti tihendusserv suunatud laagri poole.

Reas mehhanismides, näiteks täpsetes spindlisõlmedes, on lõtkude kõrvaldamiseks ette nähtud laagri tugipindade reguleerimine. Isegi minimaalsed lõtkud nendes mehhanismides mõjuvad negatiivselt seadme tööle.

Allpool vaadeldakse spindlisõlmedest lõtkude kõrvaldamise näiteid.

*Treipink 1K62.* Kui veerelaagritele asetatud spindlil (vt. joon. 24) esinevad radiaal- ja telglõtkud, siis tuleb vastavalt reguleerida laagreid *5* ja *2*. Radiaallõtku reguleerimiseks vabastatakse fiksaatorkruvi *4*, keeratakse natuke mutrit *6*, mis vaherõnga kaudu toetub vastu laagri *5* sisevõru otspinda ja nihutab seda spindli koonilisel pinnal paremale (joon. 24). Seejuures sisevõru natuke suureneb, mille tõttu väheneb radiaallõtk.

Mutrit *6* ei või väga pingutada, sest sisevõru võib suureneda niipalju, et toimub rullide kinnikiilumine. Seega tuleb reguleerida väga ettevaatlikult, kontrollides spindli pöörlemise kergust.

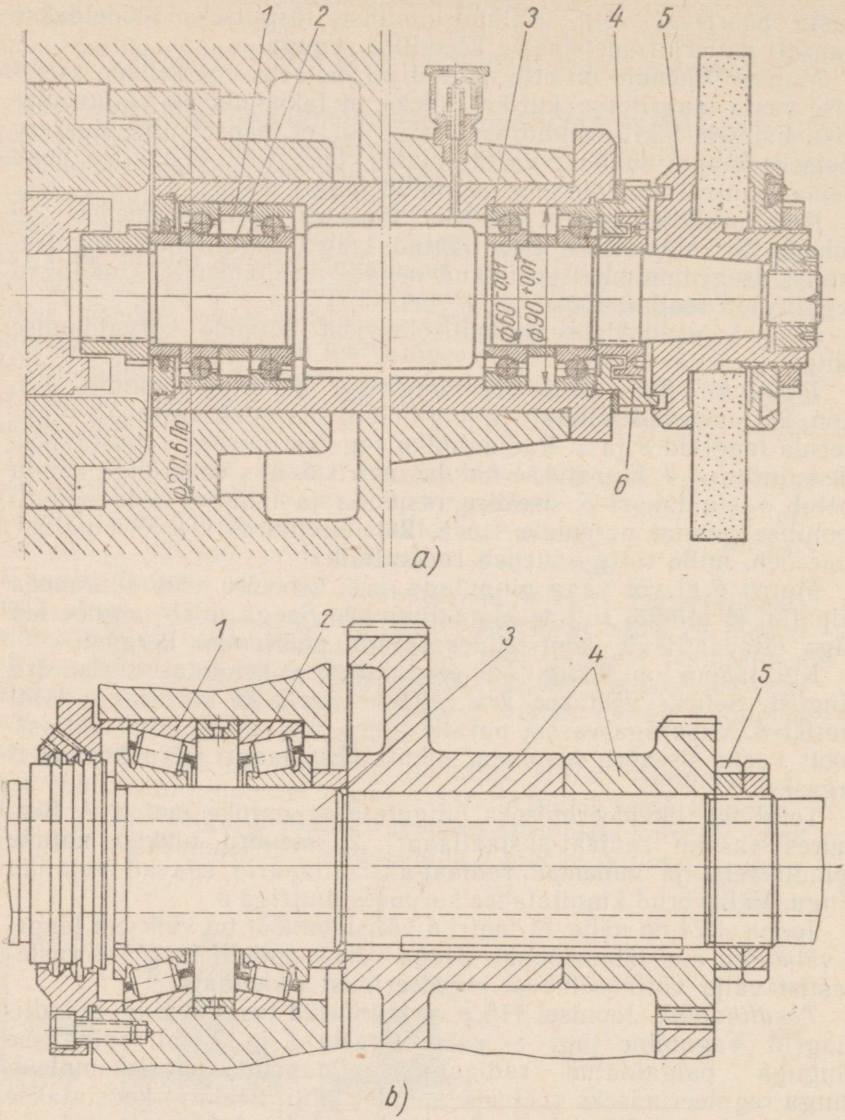
Kui laager on ikkagi üle pingutatud, vähendatakse sisevõru pingust. Selleks võetakse ära esimene äärik ja keeratakse lahti mutter *6*. Vasaraga vasest puksile lüües, mis on asetatud väljastpoolt vastu sisevõru otspinda, nihutatakse laagri võru koonuselt tagasi.

Telglõtku likvideerimiseks pingutatakse natuke mutrit *7*. Seejuures vasaku radiaal-aksiaallaagri *2* sisevõru nihkub natuke spindlikaelal ja mõlemad radiaal-aksiaallaagrid saavad vajaliku pingu. Välisvõrud kinnitatakse korpuses mutriga *3*.

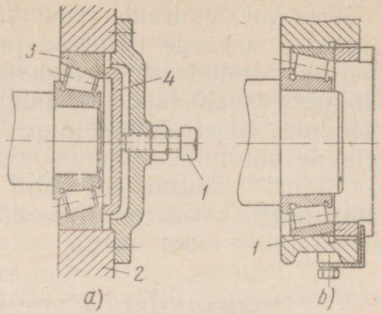
Joonisel 24 on näha, et mutri *6* välisläbimõõt on väiksem laagri *5* välisvõru ava läbimõõdust. Seega võime spindli laagri kiirustekastist välja võtta eelnevat reguleerimist rikkumata.

*Tasalihvpink.* Joonisel 115, *a* on kujutatud tasalihvpingi spindlilaagrid. Tagumine tugi — vaherõngaste *1* ja *2* abil spindlisse pinguga paigaldatud radiaal-aksiaallaagrite paariskomplekt. Pingu reguleerimiseks võetakse spindel lahti. Seejärel koostatakse tagumine laagrisõlm tornil või spindlikaelal vaherõngata *1*.

Järgnevalt tehakse mõõtmised samaaegselt kahe ühesuguse mõõtplaatide ploki järgi, mis asetsevad laagrite välisvõrude sisemiste otspindade vahel. Mõõtmise täpsus on 0,005 mm. Mõõtmisplaatidest plokkide ja vaherõnga *1* mõõtmete erinevus moodustab vaherõngaste *1* ja *2* kõrguste erinevuse, mis saadakse otspindade lihvimise teel. Rõngaste otspindade lubatud mitteparalleelsus on 0,005 mm. Spindli esilaagrisõlme laagrites *3* reguleeritakse ping




Joon. 115. Konstruktsioonid veerelaagritega:
*a* — tasalihvpingi moderniseeritud spindlitoed, *b* — freespingi spindli esitugi




Joon. 116. Pingu reguleerimine koonilistes rull-laagrites

tugirõnga *4* lihvimisega. Selle rõnga väljavõtmiseks võetakse ära seib *5* ja keeratakse lahti mutter *6*. Seejärel keeratakse mutter tagasi, pöörates käega samal ajal spindlit. Saavutanud spindli märgatava pidurduse, lõpetatakse mutri keeramine ja mõõdetakse lehtkaliibriga mutri otspinna ja korpuse vahelist lõtku kolmes-neljas kohas. Tegelikuks lõtku suuruseks võetakse kolme-nelja mõõtetulemuse aritmeetiline keskmine. Rõngas *4* lihvitakse vastavalt lõtku suurusele, asetatakse kohale ja keeratakse kinni mutter *6*.

*Freespink.* Joonisel 115, *b* on kujutatud freespingi spindlisõlm. Spindlilaagrite *1* ja *2* pingu reguleeritakse mutritega *5*, mis suruvad hammasrattad *4* tugirõnga vastu. Tugirõnga surve tõttu nihkub rull-laagri *2* sisevõru laagri *1* suunas. Samal ajal laager *2* avaldab välisvõru kaudu survet laagri *1* välisvõrule telgsuunas. Selle tulemusena väheneb veererullide ja laagrivõrude vaheline lõtk, mis kindlustab spindli täpsema pöörlemise.

Viimaseks näiteks on pingu reguleerimine koonilistes rull-laagrites, mida kasutatakse metallilõikepinkide kiiruste- ja ettenihetekastides (joon. 116, *a*). Polt *1* surub rõnga *4* vastu laagri välisvõru *3*, mistõttu viimast on võimalik korpuses *2* nihutada. Nii kõrvaldatakse rullide ja laagrivõrude vaheline lõtk. Esineb konstruktsioone (joon. 116, *b*), kus on ette nähtud spetsiaalne mutter *1* lõtku reguleerimiseks.

## 55. SIDURITE REMONT

### SÕRM-PUKSSIDURITE REMONT

Sõrm-pukssiduritel (vt. joon. 25, *b*) kuluvad siduripoole *2* avad, milles on rõngad *4*. Samuti kuluvad rõngad, kaldudes sõrmedel *3* küljele. Mõnikord tulevad lahti ka mutrid *5*. Siis nihkuvad küljele ka sõrmed, mis põhjustab istukohtade ja sõrmede kulumist siduripooles.

Sõrm-pukssidureid remonditakse järgmiselt: treitakse siduripooles *1* sõrmede istuavad ja siduripooles *2* avad rõngaste alla; seejärel valmistatakse uued sõrmed ja rõngad. Uute rõngaste välisläbimõõt peab täpselt vastama siduripoole *2* treitud ava läbimõõdule. Sisetreimise juures on vajalik kindlustada sõrme ava telgede ühtumine mõlemas siduripooles.

Siduri rikutud ist võllil taastatakse pukside pressimisega siduripoolte avadesse. Kui on kulunud ka kõik teised siduri pinnad, asendatakse sidur uuega.

### VAHERISTIKUGA SIDURITE REMONT

Vaheristikuga siduritel (joon. 25, *c*) kuluvad siduripoolte sooned, samuti vaheristiku *3* pinnad, mis töötavad hõõrdumisele. Sooned taastatakse freesimisega, seejuures nende mõõtmed suurenevad. Vaheristik aga asendatakse uuega, kusjuures nuudid uue vaheristiku otspindadel peavad vastama siduripoolte soonte mõõtmetele.

Siduri detailid valmistatakse vähese süsinikusisaldusega terasest. Detailid tsementeeritakse ja karastatakse (*HRC* 45...55). Vähekoormatud sidurites tehakse vaheristik tekstoliidist või kihilistest plastikutest.

### NUKKSIDURITE REMONT

Elastsete sidurite nukid (vt. joon. 25, *d*) kuluvad harva. Nukid võivad kuluda ainult töölise lohakuse tõttu. Elastne vahedetail *3* võib ka puruneda. Vahedetaili kulumine muudab nukkide vahelise kontakti iseloomu ja siis hakkavad nukid väga kiirelt kuluma, kaotades oma kuju.

Remondil vahetatakse elastne vahedetail uuega. Tühiselt kulunud nukid viilitakse, aga esialgsetest mõõtmetest üle 10% kulunud nukkidele keevitatakse peale metallikiht ja töödeldakse nimimõõtmeteni. Pärast seda sobitatakse elastne vahedetail.

Detailide kulumine lülitatavates nukksidurites (joon. 25, *d*) muudab liikuva siduripoole ava, aga ka liistusoonte ja nukkide kuju. Lülitatavaid sidureid tavaliselt ei remondita. Erandjuhuseks on see, kui on kulunud ainult nukid, mis on saanud niisuguse kuju, et koormamisel automaatselt libisevad haardest välja. Nukid taastatakse samuti kui elastsetel siduritelgi.

### KOONUSHÕÕRDSIDURITE REMONT

Nendel siduritel (joon. 26, *a*) kuluvad ketaste *2* ja *3* koonuspinnad, kusjuures kulumine võib olla nii suur, et ketaste otspinnad *4* ja *5* hakkavad kokku puutuma. Selle tulemusena siduripooled ei haaku enam küllaldaselt.

Lihtsamal juhul kooniliste friktsioonketaste remondil ketastel *2* ja *3* puhastatakse koonuspinnad liivapaberiga ning treitakse otspinnad *4* ja *5*, et võimaldada ketta *2* suuremat teljesuunalist nihutust.

Keerukamatel juhtudel treitakse ketta *2* kooniline osa maha ja pressitakse asemele vahepuks. Et puks ei hakkaks pöörlema, kinnitatakse ta tihvtiga. Vahel aga treitakse ketta *3* pind üle ja pressitakse sisse vahepuks, nagu näidatud punktiiriga joonisel 26, *a*.

Novaatorid ei pressi koonussidurite remondil vahepukse sisse, vaid liimivad need epoksüüdliimiga. Selleks nad paigaldavad vahepuksi kettasse käiguistuga, moodustades sellega liites ühtlase õhukese liimikihi.

Epoksüüdliimiga võib remontida ka kettaid, millel koonusava või koonusvõlli ületreimine ei ole konstruktiivselt võimalik. Nendel juhtudel treitakse kettad, nagu on näidatud punktiiriga joonisel 26, *a*. Võtnud 2...3 mm metallikihi maha, liimitakse kettale või kettasse epoksüüdliimiga malmist, terasest või tekstoliidist vahepuks töötlemisvaruga järgnevale töötlemisele. Kui liim on kõvaks tõmbunud, treitakse vahepuksiga ketas üle, andes talle koonuspindade tiheda kontakti saamiseks vajaliku kuju ja mõõtmed.

Väikestel koonussiduritel on otstarbekas mõlemad või üks ketas uuesti valmistada. Siduri koonilised pinnad sobitatakse hoolikalt, et saada täielik kontaktpindade liibumine. Mõningatel juhtudel kettad plangitakse smirgelpulbriga. Seejärel pestakse plangitud detailid hoolikalt petrooleumiga.

## SILINDRILISTE HÕÕRDSIDURITE REMONT

Nendes sidurites (joon. 26, *b*) kuluvad klotsid, trumli sisepind, teljed *4*, *5*, *6* ja *8*, aga samuti nende telgede avad. Sidurid parandatakse järgmiselt: treitakse üle trumli sisepind (seejuures püütakse maha võtta võimalikult väikest metallikihti), asendatakse kulunud klotsid uutega, kulunud avad klotsides hõõritsetakse ja pannakse uued teljed, mis on valmistatud hõõritsetud avade mõõtmete järgi.

## KETASSIDURITE REMONT

Ekspluatatsioonis tuleb ketassidureid (joon. 30, *c*) perioodiliselt reguleerida, et kettad liibuksid tihedalt üksteise vastu sisselülitamisel ja pöörleksid vabalt väljalülitamisel. Kuid ketaste vahel ei tohi olla ka suurt survet, mis ketastevahelise väikese lõtku tõttu ei võimalda muhvil *7* nukke lahti nihutada. Selle tagajärjel võib esineda ketaste libisemine ja ülekuumenemine ning kulumine.

Ketaste kuumenemise ja kulumise põhjuseks võib olla ka mittekülllaldane ketastevaheline surve.

Kettad võivad kuluda isegi nii palju, et seda ei saa enam kompenseerida reguleerimise teel. Nendel juhtudel võetakse sidur lahti ja kontrollitakse ketaste korrasolekut. Võimaluse korral kettad lihvitakse. Seejärel lisatakse komplekti kaks täiendavat ketast. Kui hõõrdkettad on tugevalt kulunud, siis asendatakse need uutega. Sama tehakse ka kulunud või purunenud nukkidega, kuid mõnikord taastatakse need ka metalli pealesulatamisega.

Hõõrdketaste lihvimisel peab arvestama, et nendel on 0,8 mm või väiksem tsementeeritud pinnakiht. Seega tuleb kettaid lihvida mõlemalt poolt, mis parendab ketaste hõõrdepindade tasapinnalisust.

## ELEKTROMAGNETILISTE SIDURITE REMONT

Elektromagnetiliste sidurite remondil (joon. 31) tuleb üle lihvida või asendada kettad *2* ja *3*, kindlustades ketaste komplekti mõõtme vastavuse ankru *1* ja korpuse *11* otspindade vahelisele kaugusele. Suurema vahekauguse puhul väheneb magnetiline tõmbejõud, mille tagajärjel võivad kettad libiseda ja tunduvalt kuluda.

Kui ankru *1* otspind on kulunud, siis lihvitakse seda tasalihvpingil rõngakujuliste kulumisjälgede kadumiseni.

Rikutud mähis *4* asendatakse uuega (seda teeb harilikult elektrimontöör). Kontaktrõngas *6* lihvitakse ümarlihvpingis seni, kuni kulumisjäljed rõnga välispinnal on täielikult kadunud, valmistatakse uus puks *10* ja sobitatakse lihvitud võllikaelale *8* käiguistuga.

Remonditud sidur asetatakse võllile, kusjuures korpuse teljesuunalist nihkumist takistab rõngas *9*. Käega tajutavat korpuse teljesuunalist nihkumist ei lubata.

Siduri korpus peab vabalt pöörlema võllikaelal.

## KAITSESIDURITE REMONT

Kaitsesidur (joon. 40) kulub vähe. Ainult vahel tuleb asendada liist *7* ja vedru *4*. Kui võlli *5* keere on kulunud või rikutud, siis lõigatakse treipingis uus keere ja valmistatakse uus mutter.

Pärast sobitamist peavad siduri detailid võllil kergelt nihkuma. Vedru *4* tugeva pinge korral ei tööta sidur isegi suurtel ülekoormustel, millega võib kaasneda avarii. Seetõttu reguleeritakse hoolikalt vedru pingust mutriga *6*, et saada vajalikku pöördemomenti.

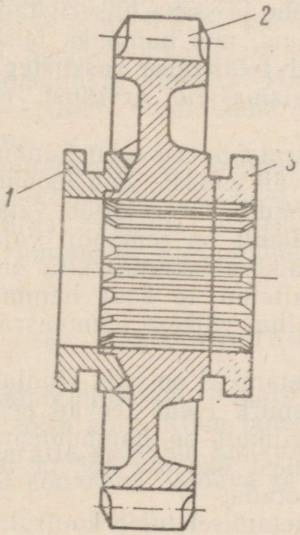
Remonti saabuvatel hammasratastel võivad esineda järgmised defektid:

1) hammaste tööpinnad on kulunud;
2) osa hammastest on purunenud;
3) hammasvööl, kodaratel või rummul on mõrad;
4) rummu ava ja liistusoonte pinnad on muljutud;
5) liistud ja hammaste külgpinnad on muljutud;
6) hammaste pindadel on kontaktpingetest tekkinud rõugesarnased kahjustused.

Hammasrattad, millel hamba paksuse kulumine on lubatud piirides (vt. tabel 11), võib jätta mehhanismi, kuna nad ei halvenda selle tööd.

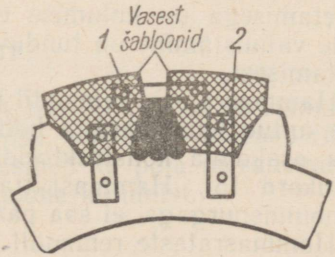
Joonisel 117 näidatud silindrilisel hammasrattal on hambad *2* kulunud parema otspinna juures hammasratta lülituse tagajärjel. Remont seisneb selles, et hammasrattal lõigatakse ära osa *3* (lõikejoon on joonisel näidatud paremal, tugeva joonega), aga teise otsa keevitatakse osale *3* vastav rõngas *1*. Edasi asetatakse hammasratas võllile nii, et sisselülitamisest võtavad osa hammaste vasakpoolsed (kulumata) pinnad.

Murenenud (täielikult või osaliselt) või murdunud hambaga hammasrattaid ei või jätta mehhanismi. See võib esile kutsuda paaris töötavate hammasrataste hammaste purunemise ja kogu sõlme avarii. Vähem vastutusrikastes ülekannetes tühiste kahjus-




Joon. 117. Hammasratta remont selle ümberpööramisega

Joon. 118. Hamba pealesulatamine vasest šabloonide järgi



tustega hammasratta hambad taastatakse, kui see on majanduslikult põhjendatud.

Hammasratta murdunud hambaid on võimalik taastada metalli pealekeevitamisega. Sel viisil taastatakse löökkoormuseta ülekannetes töötavad hammasrattad, kui nende ringkiirus ei ületa 3 m/s.

Pealekeevitatud hammaste töötlemine on küllaltki keerukas. Et seda kergendada, keevitatakse keskmiste ja suurte mooduliteg hambad peale vaskšabloonide abil (joon. 118). Hammasratta hambavahede kujulised šabloonid moodustavad hamba vormi.

Keevituseks kinnitatakse vasest šabloonid omavahel plaatidega *1*. Hammasvöö külge kinnitatakse šabloonid plaatidega *2* nii, et need ei segaks pealekeevitamist. Plaadid *2* võib asendada kinnitusklambritega või mingisuguse teise seadeldisega. Kuna pealesulatatud metall ei keevitu vase suure soojusjuhtivuse tõttu šabloonide külge, on viimaseid pärast keevitust kerge ära võtta.

Hambad keevitatakse peale põhiliselt paksukatteliste elektroodidega Э-3У, Э-42, ОММ-5 jt. Pärast pealekeevitamist hammasratast jahutatakse aeglaselt. Selleks asetatakse terve hammasratas või keevitatud hamba koht tulise liiva sisse.

Hammaste taastamine pealekeevitamisega on otstarbekohane ainult sel juhul, kui pole võimalik kasutada teisi remondiviise.

Remontimiseks kõlbmatud kulunud hammasrattad tuleb asendada uue hammasrataspaariga isegi juhul, kui vahetatavas hammasrataspaaris üks hammasratas on tühiselt kulunud. See on tingitud järgmistest asjaoludest:

a) mõlema koostöötava hammasratta vahetamine garanteerib paremad hambumistingimused, sest üks hammasrataspaar valmistatakse ühel ja samal tööpingil ühe ja sama lõikeriistaga;

b) uue hammasratta valmistamine, mis hambuks teise vähekulunud hammasrattaga, on seotud töötlemise raskustega: nõutakse spetsiaalseid mõõtmeid, spetsiaalseid arvutusi, on vaja valida spetsiaalne lõikeriist jne.

Ainult neil juhtudel, kui hammasrataspaaris suur hammasratas on mõõtmetelt mitu korda suurem väiksemast, võib loobuda ülaltoodud ettekirjutusest. Niisuguses hambumises kulub väike hammasratas tunduvalt kiiremini. Järelikult on remondil vaja vahetada ainult väike hammasratas. Väikese hammasratta õigeaegse vahetamisega on kulumise eest kaitstud ka suur hammasratas, mille valmistamine on tunduvalt kallim väikese hammasratta valmistamisest.

Hammasrataste remondil ja vahetamisel on vaja kindlaks määrata antud hammasratta hambumisnurk (seda teevad peamehaanika osakonna konstruktorid). Harilikult on hambumisnurk 20°, mõnikord 15°. Hammasrattad, millest üks on 15° ja teine 20° hambumisnurgaga, ei saa paaris töötada.

Hammasrataste remondil ja vahetamisel tuleb kontrollida, kas

istupindadel esineb kriimustusi, muljutud kohti ja teisi vigastusi, mis takistavad hammasratta normaalset paigaldamist võllile või teistele detailidele. Kui esinevad niisugused kahjustused, siis tuleb need kõrvaldada istuava ületreimise ja vahepuksi asetamisega (tühise kulumise puhul puhastatakse ava smirgelpaberiga).

Pärast hammasratta taastamist kontrollitakse hamba paksust ja hambumise kvaliteeti paarishammasrattaga.

### 57. TIGUÜLEKANDE DETAILIDE REMONT

Kõige levinumaks kulumise liigiks tiguülekannetes on teoniitide ja tiguratta hammaste sööbimine. Kui ülekanne võtab vastu löökkoormusi, siis täheldatakse tiguratta hammaste väsimusmurenemist.

Sõltuvalt kulumise iseloomust esineb palju tiguülekannete remondiviise.

Tiguülekanne töötab kindlaksmääratud liikumissuunas ja seepärast tiguratta hammastel esineb ühepoolne kulumine. Sel juhul, kui tiguratta hammaste ja teoniitide vaheline suurenenud lõtk ei halvenda agregaadi tööd (näiteks ei vähene täpsus), pööratakse tiguratas ümber sellise arvestusega, et teoniidiga oleks kontaktis kulumata hamba külgpind. Mõningatel juhtudel, nagu silindriliste hammasrataste remondil, lõigatakse osa rummust maha ja keevitatakse teisele poole rõngas. Mõnikord asetatakse koos tigurattaga ümber (teise otsaga) ka tigu, kui seda võimaldab ülekande konstruktsioon.

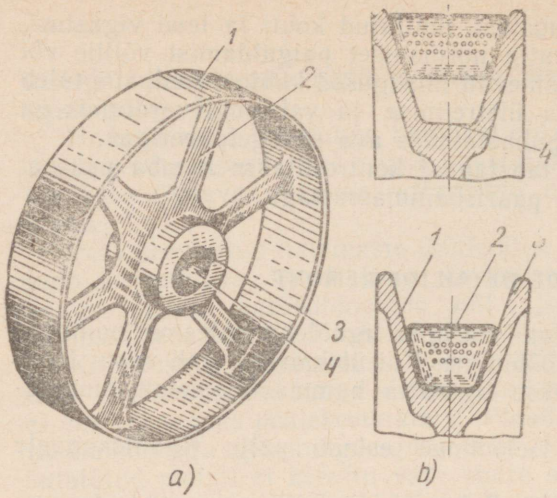
Pressitud hammasvööga tiguratastel vahetatakse ainult hammasvöö. Selleks võetakse algul pressi all maha kulunud hammasvöö. Kui puudub press, siis hammasvöö treitakse maha. Tiguratta istukohtadelt kõrvaldatakse kriimustused ja teised vigastused. Seejärel pressitakse tigurattale uus vöö, treitakse see mõõtu ja töödeldakse hambad. Hammasvööga tiguratta hammaste freesimisel tuleb kindlustada algringjoone ja tiguratta ava samatelgsus.

Suurendatud täpsusnõuetega tiguülekannet ei remondita, vaid valmistatakse uus tigupaar.

Pärast remonti kontrollitakse koostatud tiguülekannet tiguratta hammaste külgpindadel tekkivate värvijälgede järgi.

### 58. RIHMARATASTE REMONT

Lamerihmajami rihmaratastel (joon. 119, *a*) kulub rihma libisemise tõttu pöid. Rihm poleerib pöida, mistõttu halveneb rihma ja rihmaratta vaheline haakumine. Esineb ka pöia mõranemist, pragusid kodaratel, istuava ja liistusoone kulumist.




Joon. 119. Rihmarattad:
*a* — lamerihmadele (*1* — põid, *2* — kodar, *3* — liistusoon, *4* — ava), *b* — kiilrihmadele (*1* — soone külgpinnad, *2* — rihm, *3* — serv, *4* — soone põhi)

Kiilrihmajami rihmaratastel (joon. 119, *b*) kuluvad kõige enne soonte pinnad. Soon võib olla vahel nii palju kulunud, et rihm toetub soone põhjale, nagu näidatud joonisel 119, *b* all. Esineb ka soone külgpinna purunemist, mille tõttu rikutakse rihmaratta tasakaal.

Rihmaratastele esitatakse järgmised nõuded:

a) rihmadega kokkupuutuvad pinnad peavad olema töödeldud 5. . . . 6. pinnasilediusklassi järgi;

b) rihmaratta välisläbimõõt peab täpselt vastama joonise mõõtmele ja kindlustama nõutava ülekandesuhte;

c) ei lubata mõrasid ja lõhesid;

d) ei tohi olla silmaga märgatavat rihmaratta välisläbimõõdu ja otspindade viskumist.

Rihmarattad peavad olema balansseeritud, s. t. tasakaalustatud. Tasakaalustamine tähendab, et koormamata vabalt pöörleva rihmaratta seismajäämisel võtaks alumise asendi iga kord erinev pöia osa. Kui rihmaratta seismajäämisel mingi pöia osa püüab võtta kõige alumist asendit, siis see näitab rihmaratta tasakaalutust (disbalanssi), s. t. liigse metalli olemasolu selles kohas. Disbalansi kõrvaldamise viise kirjeldatakse § 70.

Tabelis 14 on toodud andmed malmist rihmarataste lubatud disbalansi kohta kiirustel kuni 15 m/s (М. П. Новиков «Основы сборки машин», Машгиз, 1957 г.).

Rihmaratta (joon. 119,*a*) kulunud ava *4* treitakse suuremaks ja pressitakse asemele puks, mis kindlustab vajaliku istu võllil.

Puks paigaldatakse rihmarattasse pressistuga või liimitakse. Liimitud ühendus on tunduvalt tugevam. Selleks sobitatakse puks rihmaratta avasse 0,05 mm diametraalse lõtkuga. See lõtk on vajalik 0,02 . . . 0,025 mm paksuse liimikihi tagamiseks.

Kui rihmaratta mõõtmed võimaldavad rummuava ületreimist puksi alla, siis remonditakse järgmiselt: treitud rihmaratta ava järgi valmistatakse puks, seejärel tehakse puksi liistusoon; ühenduspinnad valmistatakse liimimiseks ette, kaetakse liimiga ja asetatakse puks rihmaratta avasse. Pärast liimi kalgendumist on rihmaratas ekspluatatsiooniks kõlblik.

Kui rihmaratta mõõtmed ei võimalda sisse asetada paksuseinalist liistusoonega puksi, siis treitakse ava liistusoone sügavuseni ja liimitakse sellesse õhukeseseinaline puks. Pärast liimi kalgendumist töödeldakse puksi liistusoon.

Tabel 14

**Malmist rihmarataste lubatud disbalanss**

| Rihmaratta kaal kg | Rihmaratta läbimõõt mm | | | | | | | Rihmaratta kaal kg | Rihmaratta läbimõõt mm | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 700 | 1000 | | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 700 | 1000 |
| | Disbalanss g | | | | | | | | Disbalanss g | | | | | | |
| 5 | 20 | 10 | 7 | — | — | — | — | 75 | — | — | 100 | 75 | 60 | 45 | 30 |
| 10 | 40 | 20 | 15 | 10 | 8 | — | — | 100 | — | — | — | 100 | 80 | 60 | 40 |
| 20 | — | 40 | 30 | 20 | 15 | 10 | — | 140 | — | — | — | — | 110 | 80 | 60 |
| 30 | — | 60 | 40 | 30 | 25 | 20 | — | 200 | — | — | — | — | 100 | 120 | 80 |
| 50 | — | — | 65 | 50 | 40 | 30 | — | | | | | | | | |

Märkus. Lubatud disbalanss väheneb 1,5 korda, kui rihmaratta ringkiirus ületab 15 m/s.

Üle 10% esialgsest laiusest kulunud liistusoon laiendatakse järgmise nimimõõtmeni või töödeldakse teise kohta uus liistusoon.

Kiilrihmaratta (joon. 119, *b*) pöid ja soonte külgpinnad treitakse üle kulunud kihi eemaldamiseni, soonte põhjad aga süvendatakse. Mõrad ja praod keevitatakse (vt. § 36). Enne keevitamist kuumutatakse rihmaratas ühtlaselt kogu läbimõõdu ulatusel, muidu tekivad keevitatud kohas sisepinged, mis põhjustavad teistes kohtades pragusid. Pärast keevitamist asetatakse rihmaratas aeglaseks jahtumiseks kuumutatud liiva sisse.

Kui remonditaval rihmarattal on tarvis pöid üle treida, lubatakse vähendada rihmaratta läbimõõtu tingimusel, kui pöörete arv ei muutu rohkem kui 5%. Veetava rihmaratta pöörete arv langeb, kui vedava rihmaratta läbimõõt väheneb, ja tõuseb, kui vedava rihmaratta läbimõõt suureneb.

Et hoida rihmarataste vahelist ülekandesuhet konstantsena, lubatakse treida vastava läbimõõduni ka teine remonti mittevajav rihmaratas.

Kettülekanne töötab normaalselt, kui ketirataste teljed on paralleelsed ja mõlemad ketirattad asuvad ühes tasapinnas.

Kettülekande kulumisele (joon. 29, *b*) on iseloomulik ketirataste hammaste muljumine ja purunemine, ketirataste istu nõrgenemine võllidel, puksi *4* ja telje *5* kulumine, plaadi *2* istu nõrgenemine puksil *4*, rulliku *3* kulumine välisläbimõõdul ja siseläbimõõdul. Ketiülekande detailide kulumise tagajärjel kett pikeneb, telgedevaheline kaugus *L* suureneb, tekib müra ja löök. Selle tagajärjel tuleb kett töö ajal tihti ketiratastelt maha, plaadid ja teljed võivad puruneda.

Kettülekannete remont seisneb vanade ketirataste ja kettide asendamises uutega. Mõningatel juhtudel üle 120 mm läbimõõduga ketirattad remonditakse hammaste külgekeevitamise ja järgneva mehaanilise töötlemisega, aga samuti pukside paigaldamisega avadesse. Kulunud ketti remonditakse ainult avarii korral. Siis asetatakse ketti olenevalt vajadusest üks või mitu uut lüli, mis on võetud teisest sama konstruktsiooni ja sama sammuga ketist. Kui aga puuduvad niisugused võimalused, valmistatakse mitu uut plaati ja telge.

Ketirattad valmistatakse tavaliselt terasest 45 või 50, kusjuures detailid pärast valmistamist karastatakse ja noolutatakse. Samuti võib valmistada tsementeeritavatest terastest 15, 20 ja 20X, kusjuures pärast tsementeerimist tuleb ketirattad karastada.

## KONTROLLKÜSIMUSED

1. Nimetage liugelaagrite tuntud remondiviise.
2. Loetlege võllide remondi põhilised tehnoloogilised operatsioonid.
3. Nimetage sidurite põhilised remondiviisid.
4. Kuidas kõrvaldatakse veerelaagrite rikked?
5. Mis on hõõrdsidurite remondi iseärasuseks?
6. Missugused defektid esinevad hammasülekandes ja kuidas need kõrvaldatakse?
7. Missugused on hammasrataste remondiviisid ja milles on ühe või teise viisi eelised ja puudused?
8. Kuidas kontrollitakse rihmülekandes võllide paralleelsust?
9. Missugused rikked esinevad kettülekandes ja kuidas need kõrvaldatakse?

# LIIKUMISE ISELOOMU MUUTVATE DETAILIDE REMONT

## 60. KOLB- JA VÄNTVÕLLMEHHANISMI DETAILIDE REMONT

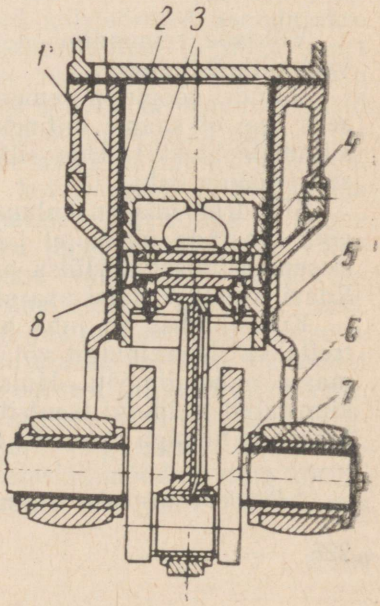
Kolbmehhanismi detailid kuuluvad pöörlevat liikumist sirgjooneliseks liikumiseks muutvate mehhanismide koosseisu. Niisugused mehhanismid on näiteks sepistamis- ja pressimisseadmetel, pneumaatilisel vasaral (vt. joon. 14).

Kolbmehhanismi (joon. 120) põhilisteks detailideks on nn. särgist *1* ja sisepuksist (hülsist) *2* koosnev silinder ning kolvirõngastega *4* kolb *3*. Kolb on ühendatud kepsuga *5* kolvisõrme *8* abil. Kepsu teises otsas on liugelaager *7*, mis ühendab kepsu väntvõlliga *6*.

Kulumise tõttu suureneb ekspluatatsioonis kolvi ja silindri vaheline pilu. Silinder muutub kooniliseks ja ovaalseks, silindri seintel tekivad kriimustused. Kolvirõngad jäävad vähem elastseks, suureneb lõtk lukkudes, s. o. kohtades, kus asub kolvirõngaste otste ühenduskoht. Selle tagajärjel väheneb kogu silindris kompressioon, s. o. gaaside surveaste, kuna gaasid tungivad silindri seina ja kolvi vahelt läbi.

Kulumise tagajärjel muutub kolvisõrme ist kolvi põskedes ja kepsus. Samuti muutub kepsu ja väntvõlli vaheline ist. Eespool kirjeldatud kulumiste tagajärjel tekib liidetes löök.

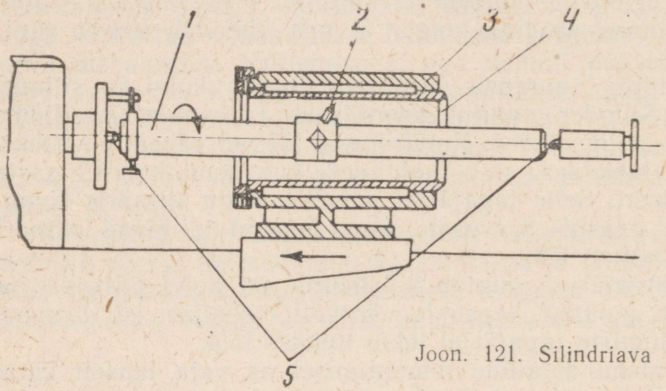
Kolbmehhanismi detailide remontimisel on vaja täpselt kinni pidada remondi tehnilistest tingimustest.




Joon. 120. Kolbgrupi detailid

Kulunud silindrid remonditakse remondimõõtmete süsteemi järgi*. Vastavalt silinder-kolbliitele taastatakse silindri ava mehaanilise töötlemisega remondimõõtu. Kooskõlas sellega valitakse uus kolb, mille läbimõõt on eelmisest suurem.

Silindrite remondimõõtmed määratakse valmistaja-tehase poolt, sest nende järgi valmistatakse tagavaraosasid. Mootori silindritele antakse need mõõtmed 0,5 . . . 1,0 mm tagant, olenevalt silindri läbimõõdust. Kui silindri esialgne läbimõõt on $101{,}57^{+0{,}06}$ mm, siis selle esimene remondimõõde on $102{,}07^{+0{,}06}$ mm, teine — $102{,}57^{+0{,}06}$ mm jne., kuni viimase viienda remondimõõtmeni $104{,}07^{+0{,}06}$ mm.




Joon. 121. Silindriava treimine treipingil

Viimane remondimõõde peab olema selline, et silinder oleks veel küllalt tugev.

Silindri tööpinna remondimõõtmete järgi taastamisel on eeliseks see, et saame mitmekordselt kasutada silindri korpust (või silindrite blokki). Uue silindri valmistamine on kallis ja nõuab suurt tööjõu kulu.

Silindrid, mis on kulunud rohkem kui viimane remondimõõde, võib taastada üksikutel juhtudel seest treimise ja seejärel hülsi sissepressimisega. Hülss pressitakse pinguga silindri korpusesse. Edasi treitakse hülsi ava silindri nimimõõtu.

Kui silindris on juba hülss olemas, aga on kulunud, siis see treitakse sisetreipingil või treipingil rakise abil (joon. 121) lähemasse remondimõõtu. Hülssi treitakse seest treiteraga *2*, mis on kinnitatud treipingi tsentrite *5* vahel asuva rakise võllile *1*. Sissepressitud hülsiga silindri *4* korpus *3* kinnitatakse tööpingi supordis.

* Detailide taastamist remondimõõtmete viisil vt. § 51.

Pärast treimist silindrid hoonitakse. Töötlemisvaru hoonimisele peab olema piirides 0,06 . . . 0,09 mm.

Hoonimispingi puudumisel ettevõttes võib silindri viimistleda treipingis lihvpea abil.

Pärast lõplikku töötlemist peab silindri sisepind vastama 9. pinnasiledusklassile.

## KOLBIDE REMONT

Ekspluatatsiooni tagajärjel kuluvad kolbidel (joon. 122, *a*, pos. 1) kolvisooned ja kolvisõrme avad, samuti tekivad kolvi põhjale mõrad ja kolvi pinnale kriimustused.

Kolvisõrme avad keskmistel kolbidel hõõritsetakse käsitsi spetsiaalse hõõritsaga, suurtel kolbidel aga treitakse sisetreipingil. Kui kasutada spetsiaalset rakist, võib ava treida ka treipingil. Kolvisõrme istu valik kolvi avas *1* (kas pinguga või lõtkuga) sõltub kolvi konstruktsioonist ja töötingimustest.

Kolvi silindrilise pinna *4* kriimustatud või tagiga kaetud kohad ja põhi *2* viilitakse peenviiliga üle, pärast puhastatakse ja poleeritakse peeneteralise smirgelpaberiga. Mõradega kolvid praagitakse tavaliselt välja. Tunduvalt kulunud kolvisooned treitakse remondimõõtu.

## KOLVISÕRMEDE JA KOLVIRÕNGASTE REMONT

Kolvisõrmedel (joon. 122, *a*) kulub kokkupuutepind puksiga *7* ja kolvi põskedega *8*. Masina tüübist sõltuvalt on lubatud puksi ja kolvisõrme vaheline lõtk 0,1 . . . 0,15 mm. Pärast remonti peab lõtk olema 0,02 . . . 0,025 mm. Kulunud kolvisõrmed asendatakse remondil tihti uutega, kuna nende valmistamine ei nõua suurt töökulu. Uued kolvisõrmed sobitatakse taastatud kolvi ja kepsu avadega. Mõnikord kroomitakse sõrmed selleks, et need vastaksid suurendatud remondimõõtmele. Kui kolb on asendatud uuega, siis tuleb silmas pidada, et selle kolvisõrme avad on nimimõõtmetega.

Kõige rohkem kuluvad tavaliselt kolvirõngad, eriti ülemine kompressioonrõngas *3*. Kulumist hinnatakse kolvirõnga ja soone vahelise lõtku ning kolvirõnga otslõtku järgi. Kolvirõngad vahetatakse, kui lõtk kolvirõnga ja soone vahel on suurem kui 0,3 . . . 0,4 mm ning kolvirõnga otste vahel suurem kui 3 . . . 4 mm.

Kolvirõngad vahetatakse ka siis, kui nad on kaotanud elastsuse. Kolvirõnga elastsuse hindamiseks kasutatakse spetsiaalset seadet ja tabeleid, kus on toodud survejõu ja survest tingitud lõtku suhe.

Remondiks vajalikud kolvirõngad valmistatakse tavaliselt järgmiselt: treitakse malmist silinder, seejärel lõigatakse silinder rõngasteks, jättes töötlemisvaru välis- ja siseläbimõõdule ning kõrgusele *h*. Igal rõngal lõigatakse välja väike osa (joon. 122, *b*), mis

moodustab kaldpilu, mille tõttu saame rõngast koomale suruda otspindade kokkupuuteni.

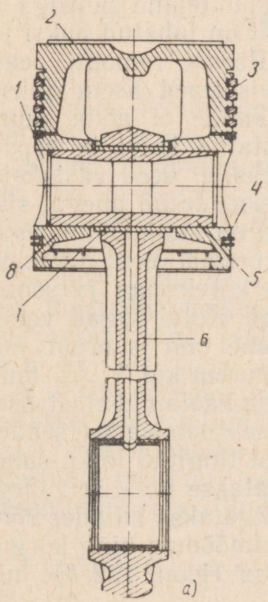
Kolvirõnga ühenduskohta tehakse nn. lukk *A*, mis takistab gaaside läbitungimist. Lukk tehakse 45° kaldega (joon. 122, *b*), või astmega (joon. 123, *a*). Teine viis on kindlam, kuid tuleb silmas pidada, et väikestele kolvirõngastele ei saa teha astmega lukku, kuna selle õhukesed seinad purunevad kergesti. 300 mm ja suurema läbimõõduga kolvirõngad surutakse peaaegu otspindade kokkupuuteni ja joodetakse need otsad kokku, seejärel töödeldakse lõplikult välis- ja siseläbimõõt. Pärast seda joodetakse kolvirõnga otsad lahti.

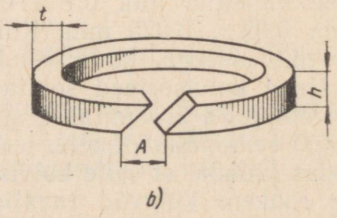
Kui kolvirõngastele on tehtud väljalõige, töödeldud lukk ja otspinnad, siis treitakse kolvirõngad mõõtu *t* spetsiaalsetel tornidel. Kolvirõngast treitakse ühel tornil (joon. 123, *b*) seestpoolt mõõtu, aga teisel tornil (joon. 123, *c*) lõplikult pealt.

Kolvirõnga ja soone vaheline lõtk kõigub peale remonti 0,06 ... 0,12 mm piires ja sõltub masina tüübist. Lõtku kontrollitakse pilukaliibriga.

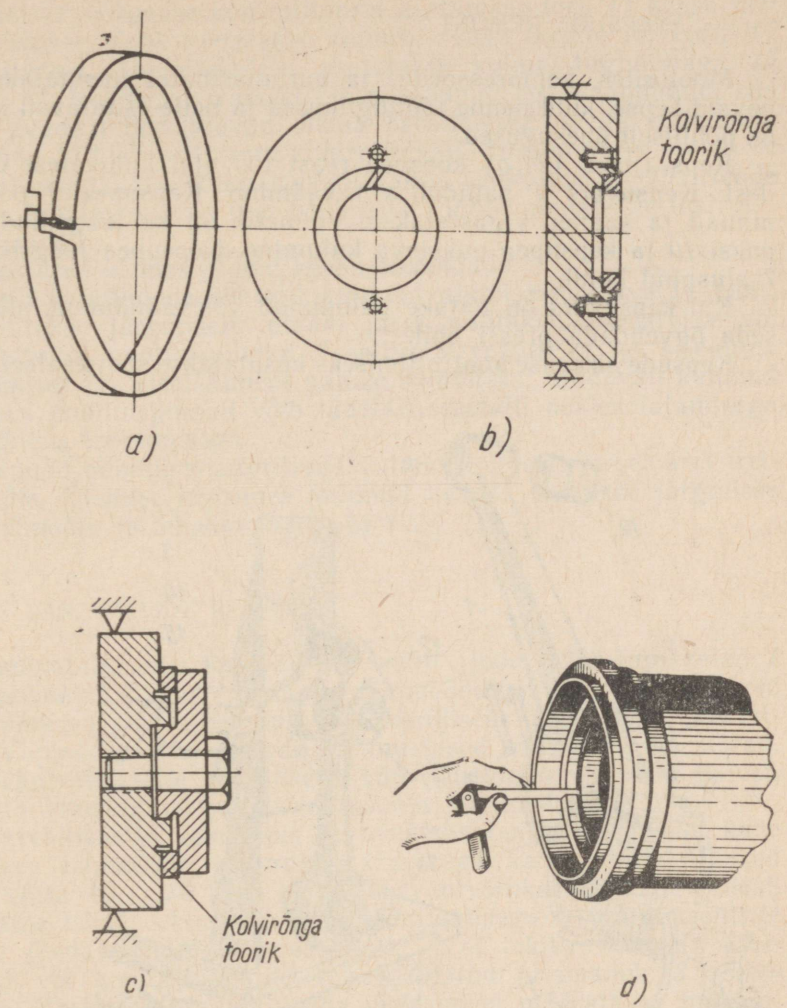
Suurte mõõtmetega kolvirõngad sobitatakse soontesse kaabitsemise ja otspindade plankimisega. Kui on võimalik, siis on parem kolvirõngad lihvida tasalihvpingil. Keskmised kolvirõngad sobitatakse lihvimisega.

Asetanud kolvirõnga taastatud silindrile, mõõdetakse lukulõtk tööolukorras. Seda tehakse pilukaliibriga (joon. 123, *d*). Lõpp-




Joon. 122. Kolb kepsuga *(a)* ja väljalõikega kolvirõngas *(b)*




Joon. 123. Kolvirõngad:

*a* — kolvirõnga luku kuju, *b* — kolvirõnga tooriku paigaldamise skeem siseava töötlemiseks, *c* — kolvirõnga kinnitus välisläbimõõdu töötlemiseks, *d* — lõtku mõõtmine kolvirõnga lukus lehtkalibriga

operatsioonid — luku sobitamine ja puhastamine — tehakse viiliga või luisuga.

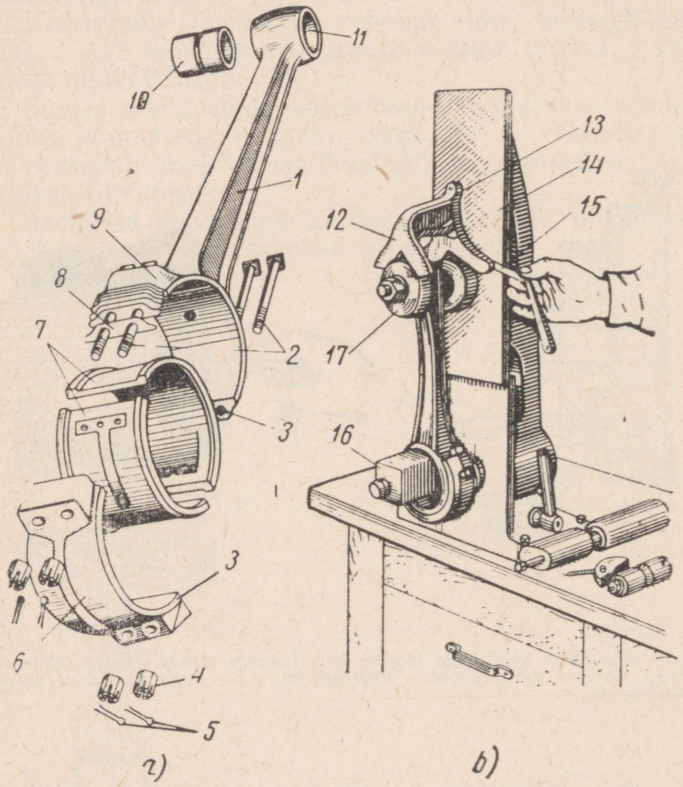
Asetanud kolvirõngad kolvile, peavad lukud asetsema erinevates kohtades. Sellega välditakse kindlamalt silindris olevate gaaside ja aurude läbitungimine.

Mootorites, kompressorites ja aurumasinates kasutatakse erinevaid kepse, kuid nende töötingimused ja neile esitatavad nõuded on põhiliselt ühesugused.

Keps (joon. 124, *a*) koosneb reast töö ajal kuluvatest detailidest. Kepsuvars *1* paindub või väändub. Kepsupea *9* poolituspinnad ja kaaned vigastatakse. Võimalik on ka laagriliudade *7*, puksi *10* ja kepsupea puksiava kulumine. Kepsupea laagriliudade *7* aluspind kulub.

Kui kepsuvars on natuke paindunud või väändunud, siis võib seda õgvendada pressi abil.

Kepsude sirgsuse kontrollimiseks kasutatakse spetsiaalset rakist




Joon. 124. Keps:

*a* — kepsu detailide komplekt (*1* — kepsuvars, *2* — poldid, *3* — kepsupea poolituspind, *4* — mutrid, *5* — spindlid, *6* ja *9* — kepsupea pooled, *7* — laagriliuad, *8* — vahetükid, *10* — puks, *11* — ülemine kepsupea); *b* — ülemise ja alumise kepsupea ava telgede paralleelsuse kontroll (*12* — prisma, *13* — tugipind, *14* — kontrollplaat, *15* — pilukaliiber, *16* ja *17* — tornid)

(joon. 124, *b*), mis koosneb tornidega *16, 17* kontrollplaadist *14* ja prismast *12*. Sirgsuse kontrollimisel asetatakse torn *17* kepsu ülemisse avasse. Keps asetatakse alumise avaga tornile *16*. Torni *17* silindrilistele lähtepindadele asetatakse kolme tugipinnaga *13* prisma *12*. Kui kepsu vars ei ole paindunud ega väändunud, siis kepsu avade teljed peavad olema paralleelsed, seega kõik kolm tugipinda *13* toetuvad vastu kontrollplaati. Tugipinna ja plaadi *14* vahelist võimalikku lõtku kontrollitakse lehtkaliibriga *15*. Nende lõtkude lubatav suurus igal konkreetsel juhul näidatakse instruktsioonikaardil.

Koostatud sõlmes ei tohi kepsu õgvendada.

Kepsud, millel on tühiselt kulunud alumise pea-ava ja kaas, remonditakse järgmiselt: plaadi järgi viilitakse, freesitakse või kaabitsetakse poolituspinnad *3* sellise arvestusega, et sisepinna ületreimisel ava siseläbimõõt natuke suureneks; tunduvalt kulunud kepsupea poolituspinnad võib taastada metalli pealesulatamisega ja järgneva freesimisega.

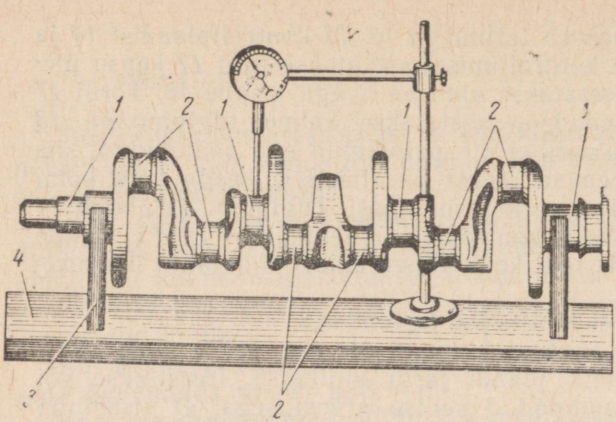
Kulunud babiidist laagriliuad valatakse uuesti ja seejärel treitakse üle. Ülemise kepsupea kulunud ava *11* treitakse järgmisse remondimõõtu ja tehakse uus puks *10*.

## VÄNTVÕLLIDE REMONT

Ekspluatatsioonis kuluvad väntvõllil (joon. 125) tugikaelad *1* ja kepsukaelad *2*. Nad vähenevad läbimõõdult ja kaotavad esialgse kuju, pikkuse ulatuses muutuvad kooniliseks ja ristlõikes ovaalseks. Väntvõllikaeltel tekivad kriimustused, mõnikord ka mõrad. Koos väntvõllikaelte kulumisega võib täheldada väntvõlli painet, hooratta istukohtade ja õli juhtsoonte kulumist.

Väntvõllikaelte koonilisus ja ovaalsus tehakse kindlaks kahe ristioleva läbimõõdu mõõtmisel kruvikuga kahes lõikes. Lõiked tuleb võtta 10...12 mm kaugusel väntvõllikaelte otspindadest. Läbipaine tehakse kindlaks võlli kinnitamisega treipingi tsentrite vahele (seda tehakse ettevaatlikult, et ei tekiks väntvõlli läbipainet) või kontrollplaadile *4* paigaldatud prismadele *3* asetamisega. Keskmise väntvõllikaela pööramisel määratakse indikaatoriga viskumise suurus. Väntvõllikaela ovaalsuse võimalust arvestades peab indikaatori mõõtevarda otsik asetsema mitte kaela keskel, vaid otspinna ligidal, muidu väntvõllikaela ovaalsus annab moonutatud ettekujutuse väntvõlli läbipainde suurusest. Kui läbipaine ületab 0,05 mm, siis väntvõll õgvendatakse külmalt kruvi- või hüdraulilise pressi abil, kusjuures survevarras mõjub keskmisele väntvõllikaelale vask- või pronksvahetüki kaudu.

Defektid kõrvaldatakse väntvõllikaeltelt remondimõõtu lihvimisega, mis on seotud tehaste poolt väljalastavate standardsete laagriliudade mõõtmetega. Lihvitakse spetsiaalsel ümarlihvpingil.




Joon. 125. Väntvõllikaelte viskumise kontrolli skeem: *1* — põhikaelad, *2* — kepsukaelad, *3* — prisma, *4* — kontrollplaat

Väntvõlli tugikaelte lihvimiseks kinnitatakse väntvõll tööpingi tsentrite vahele. Väntvõlli kepsukaelte lihvimiseks nihutatakse väntvõll tööpingile asetatud tsentrinihkuriga nii, et pöörlemistelg ühtiks väntvõlli kepsukaelte teljega.

Kui väntvõllikaelte lihvimiseks ei ole spetsiaalset tööpinki, võib kasutada spetsiaalse lihvimisrakisega treipinki.

Pärast väntvõllikaelte lihvimist ümardatakse neil õliavade ja õlisoonte servad, pestakse ja puhutakse läbi õlisooned. Seejärel plangitakse väntvõllikaelad plankuri ja abrasiivpastaga.

Ülelihvitud väntvõllikaelad peavad olema siledad ja neil ei tohi olla töötlemisjälgi, nende ovaalsus ja koonilisus peavad olema piirides 0,01 ... 0,02 mm, lubatud keskmise väntvõllikaela viskumine on 0,03 ... 0,05 mm.

Kui väntvõlli tugi- ja kepsukaelte kulumine on suurem viimase remondimõõtme piirist, siis taastatakse väntvõllikaelad metalli pealesulatamisega vibrokaarleegi abil.

## 61. KÄIGUKRUVIDE JA -MUTRITE REMONT

Keermepaari täpsusele esitatakse väga mitmesuguseid nõudeid sõltuvalt antud sõlme funktsioonist. Näiteks käigukruvi valmistamisel täpsete nihete teostamiseks sammu hälve ühe sammu ulatusel lubatakse $\pm 6$ μm ja välismõõdu viskumist ühel meetril lubatakse kuni 80 μm.

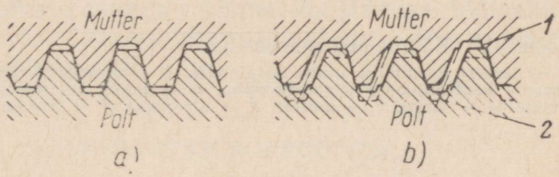
### KÄIGUKRUVIDE REMONT

Käigukruvidel on trapets- või ruutkeere. Pärast pikaajalist töötamist kuluvad keere ja silindrilised tugipinnad.

Kulunud trapetskeermega käigukruvid remonditakse. Kulunud ruutkeermega käigukruvid aga asendatakse uutega.

Paindunud käigukruvid õgvendatakse rangide, kruviklambrite või kangide abil. Õgvendamiseks paigaldatakse käigukruvi tsentrite vahele ja tehakse kindlaks suurima viskumise koht. Käigukruvi vigastatud tsentriavad taastatakse treipinkidel. Tsentriava vigastuse korral treitakse natuke otspinda ja puuritakse tsentriava üle. Kui keere on kulunud alla 10% keermeniidi esialgset paksust, siis kulunud käigukruvide trapetskeere remonditakse. Käigukruvi remontimisel ta õgvendatakse ja treitakse või lihvitakse välisläbimõõdult *1* (joon. 126) nii, et keermeniidi paksus pärast soone süvendamist oleks normaalne (joonisel on näidatud punktiirjoonega), s. t. vastaks esialgsele mõõtmele.

Kulunud käigukruvikaelad remonditakse lihvimisega, nende puksid aga asendatakse uutega. Kui ekspluatatsioonitingimustega on lubatud, siis kulunud käigukruvikaelad treitakse ja nendele pressitakse või liimitakse peale õhukeseseinalised vahepuksid.




Joon. 126. Keermesliide:
*a* — normaalne,
*b* — kulunud

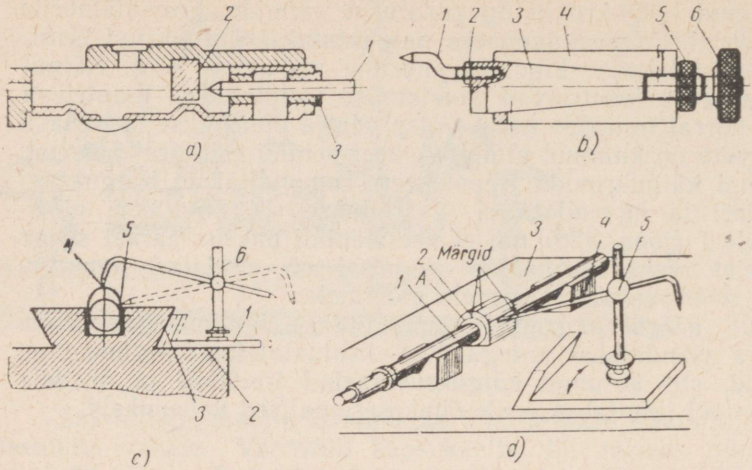
Liistusoonega käigukruvisid, näiteks freespingi töölaua pikiettenihke kruvi, ei remondita, s. t. ei treita keerme välisläbimõõtu, kuna see muudaks käigukruvil asetsevate detailide istu. Kui osutub vajalikuks või otstarbekohaseks niisuguseid käigukruvisid remontida, siis valmistatakse ka uued käigukruviga liites olevad detailid. Ühest otsast kulunud käigukruvisid võib pöörata 180° ja treida siis vastavalt kruvikaelad või kui vajalik — paigaldada vahepuksid.

## KÄIGUMUTRITE REMONT

Supordikruvide kulunud mutrid asendatakse uutega. Käigukruvi mutrid taastatakse ava treimise ja vahepuksi asetamisega. Mutri ava treitakse eelneva märgistuse järgi, et oleks võimalik tsentreerida mutri keerme telge kruvi paigaldusavade telgedega.

Lihtsamal juhul märgistatakse järgmiselt (joon. 127, a): supordi kelgu ava *3* läbiva kärniga *1* kärnitakse mutri *2* otspinnale tsenter. Sellest tsentrist tõmmatakse sirkliga ringjoon, mis on natuke suurema läbimõõduga kui kruvi keerme välisläbimõõt. Parem on ringjoont peale kanda rakise abil (joon. 127, *b*).

Märkimisrakis on valmistatud nii, et sellega võib märkida remonditavaid käigumutreid isegi töölaudades, suportides ja teis-




Joon. 127. Käigumutri märkimine:
*a* — tsentri kärnimine mutri otspinnale, *b* — ringjoone pealekandmise rakis, *c* — mutri pinnale kontrolljoonte pealekandmine, *d* — mutri keermetatud ava telje täpsuse kontrollimine (*1* — kruvi, *2* — mutter, *3* — alusplaat, *4* — prisma, *5* — märknõel)

tes detailides asetsevate märkimisavade erinevate läbimõõtude puhul. Rakise märknõel *1* kinnitatakse kruviga *2* läbilõigatud puksis *4* asetseva koonilise varre *3* külge. Läbilõigatud puksi ümbermõõdul on kuus sisselõiget — kolm kummaski otsas. Märknõela kõverus võimaldab paigaldada teravikku erinevatele kaugustele varda tsentrist. Varras lõpeb silindrilise keermetatud osaga, millel asetseb mutter *5* ja käepide *6*.

Rakis asetatakse käigukruvi avasse ja keeratakse mutrit *5*. Selle tõttu varras nihkub ja surub läbilõigatud puksi vastu ava, tsentreerides rakise ava suhtes. Mutter *5* keeratakse kinni nii, et oleks võimalik käega sujuvalt pöörata rakise varrast *3*.

Märknõelad paigaldatakse natuke suurema raadiusega kui keermetatud ava raadius. Seejärel nihutatakse vastu märknõela kelk või töölaud, millele on kinnitatud märgitav käigumutter. Pöörates käega rakise käepidet, märgitakse mutri otspinnale ringjoon, s. t. ringkriips.

Edasi (joon. 127, *c*) märgitakse kogu mutri pikkusele kaks pikikriipsu — külgmine *5* ja ülemine *4*, mis on lähteks mutri paigaldamisel tööpinki. Märkimise lähteks (joon. 127, *c*) kasutatakse kelgu juhtpindu. Joone *5* pealekandmisel on lähteks pind *2*, aga joone *4* pealekandmisel pind *3*. Märgitakse tavalise märgikuga *6*, millel on spetsiaalne alus *1*.

Pärast nende tööde lõpetamist võib küllaltki täpselt paigaldada mutri treipinki, et treida ja keermetada ava. Otspinnal asuva ring-

joone järgi paigaldatakse mutter kõrguse suhtes. Kahe paralleelse joone järgi paigaldatakse mutter õigesse horisontaal- ja vertikaalasendisse. Pärast seda töödeldakse ava ja keermetatakse. Nüüd vastavad mutri keermetatud ava asetus kõrguse suhtes ja ava telje paralleelsus lähtepindade suhtes täpselt kruvi ja mutri liiteolukorrale ja kindlustavad nende samatelgsuse.

Mutri keermetatud ava asetuse täpsust kontrollitakse enne koostamist kahe pealetõmmatud pikijoone järgi. Selleks keeratakse mutter kruvile ja asetatakse kruvi koos mutriga kahele ühekõrgusele prismale, mis on asetatud kontrollplaadile (joon. 127, *d*). Seejuures keeratakse mutrit kruvil, et nii külgmine kui ka ülemine joon asuksid horisontaalpinnas. Nihutades märknõela mööda jooni, tehakse kindlaks, kas ava telg on nendega paralleelne. Pärast seda asetatakse märgiku teravik ringjoone *A* kõrgemasse punkti ja pööratakse mutrit. Kui märgiku teravik ei jäljenda mutri otspinnal märgitud ringjoont, on mutter keermetatud valesti.

Märkimise kasutamine vähendab sõlme koostamise töömahukust, sest langeb ära mutri kohalesobitamise vajadus. Keermepaari koostamise kvaliteet aga paraneb.

## MUTRI KEERME TAASTAMINE STÜROKRÜÜLIGA

Kulunud käigukruvide mutri keeret võib taastada stürokrüüliga TIII.

Mutri keerme taastamiseks stürokrüüliga tuleb teha järgmised operatsioonid:

1. Asetatakse sulatatud parafiini kruvi see osa, mis peab töötama koos mutri remonditud keermega ja kuumutatakse 2...3 minuti vältel.

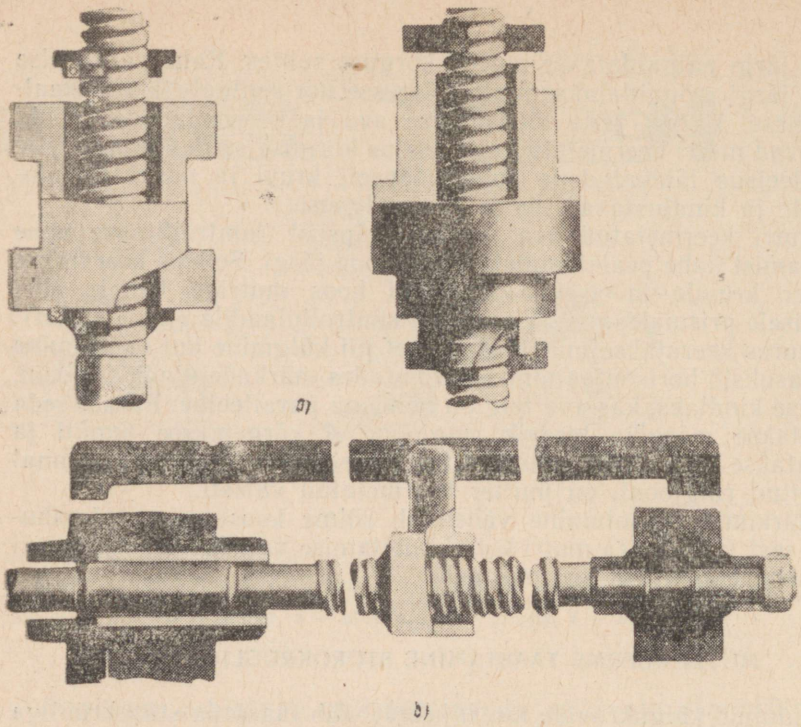
2. Kruvi tõstetakse parafiinist välja ja püstasendis jahutatakse õhus; kruvi keermele tardub 0,05...0,1 mm paksune parafiini kiht, mis on vajalik nõutava lõtku tagamiseks kruvipaaris.

3. Märkimise järgi treitakse mutter seest mõõtu, mis ületab keerme välisläbimõõdu 4...5 mm võrra. Pinna karedus ei tohi olla üle 1. pinnasilediusklassi.

4. Ava puhastatakse rasvast atsetooni või bensiiniga.

5. Kruvi ja mutter tsentreeritakse. Seda tehakse kahel viisil: kas kahe seibi abil (joon. 128, *a*), mille astme välisläbimõõt on võrdne mutrisse treitud ava läbimõõduga ja siseläbimõõt on võrdne kruvi välisläbimõõduga, või kruvi ja mutri kinnitamisega tööpingi või masina sõlmes (joon. 128, *b*). Tsentreeritud kruvi ja mutter asetatakse püstasendisse ja alt topitakse pilud plastiliiniga kinni, et valatav stürokrüül ei voolaks välja.

6. Stürokrüüli segu valmistatakse arvestusega 100 g pulbrit 75 g vedeliku kohta. Selleks kallatakse vedelik koos pulbriga kruusi ja segatakse hoolikalt ühes suunas 1...2 minutit.



Joon. 128. Kruvi ja mutri tsentreerimise viisid:
*a* — kahe seibi abil (*1* — kruvi, *2* — plastiliin, *3* ja *6* — seibid, *4* — mutter, *5* — stürokrüüli valamise ruum), *b* — mutri kinnitamine sõlmes

7. Saadud segu kallatakse kruvi ja mutri ava vahelisse ruumi, ainult mitte ümberringi, vaid ühest äärest, võimaldades sellega õhu väljapääsu.

8. Pärast stürokrüüliga täitmist lastakse segul kõvaks tõmbuda. Tsentreerimisseibide kasutamise korral paigaldatakse eelnevalt ülemine seib.

Stürokrüül tõmbub täielikult kõvaks 12 . . . 15 tunni pärast. Selle aja jooksul peavad kruvi ja mutter olema paigal. Seejärel keeratakse kruvi mutrist välja ja pestakse sellelt parafiini kiht.

Käigumutter ilma täiendava töötlemiseta on nüüd ekspluatatsiooniks kõlblik.

Stürokrüüli kasutamisel on see eelis, et sula segu ühineb hästi juba valatud ja kõvaks tõmbunud plastmassiga. Nii võib stürokrüüli valada 100 . . . 175-grammiste annuste kaupa. Ebaõnnestunud valamise korral eemaldatakse kõvaks tõmbunud plastmass 150 . . . 200° C kuumutamisega, väljapõletamisega või mehaanilise töötlemisega. Tähtis on ka see, et pärast kulumist võib stürokrüülkeeret kergesti taastada eespool mainitud viisil.

Kulissmehhanismis (joon. 36) kulub kuliss, kulissikivi, liugur koos sõrmega, liuguri nihutuse kruvi ja mutter ning kulissihammasratas.

Kulissis kuluvad kulissikivi juhtpinnad ja kulissirõngaste ühendusavad. Kulissikivil kuluvad kulissi soont mööda libisevad pinnad ja liuguri sõrme ava. Liuguril kuluvad aluspind, kaldkülgpinnad ja samuti sõrm. Kulissihammasrattal kuluvad otspinnal olevad juhtpinnad.

Üle 0,3 mm kulunud ja sügavate kriimustustega kulissi soone külgpinnad remonditakse freesimise ja kaabitsemisega. Kui külgpinnad on vähe kulunud, siis piirdutakse ainult kaabitsemisega.

Kaabitsemisel kantakse kontrolljoonlauaga ühele soone külgpinnale värvijäljed, mille järgi võetakse metall maha. Kontrollitakse indikaatoriga. Selleks asetatakse kulissi kulumata avadesse kontrolltornid, mille otsad peavad avadest ulatuma 150 ... 200 mm välja. Tornidega kuliss asetatakse küljega kontrollplaadile nii, et iga torni ots toetuks kahele mõõtplaadile. Täitnud selle hoolikalt, asetatakse kontrollplaadile indikaator alusega nii, et mõõtevarda otsikut saaks nihutada soone pikkusel. Nihutamisel jälgitakse indikaatori näitusid.

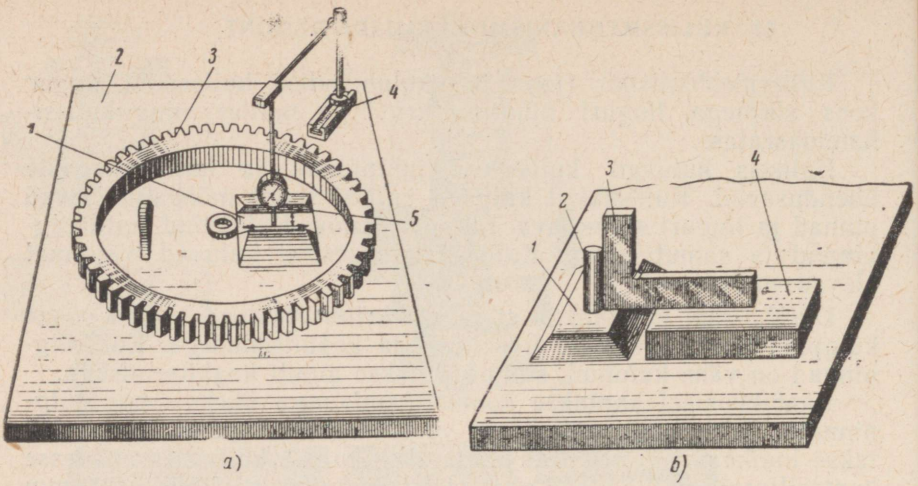
Edasi kaabitsetakse soone vastaspind nii, et see oleks paralleelne esimesega. Lubatud paralleelsuse hälve on 0,05 mm. Paralleelsust kontrollitakse mõõtplaatide komplektiga.

Kui kulissil on kulunud rõngaste avad, siis esmalt remonditakse soone külgpinnad, orienteerides need vähemkulunud otste järgi, seejärel treitakse avad pukside paigaldamiseks. Kui see viis on seotud tunduva metallikihi eemaldamisega, ähvardades kulissi nõrgendada, siis remonditakse järgmiselt: avadest treitakse maha minimaalne metallikiht ja kuliss ühendatakse rõngastega jämedamate sõrmede abil.

Kulissi avade töötlemisel on vaja tagada ava telgede omavaheline paralleelsus, aga ka telgede paralleelsus soone külgpindade suhtes. Lubatud hälve, mõõdetuna avasse asetatud tornil, on 0,04 mm 300 mm ulatusel.

Kulunud kulissikivi asendatakse harilikult uuega, mis sobitatakse lihvimise või kaabitsemisega kulissi soonde. Kivi peab sööbimata liikuma kogu soone ulatusel. Puksideta kulissikivi avad tehakse remonditud liuguri sõrme järgi, puksidega kulissikivi avad aga uue puksi järgi. Kulissikivisse tehakse õlisooned.

Kulissihammasratta otspinnal olevad juhtpinnad (pinnad *1* ja *5* joon. 129, *a*) remonditakse kaabitsemisega nurgiku või (remonditud või uue) liuguri järgi. Pinna *1* paralleelsust kulissihammasratta *3* otspinna suhtes kontrollitakse indikaatoriga, nihutades alust *4* kontrollplaadil.




Joon. 129. Kulissmehhanismi detailide kontrollimine ja mõõtmine

Liuguril treitakse sõrm üle, kuni kulumine on kõrvaldatud, seejärel kaabitsetakse kontrollplaadil liuguri aluspind. Kaabitsemisel kontrollitakse kontrollnurgikuga (joon. 129, *b*) perioodiliselt sõrme *2* ja aluse *1* risti asetust kahes suunas — piki ja põiki. Nurgik *3* asetatakse täpsele mõõtplaadile *4*. Nurgiku ja sõrme vahel peab olema ühtlane nähtav pilu.

Edasi kaabitsetakse liuguri kaldkülgpinnad ja püütakse saavutada nende moodustajate omavahelist paralleelsust tolerantsiga 0,02 mm kogu pinna ulatusel. Remonditud liugur viiakse liitesse kulissi juhtpinna ja kiiluga, mis enamikul juhtudel valmistatakse uus. Liugur peab liikuma kulissihammasratta juhtpindu mööda igasuguse kiikumiseta (õõtsumiseta).

## KONTROLLKÜSIMUSED

1. Missugused väntvõllmehhanismi kohad kuluvad kõige rohkem?
2. Kuidas remonditakse väntvõlli?
3. Misjaoks ja kuidas balansseeritakse väntvõlli ja hooratast?
4. Missugused rikked võivad esineda silindrites ja kuidas neid remonditakse?
5. Kuidas remonditakse käigumutri ja -kruvi keere?

XIII PEATÜKK

# LIIKUMATUTE LIIDETE JA TORUSTIKU REMONT

## 63. LIIKUMATUTE LIIDETE REMONT

Liikumatutes liidetes ei saa liite detailid teineteise suhtes liikuda.

Eraldatakse lahtivõetavaid ja mittelahtivõetavaid liikumatuid liiteid.

Lahtivõetavaid liikumatuid liiteid võib kahjustamata ja purustamata lahti võtta. Lahtivõetavad on keermes-, liist-, hammas- ja koonusliited.

Mittelahtivõetavaid liikumatuid liiteid saab ainult üksikute detailide vigastamise ja purustamisega lahti võtta. Mittelahtivõetavad on keevisliited, jootmise, liimimise, neetimise ja valtsimise teel saadud ning pressistuga liited.

Lahtivõetavatest liikumatutest liidetest kasutatakse kõige rohkem keermesliiteid. See on tingitud sellest, et niisugused liited on tööprotsessis kindlamad ja remondi korral on nende kulunud detaile kerge asendada.

### KEERMESLIIDETE REMONT

Keermesliidetes põhjustab tunduvat kulumist ja vigastuste tekkimist kruvide ja mutrite mitteküllaldane kinnitus, eriti nendes liidetes, millele mõjuvad tööajal suured või märgilt muutuvad koormused. Nende koormuste koosmõjul polte ja mutreid venitatakse, mille tulemusena keerme samm ja profiil rikutakse, mutrid hakkavad «sööbima». Liitedetailid võivad puruneda ja tekitada avariisid.

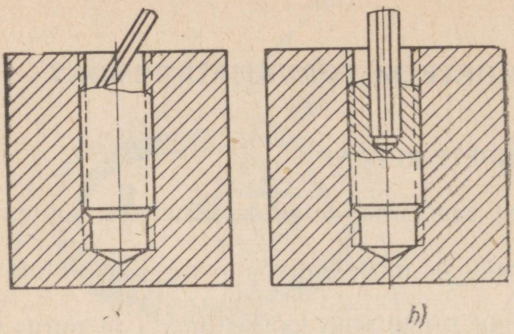
Intensiivsemalt kuluvad sageli lahtivõetavate ja reguleeritavate liidete detailid. Keermesliidetes kuluvad keere, poldipead ja mutrite tahud. Keere võib puruneda ka mutri või kruvi ülemäära pingutamisest.

Keermesliited võivad kuluda järgmiselt:

1. Keerme keskmisel läbimõõdul muutus keerme profiil — suurenes lõtk (esineb kruvidel ja sageli lahtikeeratavatel poltidel).
2. Keermeprofiili tööpinnad on töökoormuste tõttu muljutud.
3. Poldi südamik pikenes teljesuunaliste kinnitusjõudude toimel.
4. Teljesuunaliste jõudude toimel muutus keerme samm.

Kulunud ja vigastatud kinnituspolte ja kruvisid ei remondita, vaid asendatakse uutega.

Rebenenud kruvi või tikkpoldiga liidet remonditakse mitmel viisil. Kui kruvi või tikkpolt purunesid avas, siis tükid keeratakse



Joon. 130. Rebenenud tikkpoltide eemaldamine:
*a* — torni abil, *b* — ribidega varda abil

välja. Selleks asetatakse peenike torn (joon. 130, *a*) või kärn teravikuga tüki pealispinnale; vasaraga keerme käiguga vastassuunalise kalde all olevale tornile lüües keeratakse tükk välja. Seda püütakse teha nii, et ei vigastataks keeret.

Teine viis: kruvi või tikkpoldi tükki puuritakse keerme läbimõõdust väiksem ava ja lüüakse sellesse ribidega karastatud varras (joon. 130, *b*); pöörates varrast, keeratakse murdunud tükk pesast välja.

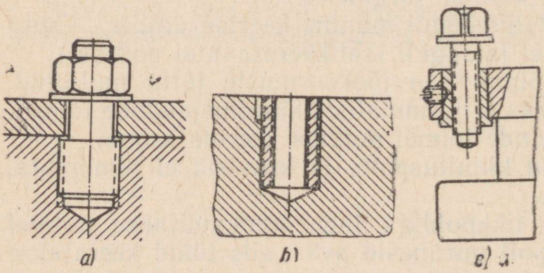
Täiuslikum viis avas murdunud karastatud tüki eemaldamiseks on järgmine: elektrisädetöötlemise teel töödeldakse tükki nelinurkne ava ja seejärel keeratakse võtmega tükk välja.

Suurema läbimõõduga kulunud väliskeermega detailide remontimiseks treitakse maha vana keere ja keermetatakse uus (kui seda lubavad tugevustingimused) või detailile pressitakse peale keermetatud puks või bandaaž. Kui vana keere eemaldatakse, siis uus keermetatakse lähima standardse nimimõõdu järgi.

Kulunud või rebestatud keeret detailides tavaliselt ei taastata. Siin on võimalikud järgmised lahendused:

a) ava puuritakse sügavamaks (kui see on võimalik) ja keermetatakse uuesti; süvendatud avasse keeratakse uus pikema keermega kruvi;

b) ava puuritakse üle, keermetatakse uus suurema läbimõõduga keere ja keeratakse sisse uued, antud keermele vastavad kruvid. Ühendusdetaili kruvi ava puuritakse samuti üle.



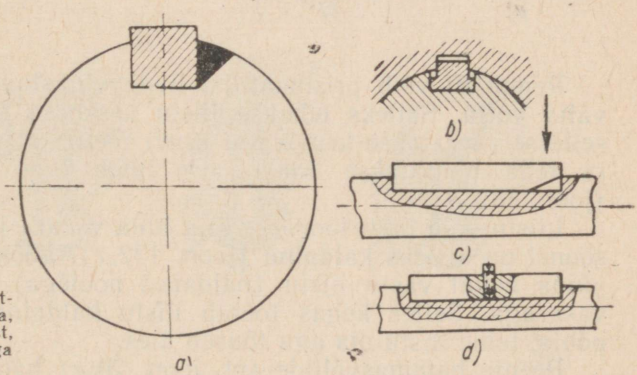
Joon. 131. Kulunud keermetatud ava remont:
*a* — astmelise tikkpoldi asetamisega, *b* ja *c* — keermetatud vahepukside asetamisega

Keermesliidete remondil valmistatakse tihti vana tikkpoldi asemel kahe erineva keermega ja astmega uus tikkpolt (joon. 131, *a*); suurem — tikkpoldi keeramiseks ühesse ühendavatest detailidest (nimetame selle korpuseks) ja väiksem — selle detaili teisega ühendamiseks ja mutriga kinnikeeramiseks.

Kui keere on niisugune, et tuleks teha liialt suure läbimõõdu ja suurte astmetega tikkpolt, siis paigaldatakse korpusesse sise- ja väliskeermega puks (joon. 131, *b* ja *c*). Väliskeermega kinnitatakse puks korpuses, sisekeere on arvestatud normaalsele tikkpoldile või kruvile. Puks paigaldatakse detailiga ühte tasapinda ja kinnitatakse fiksaatorkruvi või tihvtiga. Mõningatel juhtudel detaili kulunud keermetatud ava täidetakse ja puuritakse kõrvale teine ava. Pärast keermetatakse sellesse nõutava läbimõõduga keere. Uus ava puuritakse ka teise ühendusdetaili.

## LIIST- JA HAMMASLIIDETE REMONT

Liistliidetes kuluvad liistud ja liistusooned, mille tulemusena nõrgeneb detaili ist võllil. Võimalikud kulumise põhjused (minnes mööda normaalsest kulumisest pikaajalise töö tulemusena) on liistu hooletu kohalesobitamine või ebaõige istu kasutamine.




Joon. 132. Liistliidete remont:
*a* — keevitamisega, *b* — astmelise liistu paigaldamisega, *c* — kaldprismaatiline liist, *d* — keermetatud avaga prismaatiline liist

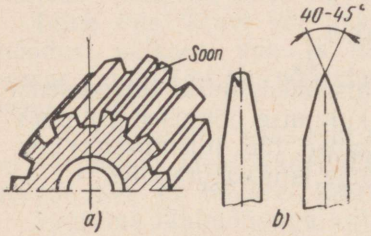
Tavaliselt liistusid ei remondita. Need valmistatakse uued. Liistud sobitatakse võlli liistusoontesse ja liitedetailidega viilimise, tõukamise, freesimise või lihvimise teel. Liistusooned remonditakse. Remondiviis valitakse sõltuvalt mehhanismi ekspluatatsioonitingimustest.

Vaatleme liistusoonte taastamise viise. Tühise kulumisega (kuni 10% liistusoone esialgsest laiusest) liistusoon viilitakse. Tunduvalt kulunud liistusoon remonditakse serva juurdekeevituse ja freesimisega (joon. 132, *a*). Seejuures peetakse kinni standard-

sest liistusoone mõõtmest. Võib ka nii remontida: liistusoon laiendatakse ja süvendatakse kulumisjälgede kadumiseni, seejärel valmistatakse liistusoonele astmeline liist (joon. 132, *b*).

Kasutatakse ka järgmist liistusoonte taastamise viisi: võllile ja hammasratta rummu tehakse teise kohta uus liistusoon. See freesitakse vanast liistusoonest 90° nurga all ja diametraalpinnas paralleelselt vana liistusoonega. Vana liistusoon tavaliselt keevitatakse kinni.

Liistliidete remondil tuleb kohalesobitamise teel tagada liistu tihe ist ühendavate detailide soonte külgpindadega. Erandiks on kiilliistud: need lüüakse vasaraga liistusoonde nii, et kiiluksid kõrguse suhtes kinni. Täpsetes liidetes kiilliiste ei tarvitata, kuna on alati oht, et kiilliistuga pealeasetatud detaili telg ei ühti võlli teljega.




Joon. 133. Hammaste remont laiendamisega:
*a* — laiendamisel saadud soon, *b* — temmraud

Remondil võib prismaatilisi liiste vigastamatult liistusoontest välja võtta. Selleks tehakse liistu keskossa keermetatud ava ja sellesse keeratakse kruvi. Kui kruvi toetub otspinnaga vastu võlli ja teda pööratakse edasi, siis tuleb liist liistusoonest välja (joon. 132, *d*).

Liistu võib liistusoonest välja lüüa vasara ja löökuriga. Liistusoonel on selleks kaldpind (joon. 132, *c*). Löökur toetatakse kaldpinna kohal vastu liistu (näidatud noolega) ja lüüakse kergelt vasaraga. Selles kohas toetub liistu kaldpind vastu liistusoone põhja, teine liistu ots aga tõuseb üles.

Peente hammasvõllide (vt. joon. 20, *c*) hambaid ei remondita. Kulunud hammastega detailid asendatakse uutega. Ainult valmistamise seisukohalt töömahukatel detailidel remonditakse hambad. Seda tehakse keevitamise ja järgneva mehaanilise töötlemisega. kooskõlas ühendatava detaili mõõdete ja hammaste asetusega.

Kui hammasliide tsentreeritakse siseläbimõõdu järgi, võib võlli hambaid remontida laiendamisega. Kui hambad on karastatud, tuleb võll lõõmutada ja peale seda iga hammas pikisuunas laiendada. Laiendamisel tuleb hamba laius viia nimimõõduni töötlemisvaruga 0,1 ... 0,2 mm.

Laiendatakse spetsiaalse tööriistaga — temmrauaga. Selleks kantakse hammastele pikikriipsud, meisliga raiutakse mööda

kriipse sooned (joon. 133, *a*), mis laiendatakse temmrauaga (joon. 133, *b*).

Peale hammaste laiendamist keevitatakse pikisooned kinni, võll lõõmutatakse ja õgvendatakse ning hambad töödeldakse nimimõõtu ja karastatakse.

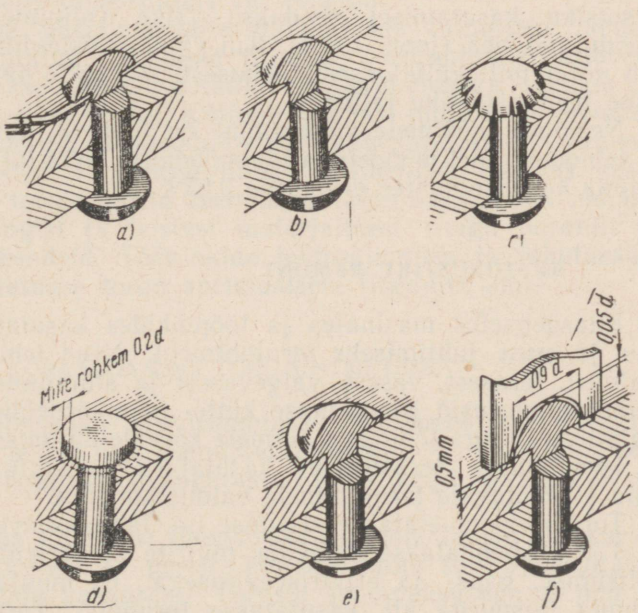
## NEETLIIDETE REMONT

Neetliiteid kasutatakse ikka harvem ja harvem. Nad esinevad veel paakide, reservuaaride ja teiste katlatüüpi toodete ning metallkonstruktsioonide juures. Masinates ja mehhanismides kasutatakse väga harva neetliiteid.

Neetliited saadakse neetimisega, s. t. neetide asetamisega kindlas järjekorras ühte või mitmesse ritta, mis moodustavad neetõmbluse.

Neetimise kvaliteeti hinnatakse välise vaatlusega, haamriga koputamisega ja šablooni abil. Hästi needitud neet annab löögil puhta heli nagu põhimetallgi. Kui needile lüües see väriseb või liigub, siis oli pingutus enne neetimist nõrk või needivars tõkestati halvasti. Niisugused needid raiutakse maha ja asendatakse uutega.

Enne kasutamist vaadatakse needid hoolikalt üle ja otsustatakse, missuguseid nendest võib kasutada ja missuguseid tuleb parandada.




Joon. 134. Defektide liigid neetliidetes

Enam esinevad neetide defektide liigid on toodud joonisel 134. Kui neetimise ajal needipea toetub nõrgalt vastu tuge, siis neetliites tekib needipea ebatihe kokkupuude needitava detailiga. See defekt võib olla ringikujuline (joon. 134, *a*) või ühepoolne (joon. 134, *b*). Seda on kerge avastada välise vaatlusega või 0,1 mm paksuse lehtkaliibriga kontrollides. Niisuguseid neete ei parandata, nad kõrvaldatakse ja asendatakse uutega. Mingil juhul ei või neid neete temmida. Kõrvaldatakse ka needid, mille peades on praod (joon. 134, *c*). See defekt tuleneb needi ülekuumutamisest (liiga palju aega oli ääsil või oli kõrge kuumutustemperatuur).

Needi mitteküllaldase kuumutuse korral metall kõveneb enne, kui neetimisotsik suudab pea täielikult vormida. Saame seenetaolise needipea (joon. 134, *d*). Niisuguse kuju võib saada ka küllaldase kuumutuse, kuid lühikese needivarre tõttu, kui needipea moodustamiseks lihtsalt ei jätku metalli. Seenekujulisus on lubatud, kui needipea (joon. 134, *d*) puutepinna mõõtme vähenemine ei ületa 0,2 *d*, kus *d* on needi läbimõõt.

Pikk needivars põhjustab seda, et needipea ümber tekib lisametallist kroon (joon. 134, *e*). Kroon on lubatud, kui selle kõrgus ei ületa 1,5 ... 3,0 mm ning needil ei ole teisi defekte. Neetliite välisilme seisukohalt on kroon parem eemaldada pneumaatilise haamri või lihvkettaga.

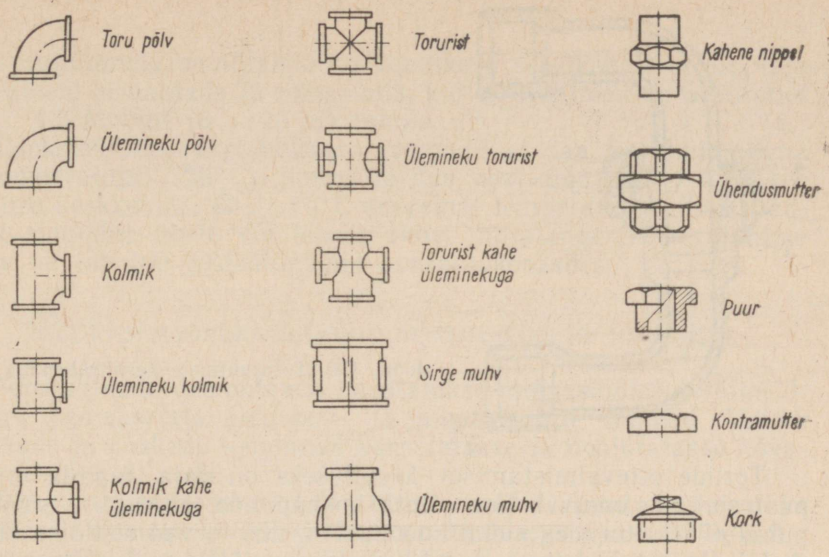
Mitteküllaldase needi pikkuse korral või peente neetide neetimisotsiku kasutamisel saadakse väike (niinimetatud väikesemõõduline) pea (joon. 134, *f*). Kui väikesemõõduline pea moodustub needi mitteküllaldasest pikkusest, siis selle ümber detailil on näha neetimisotsiku jäljed.

Needipea mõõtmete vähenemine on lubatud, kui lõtk needipea ja šablooni vahel mõõdetuna läbimõõdul ei ületa 0,1 *d* ja lõtk mõõdetuna kõrguse suhtes ei ole üle 0,05 *d*.

### 64. TORUSTIKU REMONT

Kaasaegsetes masinates ja tööpinkides kasutatakse vedeliku, õhu ja auru juhtimiseks torujuhtmeid. Need tehakse metallist: malmist, terasest, vasest, valgevasest ja alumiiniumist. Vask- ja alumiiniumtorusid kasutatakse kütte- ja määrdeõlide juhtimiseks, malmtorusid aga töötlemisjäätmete kõrvalejuhtimiseks. Keevitatud ja keevitamata terastorusid kasutatakse vastutusrikaste, suure rõhu all töötavate torujuhtmete valmistamiseks.

Toru iseloomustatakse sisemise nn. läbilaskeava läbimõõduga. Torud ühendatakse muhvide, mutrite ja äärikute abil, aga ka valtsimise, gaas- ja elektrikeevitusega. Et muuta torujuhtmete suunda täisnurga all, kasutatakse torupõlvi. Toru kõrvalejuhtimiseks magistraaltorust kasutatakse kolmikuid. Torude suunami-




Joon. 135. Torujuhtmete ühendusdetailid

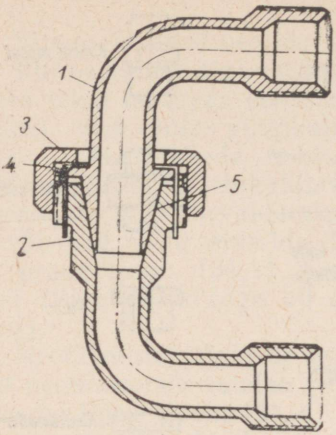
seks magistraaltorust kahes vastassuunas kasutatakse toruriste. Toru ots suletakse kübarsulguri või korgiga.

Torujuhtmete ühendusdetaile nimetatakse fitingiteks. Joonisel 135 on kujutatud mõningad fitingid. Torujuhtmete hermeetilisus saavutatakse ühendusdetailide paigaldamisega takukiu ja õlis keedetud menningu abil. Kütteõli ja gaasi juhttorude ühenduskohtadesse pannakse soojuskindlatest materjalidest — pehmest metallist, asbestist või klingeriidist — tihendid. Külmas keskkonnas asuvate torujuhtmete ühenduskohtades kasutatakse nahast, kummist, kartongist ja teistest materjalidest (nagu paroniit ja kloorvinüül) tihendeid. Tööpinkide hüdroajamites ja jahutussüsteemides tihendatakse torud spetsiaalsete tihendite abil.

## RIKETE KÕRVALDAMINE TORUJUHTMETEST

Praod ühenduskoha keevisõmbluses või torus keevitatakse. Mitmest kohast lekkiv toru asendatakse uuega. Uus toru peale eelnevat ettevalmistamist ühendatakse torustikuga gaaskeevituse abil.

Keevitamiseks viilitakse ühendustoru otstele faasid ja servad puhastatakse roostest ja porist. Faaside laius sõltub keevitatavate torude seinte paksusest. Torusid seinapaksusega 5 mm ei faasita.




Joon. 136. Torujuhtmete šarniirühendus

Torude ettevalmistamisel keevituseks on vaja tagada torude puuteservade omavaheline piluta kokkupuude. Niisuguse sobituse puhul ei teki torudes metallimoodustisi, mis teevad ristlõike kitsamaks. Pärast keevitust ei tohi torudesse jätta tagi. Õlitorustiku torud peab puhastama.

Äärikühenduste hermeetilisus taastatakse poltide pingutamisega. Kui see ei mõju, tuleb toruühendus lahti võtta ja tihend asendada samast materjalist uuega. Selle siseläbimõõt peab olema natuke suurem toru siseläbimõõdust selleks, et kui surumisel tihend natuke laieneb, ei väheneks toru ristlõige.

Keermetatud toruühendustes taastatakse ühendus detailide pingutamisega. Kui ei saa soovitud tulemust, toruühendus võetakse lahti ja koostatakse uuesti linakiu ja õlis keedetud menningu abil. Toruühendust võib hermetiseerida ka epoksüüdliimiga.

Tööpinkidel voolab jahutusvedelik šarniirühendustega torudes. Iga niisugune ühendus (joon. 136) koosneb kahest painutatud torust *1* ja *2*, mutrist *3* ja spetsiaalsest seibist *4*, mille kõrvad lähevad toru *2* soontesse ja sellega tagatakse mutri sõltumatu pingutamine. Ühendus tihendatakse mutriga *3* reguleeritavate kooniliste pindade *5* abil.

Šarniirühendustega torude ekspluateerimisel kuluvad pinnad *5* ja seib *4*. Ühendus hakkab lekkima. Tihendus taastatakse mutri *3* keeramisega. Kui see ei aita, soveldatakse pinnad *5* peene abrasiivpulbri või pastaga. Kui mutter *3* tuleb iseenesest lahti, siis vahetatakse seib.

Lekkimised gaasi-, vee- ja naftajuhtmetes, samuti teistes külmades torujuhtmetes kõrvaldatakse epoksüüdliimiga immutatud klaasriide või puuvillase riide liimimisega defekti kohtadele. Sel viisil remonditud torujuhtmeid katsetatakse 5 MN/m² (50 at) ja suurema rõhu all. Enne liimimist eemaldatakse torudelt rasvained ja torud puhastatakse.

Torujuhtmete montaažitööde keerukuse seisukohalt ei ole vaja rasvaineid eemaldada ja puhastada, kui torujuhtmed on arvutatud 0,8 ... 1,0 MN/m² (8 ... 10 at) rõhule.

Epoksüüdliimi aurujuhtmete remondil ei saa kasutada, kuna toatemperatuuri (20° C) juures tarduv epoksüüdvaik ei talu vee ja auru keskkonnas 60 ... 70° C suuremat temperatuuri. Epoksüüdlindi sidumine ühele või teisele rivist väljalangenud torujuhtme osale on lubatud hädaabinõuna avariiolukordades.

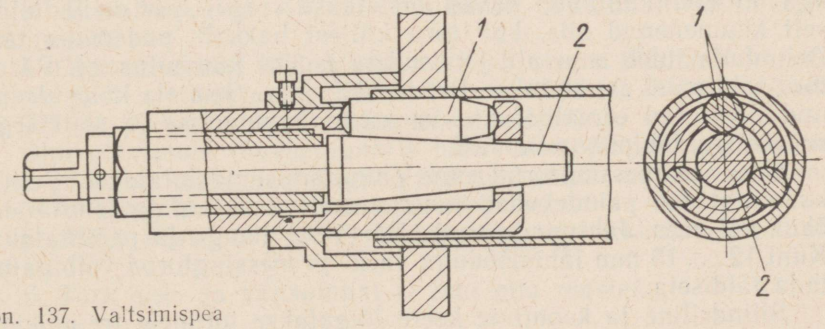
## LUKKSEPAOPERATSIOONID TORUJUHTMETE REMONDIL

Torujuhtmete demontaažil kasutatakse mitmesuguseid võtmeid: kang-, pealeasetatavaid, kett- ja nihutatavaid võtmeid. Võtme mokkade ja põskede tööpinnad karastatakse ja noolutatakse kõvaduseni *HRC* 40 ... 50.

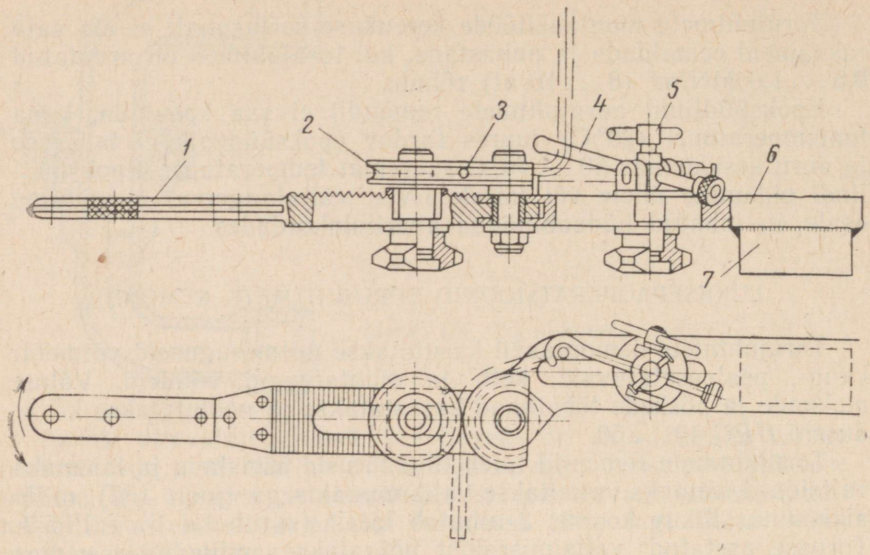
Torujuhtmete remondil tuleb tihti torusid ääristada ja laiemaks valtsida. Laiemaks valtsitakse valtsimisrakisega (joon. 137), mille pikisuunas liikuv koonus *2* nihutab laiali (surub laiali) rullid *1*. Torusse asetatud valtsimisrakist pööratakse, mille tõttu varras koos koonusega *2* pidevalt liigub ettepoole. Valtsimisrakisega koos pöörlevad rullid rullivad toru otsa ja suruvad metalli torule asetatud ääriku soontesse.

Torujuhtmete remontimisel tuleb tavaliselt montaaži jaoks vajaliku kuju andmiseks torusid painutada. Painutatakse külmalt või kuumalt, käsitsi või mehaaniliste vahenditega, liivaga täidetult või ilma. Väikseim ümardusraadius täidiseta toru painutamisel külmas olekus peab olema suurem kui neljakordne toru välisläbimõõt, muidu tekivad torul voldid ja muljutud kohad, mis vähendavad siseläbimõõtu. Liivaga täidetud torude kuumalt painutamisel väikseim painderaadius võib võrduda 3 ... 3,5 toru välisläbimõõduga.

Täidisena kasutatav peeneteraline liiv puistatakse puukorgiga suletud torusse. Sissepuistatud liiv trambitakse kinni toru raputamisega. Täitnud ja tihendanud toru liivaga (tihedalt täidetud toru




Joon. 137. Valtsimispea




Joon. 138. Torude painutamise rakis:
*1* — hoob, *2* — liikuv rull, *3* — liikumatu rull, *4* — konks, *5* — survekruvi, *6* — rakise alus, *7* — põsk

mööda lüües heli sumbub), lüüakse toru teise otsa puust kork. Pärast seda hakatakse painutama.

Joonisel 138 on näidatud kuni 30 mm-liste täidiseta torude painutamise rakis. See kinnitatakse kruustangide vahele põsega *7*. Toru peame painutama järgmiselt: käepide *1* tuleb viia tagasi aluse *6* pikiteljega 90° nurga alla; toru tuleb asetada rullide *2* ja *3* vahelisse soonde ja kinnitada konksu *4* ja survekruviga *5*; käepideme *1* ühtlase liigutamisega painutatakse toru. Rullid on vahetatavad — komplektist, mis on arvestatud torude erinevatele läbimõõtudele ja painderaadiustele.

Torude kuumalt painutamisel painutatav koht kuumutatakse ääsil või mõnes teises kuumutusseadmes kirsipunase värvuseni, aga mittepainutatavad kohad kastetakse veega. Liiv on küllaldaselt kuumenenud siis, kui toru küljest hakkab pudenema tagi. Painutada tuleb sujuvalt, jõnksudeta ja ühe kuumutusega. Pärast toru jahtumist raputatakse liiv torust välja. Seintele külgekleepunud liivaterad eemaldatakse vasaraga koputamise ja sellejärgse suruõhuga läbipuhumise teel.

Vask- ja messingtorud enne painutamist noolutatakse. Selleks kuumutatakse paindekohad tumepunase värvuseni ja jahutatakse õhus või vees. Jahtunud torud täidetakse liivaga ja painutatakse. Kuni 12 . . . 15 mm läbimõõduga vask- ja messingtorud võib painutada täidiseta.

Silindriline ja kooniline keere lõigatakse torudele treipinkidel,

torulõikepinkidel ja vahest ka käsitsi. Toru käsitsi väliskeermetamisel kasutatakse keermelõikureid, sisekeermetamisel keermepuure.

Asudes torusid keermetama, tuleb enne veenduda lõikeriista korrasolekus, puhastada lõikeriist laastust. Samuti tuleb kontrollida toru kõvadust. Kui viil jätab torule jäljed, siis tähendab see, et metall on pehme: niisugust toru võib keermetada. Kui viil toru «ei võta», siis see tähendab, et metall on kõva ja toru otsad tuleb enne keermetamist põletada.

Peene toru keermetab üks tööline, üle 1 $^1/_2$″ torud keermetatakse kahekesi, kusjuures keermelõikurit tuleb pöörata ühekorraga $^1/_4$ pööret.

Keermetatavad torud kinnitatakse spetsiaalsete rakistega — toruklambritega.

### KONTROLLKÜSIMUSED

1. Missuguseid remondiviise kasutatakse liikumatute liidete remondil?
2. Mispärast ei ole lubatud mitmekordne detailide ühendamine ja lahtivõtmine, eriti kui nad ühendatakse suure pinguga?
3. Kuidas remonditakse sise- ja väliskeeret?
4. Nimeta hammasliite taastamisoperatsioonid.
5. Kuidas kõrvaldatakse põhidefektid torujuhtmetest ja missuguseid tööriistu selleks kasutatakse?

## XIV PEATÜKK

## HÜDROSEADMETE REMONT

Hüdroseadmete töö peab rahuldama erinevatele hüdroajamitele esitatavaid üldisi nõudeid.

1. Kõik hüdroajami poolt käitatavad sõlmed peavad liikuma ühtlaselt, tõugeteta ja vibratsioonita.

2. Hüdroajam peab kindlustama ühtlase ja sujuva sõlmede kiiruse muutmise, aga ka rahuliku, tõugeteta ja löökideta liikumise reversseerimise.

3. Ettenihkekiirus ei tohi tunduvalt muutuda ettenihkejõu muutmisel.

4. Õhu sattumine hüdrosüsteemi peab olema täielikult kõrvaldatud, sest see kahjustab hüdrosüsteemi tööd (halveneb siibrite ja kolbide liikumine, tekivad ka teised häired).

Õhu olemasolu õlireservuaaris hinnatakse õli värvuse muutumise ja vahu tekkimise järgi. Vahu tekkimine on seda suurem, mida rohkem õhku on sattunud hüdrosüsteemi.

5. Hüdrosüsteemi (eriti toruühenduste) lekkimine ei ole lubatud.

6. Toru sise- ja välispinnal ei tohi olla roostet.

## 65. RIKETE AVASTAMINE JA KÕRVALDAMINE HÜDROSÜSTEEMIDE TÖÖS

Hüdrosüsteemide ekspluatatsioonis tekkivad häired on järgmised.

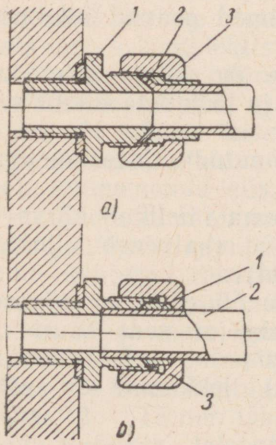
1. Väheneb tööpingi sõlmede liikumiskiirus, tekib terav müra.
2. Töölaudade, supordite ja teiste sõlmede liikumine muutub ebaühtlaseks, kusjuures jõnksud esinevad eriti väikeste ettenihete puhul.

Esimese põhjuseks on õli vähene juurdevool pumbast filtri ummistamise tõttu. Defekti kõrvaldamiseks tuleb filter puhastada ja õli filtreerida või asendada uuega.

Teise häire üheks põhjuseks on õhu olemasolu hüdrosüsteemis. Õhk võib sattuda hüdrosüsteemi tööpingi koostamisel või demonteerimisel toruühenduste ebatiheduse tõttu pumba välja- ja sissevoolutorude tihendi ja imemisava kaudu, kui selle ots on paagis õli tasemest kõrgemal.

Kui hüdrosüsteem on korras ja õhk sattus sinna tööpingi koostamisel või demonteerimisel, siis tuleb teha maksimaalse kiirusega mõned pingi tühikäigud. Õhk satub koos õliga paaki ja läheb sealt atmosfääri. Pärast seda lülitatakse sisse aeglane ettenihe ja kontrollitakse tööpingi sõlmede liikumise sujuvust. Kui jäi mõningane ebakorrapärane liikumine, antakse tööpingile veel mõned tühikäigud maksimaalse kiiruse juures.

Torujuhtmete ühenduskohtade vajalik tihendus saadakse erinevate tihenditega. Joonisel 139, *a* esitatud toruühenduses surutakse laialivaltsitud vasktoru *2* ots mutriga *3* vastu nipli *1* koonilist pinda. Kui toruühendus on ebatihe, siis tihendus taastatakse mutri *3* pingutamisega. Vahel kontrollitakse ka toru valtsitud kohti. Pragude või muljutud kohtade esinemisel tehakse korduv valtsimine või toru asendatakse uuega.




Joon. 139. Hüdrosüsteemi torude tihendamine

Teist liiki tihendus on näidatud joonisel 139, *b*. See tihendus saadakse alumiiniumist surverõnga *1* abil, mis surutakse vastu toru välispinda mutri *3* abil. Nii tihendatakse määrdeõlitorude ühenduskohad detailidega. Seda meetodit kasutatakse ka mõnedes hüdrosüsteemides. Selline tihedus kindlustab täieliku hermeetilisuse 5...6 MN/m² (50...60 kG/cm²) rõhu juures. Tihendi rõngas *1* asendatakse uuega, kui mutrit hüdrosüsteemi remondil on mitu korda pingutatud.

Ka õlijuhtmete mitteküllaldase jäikuse korral täheldatakse mehhanismide ebaühtlast liikumist (kui kasutatakse painduvaid õlikindlast kummist voolikuid). Siin tuleb voolikud asendada jäigematega ja parendada kummivoolikute metallpunutist.

Mehhanismide, näiteks töölaua jõupeade, käigu ebaühtlus on tihti tingitud pumba ebanormaalsest tööst. Sellest tulenevalt esinevad löögid, vibratsioonid ja õlirõhu kõikumine.

Hüdrosüsteemi häired võivad tekkida selle tagajärjel, et läbi imemistoru nõrgenenud toruühendustest või pumba võlli kulunud tihendustest tungib hüdrosüsteemi õhk. Kui pump töötab terava müraga, siis see on imemismagistraali filtri ummistumise tunnuseks. Võib olla ka teine põhjus: imemistoru ots võis nõrga ühenduse tõttu asetseda paagi põhjale lähemal kui poolteist toru läbimõõtu. Sellistes tingimustes raskeneb järsult õli imemine ja kergeneb õhu imemine. Ebanormaalse töö põhjuseks on ka pumba detailide kulumine.

Loetletud rikkeid saab kõrvaldada filtri puhastamisega, toruühenduste pingutamisega (eriti hoolikalt imemistorudel), pumba võlli tihendi vahetamisega ja pumba demonteerimise ning remondiga. Ummistunud imemismagistraali filter pestakse petrooleumis või leelisevannis, puhutakse läbi suruõhuga, vahel põletatakse tulel.

Drosseliga reguleeritava hüdrosüsteemiga pinkides tööorganite ettenihke (näiteks lihvpingi töölaua liikumise) sujuvus võib muutuda ülevooluklapi ebakindla töö tõttu klapi ummistumisel või klapipesa vigastamisel. Selle tõttu kõigub tihti rõhk. Rõhu kõikumine kõrvaldatakse klapi pesemisega, õli filtreerimise või vahetamisega, ka klapipesa plankimisega. Vahel tuleb klapp asendada uuega.

Kuulklapid võivad lekkida pikaajalisest tööst tingitud kuuli deformatsiooni või kuuli pesa vigastuse tõttu. Viga kõrvaldatakse uue kuuli löömisega pessa. Lüüakse vasaraga vasest, messingist või duralumiiniumist vaheklotsi kaudu. Kuuli pesa võtab löökide tagajärjel kuuli kuju.

Hüdrosüsteemi töö võib halveneda ka teistel põhjustel. Nendeks on: juhtpindade, kiilude, liistude ja kolvivarre rõngastihendi tugev pingutus; silindri ja kolvivarre mitteparalleelsus juhtpindade suhtes; kolvivarre ebaõige tsentreerimine ja halb kinnitus töölauaga või teise sõlmega; kolvivarre, kolvi ja silindri ebaühtlane

kulumine; sõlme hõõrdpindade sööbimine mitteküllaldase õlituse tõttu. Kõik need defektid kõrvaldatakse vastava reguleerimise ja ühenduskohtade kontrolliga (eelnevalt veendudes, et süsteemis ei ole õhku), aga ka remondiga.

Oletame, et on vaja kindlaks teha mehaanilised defektid mingi-suguse sõlme, näiteks töölaua liikumise sujuvuse vähenemisel.

Algul kontrollitakse õhu olemasolu hüdrosüsteemis. Õhu puudumine tehakse kindlaks selle järgi, et paagis õli pinnal ei ole õhumullikesi (vahtu), või selle järgi, et väljalaskekraanide avamisel koos õli väljavoolamisega ei ole kuulda õhu kohinat. Õhu puudumisel hüdroajam peatatakse ja lõdvendatakse liistude ja kiilude kinnitust. Hüdroajam käivitatakse uuesti ja kontrollitakse esimese reguleerimise tulemust. Kui sõlme liikumine ei läinud sujuvamaks, siis lõdvendatakse kolvivarre tihendi pingutust ja kolvivarre kinnitust. Kui liikumine paranes, on vea põhjus leitud. See kõrvaldatakse põhjaliku reguleerimisega.

Võib juhtuda, et kolvivarre tihendi pingutuse ja kolvivarre kinnituse lõdvestamine ei anna tulemusi. Siis tuleb demonteerida rikkis sõlm või lisaks veel mõni teine mehhanism ja kontrollida nende korrasolekut. Kontrollimise tulemuste järgi otsustatakse, kuidas tuleb sõlm seoses leitud mehaaniliste riketega remontida.

3. Mehhanismi liikuvate lülide ettenihkekiirus järk-järgult langeb hüdroajami lekkimise suurenemisega, mille tulemusena väheneb tunduvalt tööpingi tootlikkus. Hüdroajam lekib õli kuumenemisest tingitud paisumise tagajärjel, kui hüdrosüsteem pidevalt töötab mitu tundi. Ettenihkekiirus väheneb oluliselt ka kolvi ja silindri tihendite kulumise tõttu.

Drosseliga reguleeritavates hüdroajamitega pinkides ettenihkekiirus langeb järk-järgult peamiselt drosseli ees oleva filtri ja drosselipilu ummistumise tõttu. See esineb sisetreipinkides, treipinkides, pikifreespinkides ja teistes väikese ettenihkega pinkides, kus drossel on seadistatud väga väikesele ristlõikele.

Rikked kõrvaldatakse remondiga või kolvitihendite asendamisega ja kogu hüdrosüsteemi õli-petrooleumiseguga läbipesemisel. Süsteemi läbipesemiseks avatakse drossel maksimaalsele ettenihkele ja lülitatakse 3...5 minutiks sisse hüdroajam; seejärel seadistatakse drossel uuesti tööettenihkele. Kirjeldatud viis võib osutuda alati mitteküllaldaseks. Siis võetakse lahti kogu hüdrosüsteem ja pestakse kõik detailid petrooleumis või leelisevannides.

4. Survemagistraali asetatud filtri ummistumise ja juhtpindadel suurenevate hõõrdejõudude tõttu võib rõhk silindris tõusta. Seda vähendatakse filtri läbipesemisega ja juhtpindade puhastamisega.

5. Jaotussiibri ebaõige töö tõttu muutub hüdroajami tööorganite liikumise järjekord. Jaotussiibri ühest asendist teise nihutamiseks on vaja kasutada lisajõudu, mis sõltub jaotussiibri läbimõõdust, ümberlülitatavast õli rõhust ja ajast, mille jooksul siiber rõhu all on paigal. Jaotussiiber lülitatakse ümber kangülekande

kaudu või elektromagnetitega. Kui ümberlülitus toimub viivisega või puudub, on kogu tööpingi töötsükkel rikutud.

Jaotussiibri ümberlülituse häired võivad olla tingitud nihutamiseks vajaliku jõu vähenemisest või takistuse suurenemisest siibri liikumisel selliselt, et mõjuv jõud ei osutu enam küllaldaseks.

Ümberlülitamiseks vajalik jõud suureneb järgmistel juhtudel: a) kui siiber töötab filtreerimata õliga; b) kui siiber kuumeneb tugevalt, suureneb mahult, mille tõttu vähenevad lõtkud; c) kui siiber kiilutakse korpuses kinni suure õli rõhu tõttu või on tundide kaupa liikumatus asendis. Viimane kaasneb õli lagunemisproduktide sattumisega siibri ja korpuse vahele, kus nad võivad moodustada tunduvaid kuhjumisi. Selle kõrvaldamiseks lüüakse vasaraga kergelt vahetüki kaudu vastu siibrit ja korpust. Siibri nihutamiseks vajalik jõud väheneb ja siiber hakkab normaalselt tööle.

Kas siiber õlirõhust tingituna kiilub kinni või mitte, on kerge kontrollida madalamal rõhul töötades.

### 66. HÜDROSÜSTEEMI SILINDRITE, KOLBIDE JA KOLVIVARTE REMONT

Silinder muudab hüdrosüsteemis töövedeliku liikumise energia kolvi liikumise mehaaniliseks energiaks. Silindreid on mitmesuguse konstruktsiooniga, arvestatud erinevatele jõududele ja tööorganite kiirustele (joon. 140).

Hüdrosüsteemi remondil vaadatakse üle silindri ava ja hüdroajami kolvivars, kontrollitakse nende läbimõõte. Koonilisus ei tohi 1 m ulatusel ületada 0,03 mm; lubatud tünnilisus ja nõgusus on 0,03 mm. Kolvivarre lubatud ovaalsus ja koonilisus on 0,01 ... 0,02 mm piirides. Kui hälve ületab lubatud piiri ja silindri sisepinnal on pikijooned ning kriimustused, siis silinder treitakse ja plangitakse plankuri ning abrasiivpasta abil.

Kuni 1 m pikkune silindri ava treitakse treipingil; üle 1 m pikkused silindrid treitakse sisetreipinkidel. Puhastöötlemine tehakse tavaliselt puurvõllile kinnitatud hõõritsaga. Silindri sisepinna töötlemisel kasutatakse ka puust tornile rullitud smirgelpaberit. Torni läbimõõtu reguleeritakse otspinda löödud kiilu abil. Tootlik ja kvaliteetne on silindri avade töötlemine hoonimispinkidel. Seejuures kasutatakse spetsiaalseid hoonimispäid (joon. 141). Hoonimispead on kerge kinnitada horisontaalsisetreipingi puurvõlli külge šarniirliigendi abil (sõlm *4*).

Hoonimist (hoonimisele jäetakse 0,05 ... 0,08 mm töötlemisvaru) teostatakse klotside *2* külge liimitud abrasiivluiskudega *1*. Luiskudega klotsid seadistatakse mõõtu koonuste *5* ja *8* abil, mille vastu klotsid surutakse spiraalvedrudega *6* ja *7*. Hoon on monteeritud korpuses *3*. Reguleerinud hooni silindri ava läbimõõdule, viiakse hoon avasse juhtvõlli pööramisega. Hoonimispeale antakse

pöörlemine ja hakatakse ava töötlema hooni edasi-tagasi liigutamisega. Terassilindrite töötlemisel on hoonimispea ringkiirus 0,67 ... 1 m/s (40 ... 60 m/min) ja pikikäigu kiirus 0,17 ... 0,2 m/s (10 ... 12 m/min). Määrde-jahutusvedelikuna kasutatakse veeseebiemulsiooni või petrooleumi.

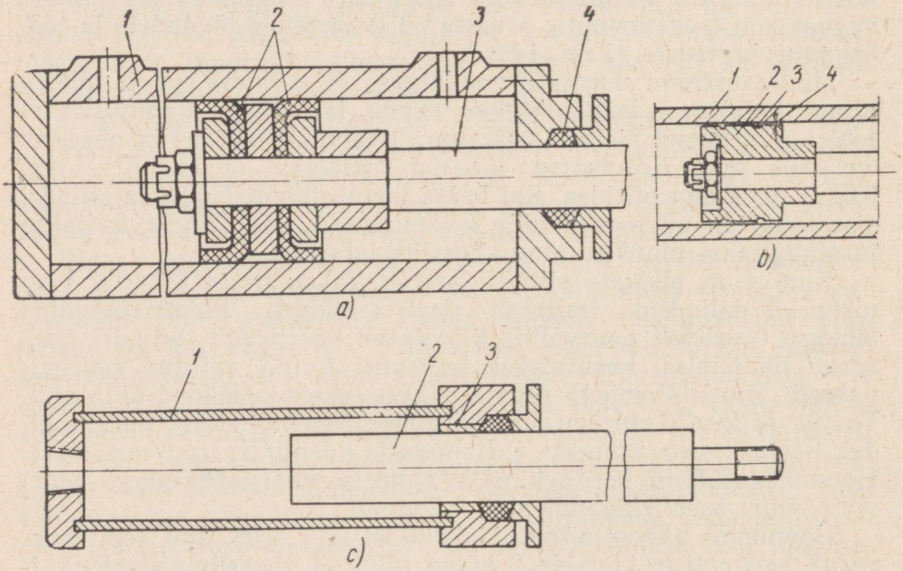
Hoonimisel saadakse 11. kuni 12. pinnasiledusklass. Samaaegselt viiakse lubatud piiridesse (0,03 ... 0,05 mm) ava ovaalsus ja koonilisus.

Pärast silindrite töötlemist suureneb nende siseläbimõõt.

Seoses sellega tuleb vahetada kolb ja mansetid.

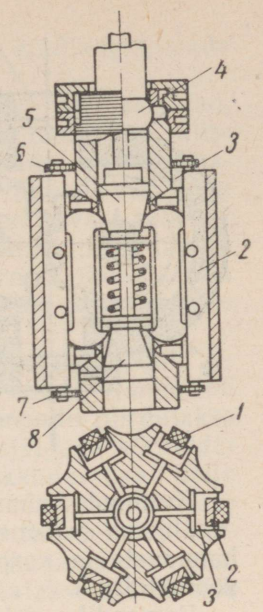
Kolvivarred remonditakse lihvimise ja järgneva plankimisega. Peened kolvivarred asendatakse uutega. Kuni 20 mm jämedused ja üle 500 mm pikad kolvivarred on otstarbekas valmistada kalibreeritud ümarmaterjalist.

Kulunud kolvid asendatakse uutega. Toodust võib teha järelduse, et hüdrosüsteemide häired enamikel juhtudel kõrvaldatakse reguleerimise, puhastamise ja õli filtreerimisega. Hüdrosüsteemi on ainult vahetevahel vaja remontida; seda harvemini, mida õigemini ekspluateeritakse hüdrosüsteemi. Tavaliselt nõuavad vähem remonti ettenihkemehhanismi ja õlijagamismehhanismi detailid




Joon. 140. Hüdrosüsteemi silindrid ja nende kolbide konstruktsioon:

*a* — mansett-tihendit omava kolviga silinder (*1* — silinder, *2* — mansetid, *3* — kolvivars, *4* — kolvivarre tihend), *b* — silinder ja mansett-tihendita kolb (*1* — silinder, *2* — kolb, *3* — rõhu tasakaalustamiskanalid, *4* — lõtk), *c* — plunžerkolviga silinder (*1* — silinder, *2* — plunžer, *3* — puks)




Joon. 141. Hoon

(klapid, jaotussiibrid, kraanid, silindrid, kolvid) ja rohkem pumba detailid.

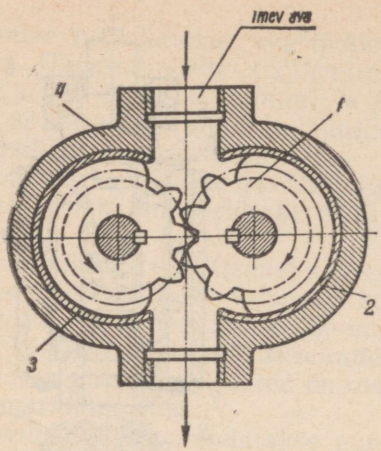
Lihvpingi silindrites, mis töötavad suurtel kolvi kiirustel ja rõhkudel kuni 3 MN/m² (30 at) lubatakse õli läbijooksu kolvi ja silindri seinte vahelt kuni 8,33 sm³/s (500 sm³/min). Seda arvestades novaatorid-remontijad valmistavad kolvid remondil 0,03 ... 0,05 mm lõtkuga (joon. 140, *b*). Niisugused kolvid töötavad hõõrdumiseta ja praktiliselt ei kulu. Peale kõige muutub töölaua liikumine sujuvamaks ja pehmemaks.

Joonisel 140 on näidatud mittekuluva silindri konstruktsioon. Nende silindrite remontimisel tuleb vahetada ainult puks *3*.

## 67. PUMPADE, HÜDROSÜSTEEMI REGULEERIVATE JA JUHTIVATE SEADMETE REMONT

### HAMMASRATASPUMPADE REMONT

Hammasrataspumbas kuluvad hammasrattad külgpindadelt ja välisläbimõõdult, pumba korpuse kokkupuutepinnad hammasratastega ja kaas. Hammasratastele mõjub ühesuunaline vedeliku rõhumine, mis on suunatud survetsoonist imemistsooni. Seepärast kuluvad korpuse sisepinnad ühepoolselt. See kulumine on seda suurem, mida suurem on vedeliku rõhk. Kui pump töötab filtreerimata õliga, siis suureneb hammasrataste hammaste, kuullaagrite ja siseneva võlli tihendiga kokkupuutuvate pindade kulumine.




Joon. 142. Kompensatsioonipukside asetus hammasrataspumba korpuses

Kulunud hammasrataspumbad töötavad ebaühtlaselt. Nende tootlikkus väheneb tunduvalt ja rõhk langeb hammasrataste hammaste ja korpuse sisepindade vahelise suurenenud õli läbivoolu tõttu.

Remondil pumba korpuse sisepinnad treitakse üle ja lihvitakse. Mahavõetava metallikihi soovitatav paksus on kuni 0,2 mm. Vanad hammasrattad asendatakse uutega, millel on töötlemisvaru külgpindade lihvimiseks (koostamisel) ja korpuse sisetreimise sügavuse võrra suurendatud peade läbimõõt.

Kui sisetreimisel tuleb maha võtta küllaltki paks laast, siis tehakse järgmiselt (joon. 142): pumba korpusesse *4* pannakse üle 3 mm seinapaksusega puksid *2* ja *3*; need pressitakse korpusesse ja otspinnad joodetakse vasega korpuse seinte külge; seejärel puksid treitakse hammasrataste *1* välisläbimõõdu järgi. Kui liimime epoksüüdliimiga, siis võib puksid asetada korpusesse käiguistuga. Kui pumba vana korpus ei võimalda kasutada vahepukse ja teha hammasrataste korrigeerimist,* valmistatakse uus korpus.

Korpuse kulunud sisepinda võib remontida ka messingi pealesulatamise ja järgneva treimisega. See viis õigustab end nendel juhtudel, kui vanad hammasrattad ei ole kulunud või kui on olemas tagavarahammasrattad. Sel viisil remontides on alati (pealesulatatud kihis) valutühemike tekkimise oht, mida saab kindlaks teha ainult treimise käigus.

Pumba korpust treitakse seest sellise arvestusega, et taastada hammasrataste esialgne telgedevaheline kaugus. Selleks treitakse

* Korrigeerimine — see on hamba profiili muutmine hammasratastes, vajalik telgedevahelise kauguse taastamiseks, mis hammasrataspumpades rikutakse hammaste vahelise radiaalse lõtku suurenemise ja pumba kulunud korpuse sisepinna tõttu. Korrigeerimisel suurendatakse hammasratastel peade- ja jalgaderingjoont selliselt, kui palju suurenes radiaalne lõtk. Korrigeeritud hammasrattad valmistatakse vastavate jooniste järgi.

korpus koos äärikuga, tsentreerides selle korpuse kuullaagripesade järgi.

Kui hammasrataspumbale valmistatakse uued hammasrattad, siis hammasrataste toorikud tuleb enne hammaste freesimist välisläbimõõdult lihvida. Lihvimisel tuleb silmas pidada, et hammasratta hammaste ja korpuse sisepinna vaheline lõtk ei oleks üle 0,02 mm. Hammasrattad valmistatakse tsementeeritavast terasest ja karastatakse kõvaduseni *HRC* 52 ... 58. Valmistamise täpsus peab olema selline, et hammasrataste viskumine ei ületaks 0,04 mm, hammasrataste hammaste ja telgede vaheline paralleelsuse hälve ei ületaks 0,03 mm.

Kui hammaste profiil ja hammasrattad välisläbimõõdult on vähe kulunud (hambumises olevate hammasrataste hammaste vahele mahub kuni 0,1 mm lehtkaliiber), siis remondil piirdutakse hammasrataste otspindade lihvimisega; kulumisjälgede kõrvaldamiseni lihvitakse ka pumba hammasratastega kokkupuutuvad nelja laagriliua (det. *7*, joon. 46, *a*) otspinnad. Pärast lihvitakse korpuse *12* otspindu hammasratastelt *1* ja *13* ning laagriliudadelt *7* mahavõetud metallikihi paksuse ulatuses. Tunduvalt kulunud hammasrattad asendatakse uutega. Koos nendega vahetatakse ajami võll, laagrid ja tihend.

Remonditud pumbad töötavad hästi, kui on kinni peetud kehtestatud hammasrataste vahelisest lõtkust ning korpuse ja vahetüki vahelisest lõtkust. Lubatud summaarne lõtk hammasrataste ja laagriliudade otspindade ning hambapeade ja korpuse sisepinna vahel on 0,03 ... 0,05 mm.

## TIIVIKPUMPADE REMONT

Tiivikpumpadel avaldub kõrvalekalle normaalsest tööst tootlikkuse alanemises, vedeliku rõhu meelevaldses tõusus ja languses ning suurenenud müras ja löökide esinemises. Kõige rohkem kuluvad (vt. joon. 47) rootor, tiivikud, kettad, tihendirõngas (korkrõngas) ja kuullaagrid.

Staatorrõngad kuluvad eriti ühelt raadiuselt teisele ülemineku kohtades, kus tekivad astmed ja kriimustused. Remondil staatorrõngad lihvitakse sisekuju järgi. Kuna sel viisil remonditud staatorrõngastega pumpadel tootlikkus langeb, püütakse kulunud staatorrõngad asendada uutega. Uued rõngad valmistatakse terasest ШХ15 või ХВГ ja karastatakse kõvaduseni *HRC* 60 ... 64.

Kulunud rootorit ei ole otstarbekas vahetada, vaid remontida, sest uue rootori valmistamine on seotud suurte raskustega. Remont seisneb soonte külgpindade paralleelsuse taastamises, kulunud rootorikaelte ja otspindade lihvimises. Kuni 0,05 mm kulunud sooned remonditakse lihvimisega abrasiivpulbriga ja plankimisega lihvimispasta abil. Soonte külgpindade lubatud mitteparalleelsus

on 0,02 mm. Kui külgpinnad on rohkem kulunud, siis nende paralleelsus taastatakse tööpingil peene abrasiivkettaga lihvimise teel ja käsitsi plankimisega. Soone laiuse suurenemisel tuleb tiivikute paksust suurendada, mis aga omakorda suurendab tiivikute survet vastu staatorit, kiirendades selle kulumist.

Kulunud rootorikaelad taastatakse kroomimisega. Rootorikaelu võib remontida ka lihvimisega, kompenseerides mõõtmete vähenemise uute ketaste (valmistatakse pronksist ОФ10-1, АЖ9-4 jt.) hoolika sobitamisega lihvitud rootorikaeltele.

Samaaegselt rootorikaeltega lihvitakse ka rootori otspinnad. Seejuures tuleb kinni pidada rootorikaelte samatelgsuse tolerantsist, mis on 0,02 mm. Lubatud otspindade viskumine on 0,15 ... 0,02 mm raadiusel 40 mm.

Tunduvalt kulunud tiivikud asendatakse uutega, mis on valmistatud vastavalt tehnilistele tingimustele.

Tiivikpumpade remont on küllalt töömahukas ja seepärast on paljudel juhtudel kasulikum kulunud pumbad asendada uutega. Remontida on otstarbekas ainult tühiste defektide korral. Näiteks kui lõdveneb tihendus või on vaja vahetada kuullaagrid.

## KOLBPUMPADE REMONT

Põhilisteks häireteks, mida võib täheldada kolbpumpade (joon. 48) juures, on löögid, müra ja rõhu langus. Häirete võimalikeks põhjusteks on õhu olemasolu hüdrosüsteemis, mitteküllaldane õli surve karteris ja kolbide või klappide vigastused.

Et kõrvaldada häired pumpa remontimata, lastakse kõige enne pumbast kaane *12* ava kaudu välja õhk ja kontrollitakse toruühendusi. Edasi keeratakse välja korgid *13*, et teha kindlaks, kas klapp on ummistunud või mitte. Kui need kontrollimised ja kontrolli tulemustest tingitud abinõud ei anna soovitud tulemusi, tuleb pump remontida.

Enne pumba remontimist tuleb eemaldada surve- ja imitoru. Edasi võetakse pump hüdrosüsteemist välja ja demonteeritakse, uurides hoolikalt detailide väliskuju ning seisukorda. Seejärel kulunud detailid töödeldakse. Kolbide avad treitakse või hõõritsetakse. Järgnevalt avad plangitakse, tagades avade normaalse koonilisuse ja ovaalsuse — 0,01 mm. Tühise kulumise korral piirdutakse plankimisega, mida tehakse malmist, vasest või pronksist valmistatud spetsiaalsete plankuritega.

Kulunud kolvid vahetatakse uutega. Uued kolvid sobitatakse neile ettenähtud avadesse soveldamisega. Kolvid peavad vabalt sisenema silindritesse, hüpeteta, nii et püstasendis kolvid laskuksid oma raskuse tõttu sujuvalt alla. Suurim lubatud lõtk kolvi ja silindri vahel on 0,015 mm.

Tunduvalt vigastatud klapid (det. *21*, joon. 48) asendatakse uutega, mis sobitatakse hoolikalt kolvi pessa.

Soveldamise ja sobitamise kvaliteeti hinnatakse kolvi ja klapi puutepindadel tekkivate jälgede järgi. Ühtlane jälgede asetus koos pindade mattvarjundiga on hea sovelduse kvaliteedi tunnuseks.

Kui kuulklapp liibub ebatihedalt vastu pesa, siis defekt kõrvaldatakse pesa muljumisel kuuliga. Selleks lüüakse kuulile vahetüki kaudu vasaraga. Kui see ei aita, siis valmistatakse uue pesaga alus ja vahetatakse kuul.

Pumba koostamisel tuleb kinni pidada eeskujulikust puhtusest. Nõelrullid *9* asetatakse võllidele solidooliga. Kaante *12, 23* otspinnad ja korpused peavad olema hoolikalt puhastatud pabertihenditest ja lakist; uued tihendid asetatakse peale nitrolakiga. Kulunud mansett *24* vahetatakse. Kõik kaante kinnituskruvid keeratakse kinni.

Remonditud pump paigaldatakse kohale ja ühendatakse imi- ja survetoruga. Pumpa kallatakse õli. Pärast seda katsetatakse pumpa algul tühikäigul, pärast töökoormusel.

## HÜDROSÜSTEEMI REGULEERIVATE JA JUHTIVATE SEADMETE REMONT

Klappide, jaotussiibrite (joon. 49) ja kraanide remont (nagu valmistaminegi) ei põhjusta erilisi raskusi. Kõige tähtsam on keermetatud liidete täpne valmistamine, nõelte ja klapipindade plankimine ning vedrude valik.

Jaotussiibrite ülevaatamisel kontrollitakse, et ei oleks siibritel ja nende avadel kriimustusi. Avad taastatakse käsitsi hõõritsemise, sisetreimise ja plankimise teel. Remonditav või valmistatav siiber lihvitakse ava läbimõõdu järgi, pidades kinni 1. täpsusklassi tiheistu tolerantsidest. Lihvitud siiber soveldatakse korpuses peene pasta ja petrooleumi seguga.

### KONTROLLKÜSIMUSED

1. Kuidas tehakse kindlaks ja kõrvaldatakse häired hüdrosüsteemides?
2. Missuguseid kontroll-reguleerimisviise kasutatakse hüdroajamite häirete kindlakstegemisel?
3. Kuidas remonditakse hammasrataspumpi?
4. Milles on tiivikpumpade remondi olemus?
5. Missugused on kolbpumpade remondi iseärasused?

XV PEATÜKK

# TÖÖSTUSSEADMETE REMONDI JÄRJEKORD

Meelevaldse mehhanismi või mehhanismide süsteemi remondil tuleb kinni pidada kindlaksmääratud tegevuse järjekorrast. See järjekord on põhimõtteliselt järgmine:

1) rikete kindlakstegemine;
2) demonteerimise järjekorra määramine;
3) demonteerimine sõlmedeks ja detailideks, nende pesemine;
4) detailide kulumise iseloomu ja suuruse kindlaksmääramine, nende defekteerimine;
5) detailide remont;
6) mehhanismi koostamine detailide sobitamise teel;
7) koostatud mehhanismi kontroll ja reguleerimine.

## 68. TÖÖPINKIDE DEMONTEERIMINE

### DEMONTEERIMISE ETTEVALMISTUS

Mehhanismide remondiga on peaaegu alati seotud nende demonteerimine, mida alustatakse pärast seda, kui on küllaldase täpsusega kindlaks määratud iga antud mehhanismi põhilised rikked. Rikked tehakse kindlaks mehhanismi välisvaatlusega, töölise käest küsimisega ja käitatud mehhanismi kuulamisega.

Välise vaatlusega tehakse kindlaks, kas mehhanismi detailidel on kriimustusi, löögijälgi, muljutud kohti, mõrasid, murdekohti, paindeid ja teisi nähtavaid defekte; hinnatakse ka määrde- ja kaitseseadmete olukorda.

Töölise käest küsimisel saadakse teada, missugused häired on ta erinevatel töörežiimidel avastanud.

Töötava masina kuulamisega selgitatakse müra ja löökide iseloom ning jälgimisega tehakse kindlaks vibratsiooni olemasolu.

Tööpingi või masina remondi edukas läbiviimine sõltub tunduvalt sellest, kuidas neid demonteeriti. Demontaažioperatsioonid on vastutusrikkad ja nad tehakse iga antud agregaadi puhul kindla tehnoloogia järgi.

Enne tööpingi demonteerimist on vaja tutvuda selle ehitusega, sõlmede ja detailide omavahelise koostöö ja otstarbega. Kui tööpingi sõlmede koostööd ei saa selgitada vaatlemisega, siis tuleb tutvuda antud tööpingi instruktsioonide ja joonistega ning pärast seda asuda demonteerimise juurde. Samuti tuleb enne ühe või teise sõlme detailset demonteerimist hästi selgeks õppida nende siseehitus, üksikute detailide kinnitusviis ja määrata kindlaks lahtivõtmise järjekord.

Enne keerukate ja vastutusrikaste sõlmede demonteerimist ning

demonteerimise ajal on soovitatav teha nendest skeemid ja visandid, eriti neil juhtudel, kui remonditöölisel on esmakordselt tegemist niisuguste sõlmedega. Demonteerimise ajal tuleb kanda detaili mittetöötavatele otspindadele numbrilised märgid, mis kergendavad detailide valikut ja koostamist.

Demonteerides kinnitusdetaile, tuleb alati silmas pidada, et mõned detailid, kui osa kinnitusi on lahti võetud, võivad kaotada tasakaalu ja langeda. See aga võib põhjustada avarii või on ohtlik töölistele. Seetõttu tuleb kinni pidada vastavatest ettevaatusabinõudest. Näiteks raske toendi mahavõtmisel on vaja lahti võtta ülemine polt ja teostada usaldavalt toend. Üldiselt detailide demonteerimisel on vaja arvestada nende raskuskeset ja detaili nihke suunda enne, kui vabastada üks või teine kinnitus.

Suurte ja eriti keeruliste tööpinkide ning masinate demonteerimist juhib otseselt tsehhi mehaanik, aga unikaalsete tööpinkide demonteerimist tehase peamehaanik.

## DEMONTAAŽI JÄRJEKORD JA EESKIRJAD

Demonteerimine viiakse läbi kooskõlas järgmiste eeskirjadega:

1) demonteerida tuleb tööriistade ja rakistega, mis ei riku kõlblikke detaile;

2) detailidele võib vasaraga lüüa ainult puust või pehmest metallist vahetükkide või alustükkide kaudu;

3) demonteeritud detailid tuleb eemaldada ettevaatlikult, ilma neid kahjustamata;

4) raskesti äravõetavaid detaile ei tohi mõjutada suurte jõududega; tuleb selgitada kinnikiilumise põhjus ja see kõrvaldada;

5) pikkade võllide demonteerimisel tuleb kasutada tugesid;

6) iga demonteeritava sõlme detailid tuleb asetada erinevatesse kastidesse, mitte laduda virna; eriti ettevaatlikult tuleb asetada hästitöödeldud pindadega detailid;

7) kastid kaetakse kaantega;

8) sõlme täielikul demontaažil asetatakse poldid, seibid ja teised kinnitusdetailid spetsiaalsesse kasti; osalisel demontaažil on otstarbekas asetada kinnitusdetailid tagasi oma avadesse;

9) suured detailid asetatakse remonditava pingi kõrval asuvatele alustele.

Enne demontaaži on vaja: valmistada pingi ümber ette remondipind, mis on küllaldane normaalse töö tegemiseks, tööpingilt mahavõetavate detailide õigeks asetamiseks ja küljele pööramiseks; kontrollida kõiki tööks vajalikke, kõlblikke ja katsetatud trappe, tõsterakiseid; valmistada vajalik hulk alustükke, tugitalasid ja riiuleid mahavõetavate detailide asetamiseks ja selleks, et kaitsta veel lahtivõtmata detaile ja sõlmi langemise eest. Mehhanismi asutakse demonteerima pärast seda, kui masin on elektrivõrgust välja lülitatud.

Paljudest võllidest, hammasratastest, hoobadest ja teistest detailidest koosnevate keerukate sõlmede (näiteks kiirustekasti või ettenihkemehhanismi) demontaažil on raske kindlaks määrata üksikute detailide väljapressimise ja mahavõtmise suunda. Kerge ei ole valida ka demontaaži viisi. Allpool tuuakse kaks näidet spindli ja laagrite demontaaži kohta.

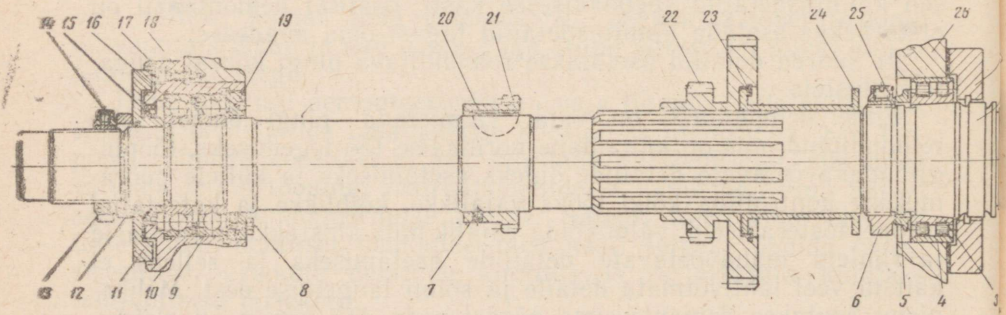
Näide 1. Universaaltreipingi 1K62 spindlisõlme (joon. 143) demontaaž.

Esmalt keeratakse välja esipuki korpusest *26* ääriku *1* kinnituskruvid (need kruvid on joonisel näitamata) ja võetakse äärik maha. Seejärel lõdvendatakse fiksaatorkruvi *14*, keeratakse maha mutter *13* ja võetakse ära temperatuuri kompensatsioonirõngas *12*.

Järgmisena keeratakse välja spindli *2* hammasratta *21* seadekruvi *7* ja joonisel 144, *c* näidatud rakisega tõmmatakse spindel korpuse tugipindadelt maha. Selleks viiakse rakise kruvi *2* spindlisse, vastu spindli vasakut otspinda surutakse seib *6*, vastu esipuki korpuse otspinda, kus oli kinnitatud äärik *1* (joon. 143), surutakse rakise kettal asuvad sõrmed ja keeratakse rakise käepide toeni.

Spindlit nihutatakse natuke tugedelt ja võetakse maha spetsiaalrõngas *11*. Jätkates spindli nihutamist, pressitakse viimane radiaaltugilaagritelt *9* ja *16* välja koos rull-laagrist *3*, tugilaagrist *5* ja mutrist *6* koosneva esitoega. Spindel võetakse esipuki korpusest välja. Et väljavõtmisel spindel ei lööks vastu esipuki korpust, tuleb ta toestada.

Spindli väljatõmbamisel hammasratas *22*, mille puks *24* on kinnitatud spindlil hammasratta külge vedrurõnga *23* abil, toetub vastu esipuki korpuse *26* otspinda. Hammasratas *21* toetub vastu hammasratta *22* otspinda. Spindli edasisel väljapressimisel need hammasrattad tulevad kergelt spindlilt maha.




Joon. 143. Universaaltreipingi 1K62 spindel

Edasiseks etapiks on spindlitugede demontaaž. Demontaaži algul lõdvendatakse seadekruvi *25*, keeratakse välja mutter *5*, võetakse ära rõngas *5*. Seejärel võetakse maha tugipuksi abil rull-laager *3*. Selleks surutakse tugipuks vastu rull-laagri sisevõru ja haamri kergete löökidega nihutatakse rull-laager kooniliselt spindlikaelalt. Rull-laagri välisvõru võetakse korpusest välja joonisel 144, *c* näidatud rakisega või spetsiaalse väljalöökuriga.

Spindli tagatuge võib demonteerida esipuki korpuses või riiulil pärast seda, kui esipuki avast on eemaldatud spetsiaalne kruvidega *17* kinnitatud puks *18*. Parem on tagatuge lahti monteerida puksi *18* esipuki korpusest välja võtmata. Sellega säilitatakse puksi istu iseloom korpuses. Puksi väljapressimine on õigustatud ainult juhul, kui on vaja taastada laagri avad. Väljapressimist tehakse joonisel 144, *b* kujutatud rakise abil.

Tagatoe demontaažiks (joon. 143) lõdvendatakse fiksaatorkruvi *8* ja keeratakse ära mutter *19*. Spetsiaalse löökuri ja vasara abil lüüakse välja laagrid koos vaherõngaga *10*. Pärast seda võetakse ära tihend (mansett) *15* ja liist *20*.

Näide 2. Laagrite demontaaž.

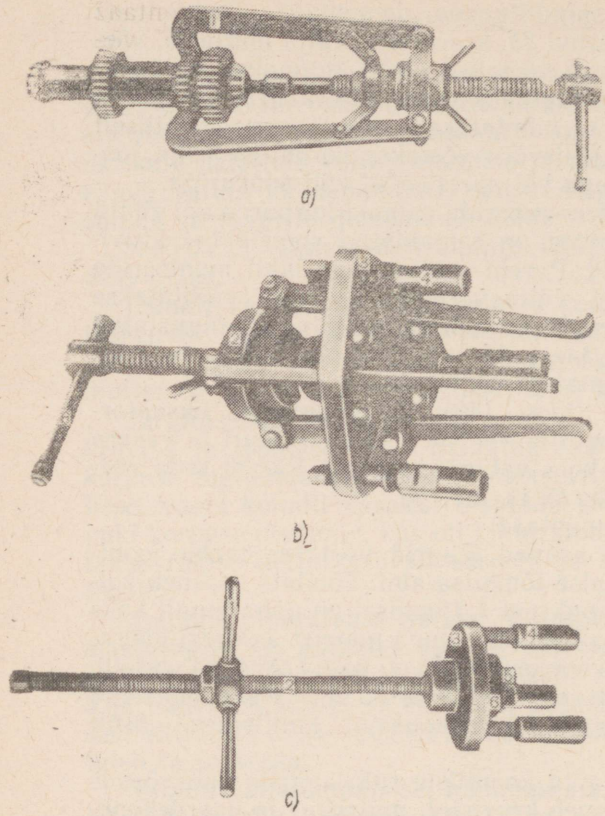
Võlli otspinna lähedal asuvad laagrid võetakse maha joonisel 144, *a* näidatud spetsiaalse tõmbitsa abil. Tõmbits koosneb kolmest pihisarnasest haardekonksust *1* (joonisel on näha ainult kaks haardekonksu), kruvist *3* ja käepidemetega mutrist *2*. Mutri pööramisega nihutatakse haardekonksud nii, et nad haaravad detaili. Seejuures kruvi *3* toetatakse vastu võlli tsentriava. Käepidemetega mutri pööramisel tõmbavad haardekonksud kuullaagri võllilt maha.

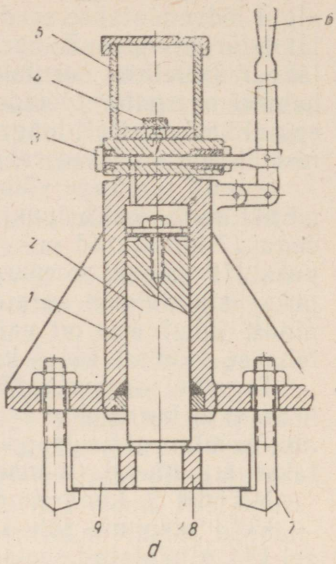
Joonisel 144, *b* on näidatud kooniliste rull-laagrite välisvõrude demontaaži rakis. See koosneb kruvist *1*, mutrist *2* ja haardekonksudest *5*. Laagri väljapressimiseks korpusest viiakse haardekonksud laagri võru taha ja käepidemega *6* hakatakse pöörama kruvi *1*. Seejuures toetub kruvi vastu plaati *3*, mis omakorda toetub kolme reguleeritava tugisõrmega *4* vastu korpust ja tõmbab laagri korpusest välja.

Kirjeldatud rakisega pressitakse välja laagrite välisvõrud läbimõõduga 62 ... 120 mm.

Veerelaagrid siseläbimõõduga üle 25 mm pressitakse korpusest välja joonisel 144, *c* kujutatud rakisega. Rakise kruvi *2* läbib vabalt tugisõrmedega *4* ketta *3* ava. Kruvi ühes otsas on mutter *5* ja vahetatav tugiseib *6*, teises otsas käepidemetega mutter *1*.

Et tõmmata laager korpusest välja, võetakse ära mutter *5* ja seib *6* ning pistetakse kruvi *2* läbi laagri siseava; seejärel nihutatakse demonteeritava sõlme korpuse juurde tugisõrmed *4*, asetatakse kruvi otsa vahetatav seib *6* ja keeratakse mutter *5* kinni, et seib toetuks vastu laagrit. Pärast seda keeratakse käepidemetega mutrit *1* ketta *3* toeni. Pöörates mutri *1* käepidemeid, pressitakse laager korpusest välja.




Joon. 144. Tõmbitsad:
*a* — kuullaagrite mahavõtmiseks võllilt, *b* ja *c* — kuullaagrite välisvõrude ja teiste detailide väljapressimiseks, *d* — hüdrauliline tõmbits.

Kirjeldatud rakis ei riku demontaažil laagrite istupindu ja kaitseb laagreid vigastuste eest. Neid rakiseid kasutatakse ka antud sõlmede koostamisel.

Laagrite, siduripoolte, hoorataste ja teiste detailide väljapressimiseks kasutatakse viimasel ajal hüdraulilisi tõmbitsaid. Neid on lihtne käsitseda ja nad kergendavad tööpingi sõlmede demonteerimise operatsioone.

Hüdrauliline tõmbits (joon. 144, *d*) koosneb silindrist *1*, kolvist *2*, plunžerpumbast *3* ja õlipaagist *5*. Kolb liigub paagist imetava õli tõttu. Õli imetakse silindrisse läbi mutri *4* ava plunžerpumba *3* käepideme liigutamisega. Kolvi tagasiliikumisel surutakse õli läbilaskeava kaudu õlipaaki tagasi.

Hüdraulilist tõmbitsat kasutatakse nagu teisigi. Et detailist *9* pressida välja puks *8*, asetatakse detail haardekonksude *7* vahele ja kolvi *2* allaliikumisel pressitakse puks detailist välja.

Pärast tööpingi demontaaži tuleb detailid ja sõlmed puhastada ning pesta. Mida puhtamad on detailid, seda kergem on avastada defekte. Samuti parendab mustunud detailide puhastamine ja pesemine remondi sanitaartingimusi.

Puhastada ja pesta tuleb detailid ka sel juhul, kui me valmistame neid ette taastamiseks või värvimiseks.

Remonditavate seadmete detaile puhastatakse termiliselt (tulel), mehaaniliselt, abrasiiviga ja keemiliselt.

Termiline viis seisneb selles, et detaile puhastatakse (rooste ja vana värvi eemaldamiseks) leegiga.

Mehaanilisel puhastamisviisil kõrvaldatakse vana värv, roosteplekid ja kalgestunud õlikiht detailidelt harjadega, haaveldamisega, rootormasinatega ja teiste kantavate mehhanismidega.

Abrasiivsel puhastamisviisil puhastatakse detailid põhiliselt hüdro-liivajoaseadmetega.

Keemilisel puhastamisel eemaldatakse vana värv, määre, õlikiht ja teised määrdeained spetsiaalse pasta või kustutamata lubja, kriidi, sooda, masuudi ja teiste komponentide lahustega.

Detailid pestakse mehhaniseeritult statsionaarsetes või liikuvates pesemisseadmetes tugeva joa all, mis moodustub vedeliku suunamisel pumbast kindla rõhu all.

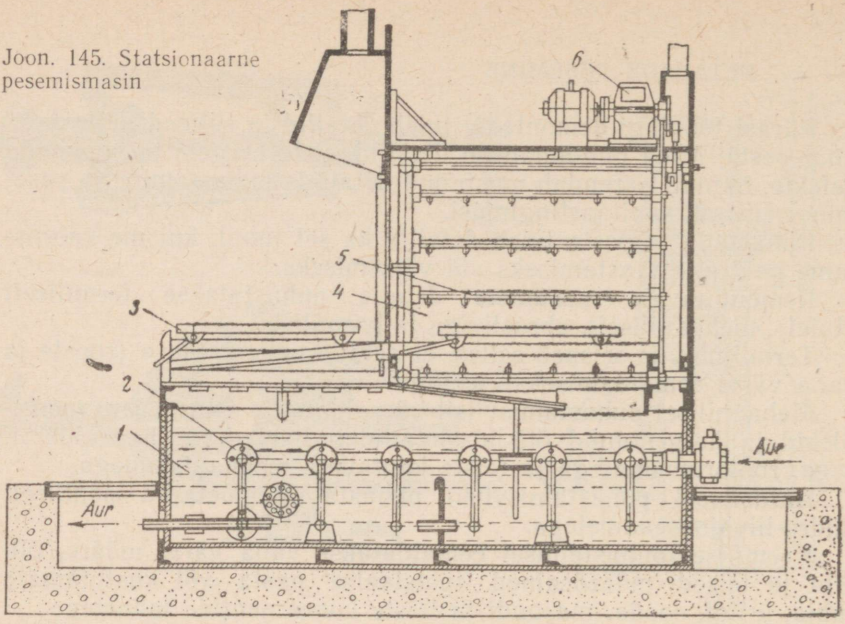
Pesemismasinal (joon. 145) on 2,5 m³ mahuga paak *1*, milles asub pesemisvedelik. Pesemisvedelikuna kasutatakse 3...5%-list kaltsineeritud sooda lahust või 0,5%-list seebivee lahust. Vedeliku taset kontrollitakse ujuki abil (joonisel ei ole näha). Aururadiaator *2* soojendab vedeliku kuni 80° C. Vedeliku temperatuuri kontrollitakse manomeetrilise termomeetriga. Vedeliku soojendamiseks vajalik auru kulu on orienteerivalt 0,042 kg/s (150 kg/h).

Spetsiaalsesse kasti asetatud detailide sisseviimiseks kasutatakse vankrit *3*, mida veeretatakse mööda juhtpindu pesemismasina ülemises osas asuvasse pesemiskambrisse *4*. Pärast seda suletakse pesemiskambri uks ja lülitatakse sisse pumbaajami elektrimootor.

Paagist imetav vedelik suunatakse filtri ja tsentrifugaalpumba kaudu pesemiskambri hüdrantidesse, täites pesemiskambri sisemuse vedelikuga. Hüdrandid on asetatud rõngakujuliselt ja omavad otsikuid, mille kaudu vedelik peseb detaile pealt, alt ja külgedelt.

Iga otsikut saab pöörata meelevaldses suunas. Elektrimootorist, reduktorist ja vändast koosnev mehhanism *6* võib anda otsikutega hüdrantidele 45°-se amplituudiga võnkumise.

Pesemine on kinnise tsükliga, mistõttu vedeliku mustumisel tuleb paak puhastada. Selleks on ette nähtud kaks luuki. Vedelik lastakse välja spetsiaalse ventiili abil. Detailide väljavõtmisel ja masina töö ajal tekkivate aurude kinnipüüdmiseks kasutatakse varjet, mis on lülitatud loomuliku ventilatsiooni süsteemi.




Joon. 145. Statsionaarne pesemismasin

Kaasaegsetest detailide puhastusviisidest on kõige efektiivsem ultraheliga puhastamine.

Selle meetodi puhul hakkab lahus ultraheli võnkumiste tsoonis võnkeallika sagedusega vibreerima, mille mõjul kõik detaili pinda mustavad osakesed uhutakse silmapilkselt maha.

Detaili kuju ei oma pesemisel tähtsust. Puhastamise kvaliteet ja kiirus sõltuvad ainult töövedeliku koostisest. Detaili pindadel asuvatele osakestele keemiliselt mõjuvad lahused kiirendavad ja parendavad puhastusprotsessi. Näiteks triklooretüleen ja teised kloorsüsivesikud puhastavad väga hästi detaili rasvast ja õlist.

Puhastamine toimub spetsiaalsetes vannides või agregaatides, mille konstrueerimisel on arvestatud pesemisvedeliku efektiivset ergutamist ultraheli võnkumiste abil.

Ultraheliga pesemisseadmetel kasutatakse magnetostriktsioonmuundureid ПМС-6М, mida toidetakse ultraheligeneraatorite УЗГ-10 ja УЗГ-2,5 abil. Magnetostriktsioonmuundur on ette nähtud võnkumiste tekitamiseks vedelikus ja tal on suurem kiirgamispind (300 mm rõnga näol). Muunduri võnkesagedus on 20 kHz ümber. Sõltuvalt vanni tüübist on nimivõimsus 2,5 . . . 10 kW. Generaator УЗГ-10 on arvestatud väljuvale võimsusele 8 kW sageduse reguleerimispiiridega 18 . . . 25 kHz.

Muundur asetatakse vanni nii, et kogu transformaatori kiirgamispind puutuks kokku pesemisvedelikuga.

Vann on suletud heliisolatsiooniga keresse. Vanni on sisse ehitatud gaaside väljalasketorud, mis on ühendatud tsehhi ventilat-

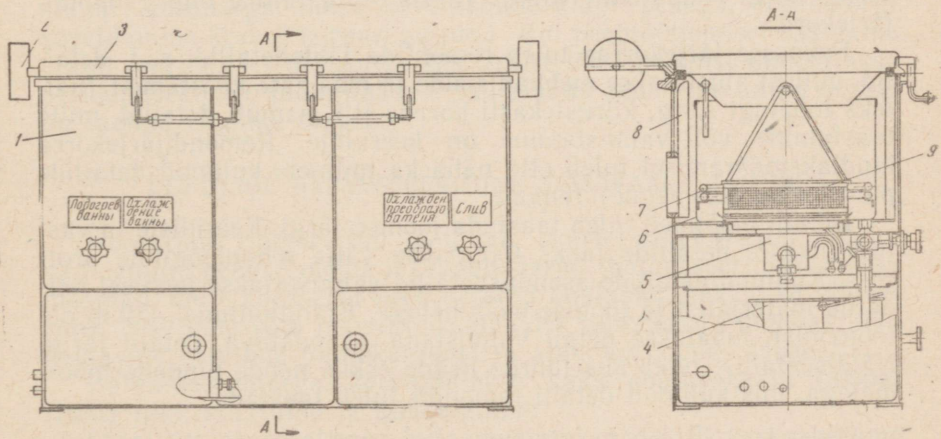
sioonisüsteemiga. Vannides on ette nähtud vedeliku soojendamise ja jahutamise võimalus. Elektriseadmete montaažil on arvestatud põlevate vedelike kasutamist vannides.

Vaatame ultrahelivanni УЗВ-17 (joon. 146) ehitust. See ultrahelivann koosneb ultraheli võnkeallikatest, võrgust, kuhu asetatakse puhastatavad detailid, heliisolatsiooniga kerest, ventilatsioonisüsteemist, võnkeallikate ja nende elektrilise toiteskeemi jahutussüsteemist.

Vannid valmistatakse roostevabast lehtterasest keevitamise teel. Vanni põhjale on kinnitatud ultraheliallikad. Vannis on avad vedeliku väljavoolamiseks. Nagu juba eespool selgitati, on ultraheli võnkumiste allikaks magnetostriktsioonmuundur ПМС-6М. Muundur koosneb mootorist ja diafragmast. Mootori magnetjuhe on koostatud raud-koobalt plaatidest.

Läbides mootori mähise, tekitab vahelduvvool magnetjuhtmes magnetvälja. Vahelduv magnetväli kutsub omakorda magnetjuhtmes esile pikimagnetostriktsiooni — vahelduva pikenemise ja lühenemise. Mootori sobivate töökarakteristikute paremaks ärakasutamiseks polariseeritakse (magnetiseeritakse) magnetjuhe alalisvooluga. Mootori võnkumised antakse edasi laialilaotatud pinnaga diafragmale. Muundurite kinnitamisel vanni põhja külge kasutatakse tihenditena happe- ja bensiinikindlast kummist raame. Heliisolatsiooniga kest kindlustab müra vähenemist, mis muunduritel tekib töö käigus. Ventilatsiooniseade (väljalasketoru) asetseb kaane all vanni pikkuse ulatuses.

Vedeliku soojendamiseks ja jahutamiseks kasutatakse vannides spiraale, mida mööda tsirkuleerib soe või külm vesi.




Joon. 146. Ultrahelivanni УЗБ-17 ehitus:

*1* — heliisolatsioonkest, *2* — vastukaal, *3* — kaas, *4* — vedeliku paak, *5* — magnetostriktsioonmuundur, *6* — vann, *7* ja *8* — torud gaaside väljajuhtimiseks, *9* — võrk puhastatavate detailidega

Pärast pesemist on detailide tööpindadel hästi näha kriimustused, mõrad ja löögikohad. Defekti kindlaksmääramiseks tuleb detaili mõõta vajaliku täpsusega.

Suured detailid puhastatakse defektide kindlaksmääramiseks petrooleumi kastetavate kaabitsate ja kaltsudega. Keskmised detailid pestakse ja vabastatakse rasvast petrooleumi- või bensiinivannides ja paakides või leelisevannides. Pestud detailid kuivatatakse õhus või pühitakse kuivaks puhta kaltsuga.

Pestud ja kuivatatud detailidel määratakse defektid kindlaks pärast nende komplekteerimist sõlmede järgi, mida tuleb hoolikalt ja tähelepanelikult teha. Iga detaili tuleb esmalt vaadelda, seejärel kontrollitakse vastava kontrollmõõteriistaga detaili kuju ja mõõtmeid. Vahel kontrollitakse antud detaili koostööd teiste sellega liites olevate detailidega.

Detailid praagitakse kolme rühma: kõlblikud, remonti või taastamist vajavad ja kõlbmatud, mis antakse vanarauaks. Defektide kindlaksmääramisel on soovitatav detailid markeerida, sest see kergendab edasiste remondioperatsioonide läbiviimist. Detailid, mis defektide kindlaksmääramisel otsustati asendada, hoitakse alles mehhanismi remondi lõpuni. Neid võib vaja minna jooniste koostamisel või uute näidisdetailide valmistamisel.

## 69. ETTEVALMISTUSED KOOSTAMISEKS

Mehhanisme remonditakse sellise arvestusega, et seadmete seisak oleks võimalikult väike. Tähtis on detailide õige remondijärjekord.

Esimeses järjekorras tuleb remontida lähtedetailid, s. t. detailid, millest alustatakse mehhanismide ja masinate koostamist (näiteks tööpingi sáng, kiirustekasti korpus jt.), samuti detailid, mille taastamine või valmistamine on keeruline. Remondijärjekorra kindlaksmääramisel tuleb ette näha ka mitmete kulunud detailide paralleelne (üheaegne) remont.

Detaili mõõtmed tuleb taastada joonise järgi. Keeruliste ja vastutusrikaste detailide jaoks töötatakse välja tehnoloogiline protsess. Kulunud detailide asendusdetailid valmistatakse joonisel näidatud materjalist ja joonise mõõtmetega. Erandjuhtudel, kui ei ole tööjoonist, lubatakse detail valmistada asendatava detaili järgi. Näidisdetailile tuleb siis juurde lisada eskiis nende pindade mõõtmetega, mis kulunud detaili remondil tuleb taastada.

Lihtsad detailid valmistatakse koha järgi. See tähendab, et detail sobitatakse mehhanismi jäänud vähe kulunud detailiga. Sel remondiviisil sobitatakse võll puksi, hammasratta või mõne teise vastava detailiga, kusjuures asendamiseks valitakse vähem töömahukas, järelikult odavam detail. Uue detaili mehaanilisel töötlemisel jäetakse sobitamise jaoks istupinnale töötlemisvaru.

Levinumateks sobitustöödeks on viilimine, puhastamine, soveldamine, poleerimine, kaabitsemine. Kuna puutepindade seisukord avaldab olulist mõju mehhanismide tööeale, on sobitamisel vaja kindlustada nõutav pinnakaredus kooskõlas joonise või näidisetaloniga. Kui see ei õnnestu lukksepatööga, siis tuleb detail töödelda tööpingil.

Detailide ettevalmistamisel koostamiseks mõned neist viilitakse, kõrvaldades sellega löögijäljed, muljutud kohad, kraadid ja teised defektid. Löögijäljed ja kriimustused võllikaeltel, telgedel ja spindlitel viilitakse peenviiliga ja silutakse smirgelpaberi või luisuga. Hammasülekannetes puhastatakse hamba servad, viilitakse maha kraadid. Mõnedesse detailidesse tuleb enne koostamist puurida avad (sealhulgas ka õliavad), raiuda õlisooned. Joonisel ettenähtud või näidisdetaili järgi töödeldavad avad tuleb puurida vajaliku täpsusega.

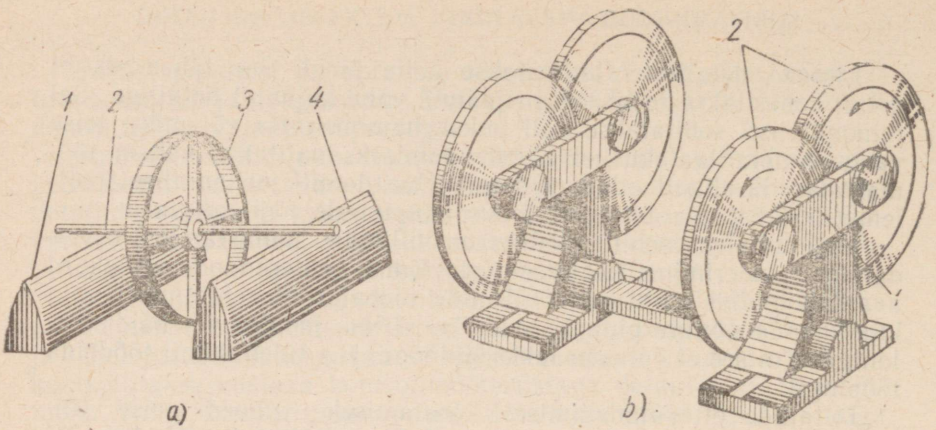
Kui remondil või koostamisel on vaja saada väikese metallikihi mahavõtmise teel detaili täpne ist või mõõde, siis kasutatakse plankimist. Plankimiseks jäetakse 0,01 ... 0,02 mm suurune töötlemisvaru. Kui plankimisel koostöötavad detailid töötlevad teineteist, siis seda nimetatakse soveldusek (näiteks siibri soveldamine silindri korpusega, klapi soveldamine klapi pesaga, kraanikorgi soveldamine kraani korpusega jne.). Kui peentöötlemisel kasutame eraldi tööriista — plankurit, siis sellist töötlemisviisi nimetatakse plankimiseks. Nii plangitakse detail plaadil seni, kuni antud mõõde on saanud vajaliku täpsuse.

## DETAILIDE BALANSSEERIMINE (TASAKAALUSTAMINE)

Hoorattad, rihmarattad ja teised suurtel ringkiirustel pöörlevad detailid peavad olema tasakaalustatud (balansseeritud), muidu masinad, mille koosseisu need detailid kuuluvad, hakkavad vibreerima. See pahe võib metallilõikepinkidel suurendada tugevalt töödeldavate detailide pinnakaredust ja alandada nende täpsust.

Balansseerimisega kõrvaldatakse kaks ebatasakaalu (disbalansi) liiki: staatiline ja dünaamiline.

Staatilist ebatasakaalu iseloomustatakse detaili raskuskeskme nihkumisega pöörlemisteljest. Dünaamilist ebatasakaalu iseloomustatakse pika kiiresti pöörleva detaili tsentrifugaaljõudude ebatasakaaluga, olgugi et detaili raskuskese asetseb pöörlemisteljel.




Joon. 147. Staatilise balansseerimise rakised:
*a* — noad, *b* — pöörlevate ketastega rakis

Esineb ka kaks balansseerimisviisi: staatiline ja dünaamiline. Staatiline balansseerimine — see on detailide tasakaalustamine liikumatus olekus spetsiaalsetel rakistel — nugadel, rullidel jt.

Dünaamiline balansseerimine teostatakse detaili kiirel pöörlemisel spetsiaalsetel keerukatel tööpinkidel. Nende kasutamine on õigustatud masina- ja pingiehituses uue sisseseade valmistamisel. Remonditingimustes balansseerimismasinaid ei kasutata, sest remondil balansseeritakse ligikaudselt dünaamiliselt ainult vastutusrikkad detailid. Need balansseeritakse omaenda laagritel. Seadmete remondil balansseeritakse detailid põhiliselt staatiliselt. Enne kontrollitakse nugade *1* ja *4* (joon. 147, *a*) rõhtsust joonlaua ja vesiloodiga 0,05 . . . 0,1 mm täpsusega 1000 mm pikkusel. Nugade tööpinnad peavad olema töödeldud ja karastatud.

Tasakaalustatav detail *3* asetatakse tornile *2*, mille otsad peavad olema ühesugused ja võimalikult peenemad. See on balansseerimise tundlikkuse suurendamise tähtis tegur. Balansseerimine on järgmine: torniga detaili tõugatakse ja võimaldatakse sellel vabalt seisma jääda. Pärast seismajäämist võtab detaili kõige raskem osa alati alumise asendi.

Detail balansseeritakse ühel kahest viisist: kas tehakse selle raskem osa kergemaks üleliigse metalli väljapuurimisega või väljaraiumisega või tehakse diametraalselt vastasoleva detaili osa raskemaks vastava raskuse kinnitamisega. Raskus kinnitatakse nii, et ta ei segaks mehhanismi tööd. Tasakaalu kontrollimiseks veeretatakse detaile nugadel. Balansseeritud detail jääb iga kord uues asendis seisma.

Staatiliselt võib detaile balansseerida ka ketastega rakisel

(joon. 147, *b*). Kettad *2* on pandud tugedel *1* asetsevatele kuullaagritele. Torniga detail asetatakse ketaste vahele ja balansseeritakse nii nagu nugadel. Balansseerimistundlikkus on siin natuke väiksem kui nugadel. See on seletatav sellega, et torni pöörlemisel pöörlevad ka kettad, mis moodustavad täiendava takistuse.

XVI PEATÜKK

## MEHHANISMIDE JA MASINATE KOOSTAMINE REMONDIL

Enne koostamist tuleb kindlasti kontrollida, kas detailid on hästi pestud ja puhastatud, kas ei ole mustunud avad ja õlisooned. Vajaduse korral pestakse detailid uuesti. Tuleb meeles pidada, et peenemgi detaili hõõrdepindadele sattuv tolm kutsub esile liite detailide enneaegse kulumise.

Oma töökoha peab remondilukksepp alati hoidma puhtana, eriti masinate koostamisel. Ka käed peavad olema puhtad, sest väga puhtad detailid, kui need panna määrdunud riiulile või võtta määrdunud kätega, määrduvad uuesti.

Mehhanismid koostatakse vastupidises järjekorras demontaažile. Demontaaži viimased detailid paigaldatakse koostamisel esimestena.

### 70. MÕÕTAHELATE MÕISTE

Tööpinkide remontimisel on keerukamaks ja vastutusrikkamaks ülesandeks nende täpsuse taastamine. Selle ülesande lahendamist võib aidata mõõtahelate teooria.

Mõõtahelaks nimetatakse ühte sõlme kuuluvate detailide mõõtmeid, mis kindlas järjekorras paigutatult moodustavad kinnise kontuuri, sidudes detailid, mille omavahelist asendit on vaja kindlaks määrata. Detailide mõõtmeid, mis moodustavad mõõtahela, nimetatakse mõõtahela lülideks. Mõõtahela lüli, mille saame mõõtahela koostamisel viimasena, nimetatakse sulgevaks ja tähistatakse indeksiga $\Delta$ (delta). Joonisel 148, *a* on näidatud lihtne mõõtahel, mis koosneb kahest lülist: võlli läbimõõt $d_v$, ava läbimõõt $d_a$ ja sulgev mõõde $\Delta_l$ (võlli ja puksi vaheline lõtk).

Mõõtahela lahendamisel võib kindlaks määrata vajaliku lõtku.

Kui võlli tolerants on $\Delta d_v$ ja ava tolerants $\Delta d_a$, siis suurim lõtk antud liites on

$$\Delta_l \max = d_a \max - d_v \min$$

ja väikseim lõtk on

$$\Delta_l \min = d_a \min - d_v \max.$$

Lõtku tolerants võrdub

$$\Delta_l \max - \Delta_l \min = (d_a \max - d_v \min) - (d_a \min - d_v \max) = \Delta d_a - \Delta d_v.$$

Joonisel 148, *b* näidatud mõõtahel määrab kindlaks treipingi esi- ja tagatsentri kõrguste erinevuse. Mõõtahela lülideks on siin tagatsentri kaugus $A_1$ sillast, silla ja sängi juhtpindade vaheline kaugus $A_2$, esitsentri kaugus sängi juhtpindadest $A_3$, esi- ja tagapuki tsentrite kõrguse erinevus — mõõtahela sulgev mõõde $\Delta A$.

Tööpingi koostamise täpsus määratakse kindlaks valemist $\Delta A = A_1 + A_2 - A_3$.

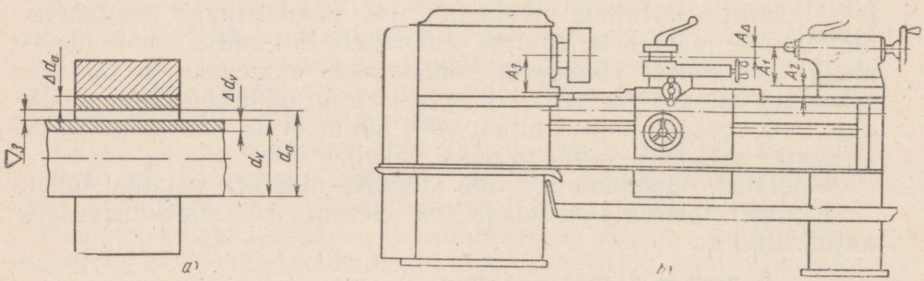
Metallilõikepinkide remondil kasutatakse mõõtahelate teooriat:
1) üksikute sõlmede ja seadmete täpsuse määramiseks;
2) vajalikku täpsust tagava koostamismeetodi valikuks.

Seadmete remondil kasutatakse järgmisi koostamismeetodeid:
1) täieliku vahetatavuse meetod;
2) valikkoostamise meetod (grupiviisiline);
3) koostamismeetod kompensaatorite kasutamisega;
4) sobitamismeetod.

Täieliku vahetatavuse meetodit iseloomustab see, et detailid koostatakse eelneva sobitamiseta. Sel meetodil saadakse istu iseloom valmisdetailide kindlaksmääratud tolerantsidega, mis on sageli väga väike. Seda meetodit kasutatakse masinate masstootmisel. Remondil pole see meetod alati ökonoomne.

Valikkoostamise meetod seisneb selles, et detailid valmistatakse laiendatud tolerantsiväljaga. Enne koostamist sorteeritakse need, et liidetes saaksime nõutavatele istudele vastavad lõtkud. Valikkoostamist kasutatakse kolvi ja kolvisõrme koostamisel.

Koostamismeetodit kompensaatorite kasutamisega kasutatakse laialdaselt pingiehituses (vt. § 32). See meetod on ökonoomne suure arvu mõõtahela lülide ja sulgeva mõõtme väikese tolerantsi korral.




Joon. 148. Mõõtahelad:
*a* — võlli ja ava liide, *b* — universaaltreipingi 1K62 mõõtahel

Sobitamismeetod seisneb selles, et sulgeva mõõtme vajalik täpsus saavutatakse ühe mõõtahela mõõtme muutmise teel. See meetod on töömahukas ja ei ole soovitatav kasutada.

Eespool vaadatud näites tuleb sulgeva mõõtme tolerantsi $\Delta A$ saamiseks (joon. 148, *b*) kaabitsemise või lihvimisega sobitada vahetükid sillale, et saada vajalik mõõde $A_2$.

Sulgeva mõõtme tolerantsi $\Delta A$ ei saa tagada reguleerimismeetodiga, seepärast valitaksegi sobitamismeetod, s. t. paigaldatakse vahetükid silla juhtpindadele. Kompenseerivaid vahetükke lihvitakse seni, kuni esi- ja tagatsentri kõrgused ühtivad. Võib hoida vajalikus mõõdus ka mõõdet $A_1$ tagapuki pinooli ava sisetreimisel. Mõnikord kasutatakse sobitamisel nii vahetükke kui ka ava sisetreimist (vt. § 86).

## 71. LIIKUMATUTE LIIDETE KOOSTAMINE

Remonditud detailide koostamisel koostatakse esimesena liikumatud liited.

### KEERMESLIIDETE KOOSTAMINE

Detailide kinnitamisel poltide ja kruvidega ei tohi liide olla liiga tihe ega liiga vaba. Kui poltliidetega koostatakse täpsete mehhanismide detailid, siis puhastatakse ja sobitatakse viilimise või kaabitsemisega nende puutepinnad.

Keermesliite koostamisel esmalt keeratakse mutter või kruvi ilma võtmeta vastu kinnitatava detaili tugipinda, mille järel keeratakse lõpuni võtmega.

Keermesliidete koostamisel tuleb kinni pidada järgmistest tehnilistest tingimustest:

poldid ja mutrid tuleb valida nii, et nende pead oleksid ühemõõdulised;

poltide ja tikkpoltide keermetatud osad peavad mutrist väljuma rohkem kui 2...3 keermeniidi ulatuses ja omama õiget kuju;

vigastatud soonega kruvisid ei tohi kasutada;

seibid ühemõõdulistele poltidele peavad olema ühesuguse läbimõõdu ja paksusega;

poltide, kruvide ja mutrite lahtikeerdumise ärahoidmiseks fikseeritakse liited selleks ettenähtud viiside ja vahenditega. Neid viise vaatleme allpool.

Fikseerimine kontramutriga (joon. 149, *a*). Põhimutrile keeratakse peale täiendav (kontramutter), mis keeratakse lõpuni, kusjuures alumist mutrit hoitakse võtmega kinni; sel viisil tekitatakse täiendav hõõrdumine poldi või tikkpoldi keerme ja mutri keerme vahel. See viis ei kõrvalda täielikult lahtikeerdumist.

Spindliga fikseerimist (joon. 149, *b*) kasutatakse kiirekäiguliste masinate vastutusrikastes liidetes.

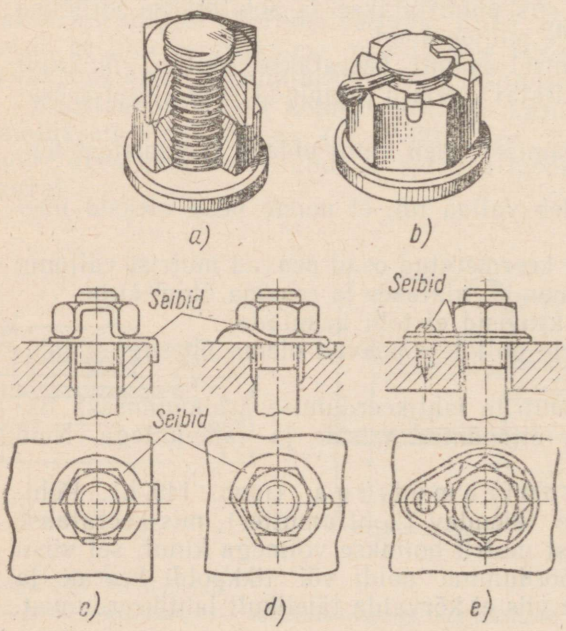
Vedruseibidega fikseerimine. Need seibid tekitavad elastsuse tõttu keermesliites pingu. Vähemärgataval mutri lahtikeerdumisel seib lõikub lõikekoha teravate servadega mutri materjali, takistades sellega edasist lahtikeerdumist. Nende seibide puuduseks on see, et nad küllalt tihti purunevad.

Spetsiaalsete vahenditega fikseerimine. Joonisel 149, *c* ja *d* on näidatud spetsiaalsete seibidega fikseerimine, aga joonisel 149, *e* spetsiaalse lukuga fikseerimine.

Keermesliidete koostamisel kasutatakse mitmesuguseid mutrivõtmeid ja kruvikeerajaid. Mutrivõti koosneb käepidemest ja peast; esineb ka kahe peaga mutrivõtmeid. Mutrivõtme peas on tehtud mutri jaoks võtmesuuks nimetatav lõige. Võtmesuudel on võtme käepidemele märgitud mõõtmed. Võtme poolt haaratava mutri ja võtmesuu tahkude vaheline lõtk peab olema 0,1 ... 0,3 mm piirides.

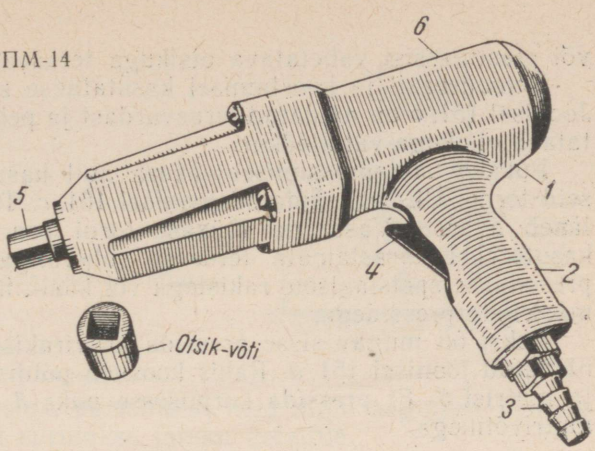
Koostamisel kasutatakse laialdaselt mitmesuguseid mehhaniseeritud võtmeid — mutrikeerajaid, kruvikeerajaid.

Joonisel 150 on kujutatud pneumaatiline mutrikeeraja ГПМ-14. Selle mehhanism on monteeritud käepidemega *2* varustatud silumiinist korpusesse. Käepideme küljes on otsik *3*, millele asetatakse kummivoolik suruõhu juhtimiseks masina pneumomootorisse.




Joon. 149. Vahendid, mis takistavad mutrite lahtikeerdumist

Joon. 150. Mutrikeeraja ГПМ-14




Mutrikeeraja sisselülitamiseks vajutatakse päästikule *4* ja hoitakse seda selles asendis keeramise lõpuni. Mutrikeeraja lülitatakse välja päästiku vabastamisel. Et muuta nelinurkse otsikuga spindlis pöörlemise suunda, vajutatakse vastavalt ümberlülitile *6* (joonisel ei ole näidatud).

Novaatorid kasutavad edukalt mutrikeerajaid kruvide, poltide ja tikkpoltide lahti- ning kinnikeeramiseks, samuti avade puurimiseks, keermetamiseks ja teiste tööde teostamiseks. Selleks nad varustavad mutrikeeraja ühe või teise vajaliku otsikuga, näiteks võtmepikendajaga, liigendiga, kruvikeerajaga, padruniga jt.

Mutrikeerajaga võib lahti ja kinni keerata kuni 14 mm läbimõõduga polte, keermetada keeret M8 ... M12, puurida kuni 12 mm läbimõõduga avasid. Mutrikeeraja kaal on ligi 30 N (3 kG).

## PRESSLIIDETE KOOSTAMINE

Pressitavad detailid tuleb hoolikalt üle vaadata, et neil ei oleks teravaid servi pressitava otsa juures, löögijälgi, kriimustusi ja teisi defekte. Täielikult kõlblikud detailid pestakse, seejärel hõõrdumise vähendamiseks pressimisel määritakse konsistentse määrdega sissepressitav ots. Sõltuvalt vajalikust jõust toimub pressimine vasara või mehhaniseeritud rakistega. Käsitsi pressitakse väikesed detailid, liistud, kiilud, tihvtid. Pressimisel kasutatakse vasest, seatinast või tugevast puidust vasaraid. Võib kasutada ka terasvasaraid, kui lööme pressitavale detailile pehmest materjalist vahetüki kaudu.

Löögid peavad detailide pressimisel olema algul kerged, kuni detail läheb avasse. Kui selgub, et detail on juba avas, võib vasaraga lüüa tugevamalt. Pressimine lõpetatakse järsu lõpplöögiga, et detail asuks tihedalt oma kohale.

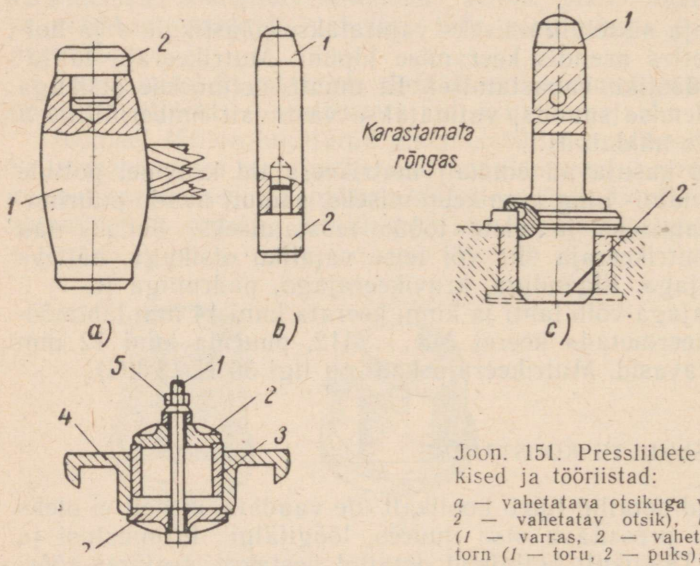
Väikeste detailide pressimiseks on mugavad pehmest metallist

või plastmassist vahetatava otsikuga terasvasarad (joon. 151, *a*).

Demontaažil ja koostamisel kasutatakse sageli väljalöökureid. Joonisel 151, *b* on näidatud terasvardast ja pehmest metallist vahetatava otsikuga väljalöökur.

Pukside sissepressimisel vasara abil kasutatakse mitmesuguseid torne. Üks on näidatud joonisel 151, *c*. Torni tsentreeriv pind läheb avasse. Vasaraga lüüakse torni pea pihta. Pressimiseks kasutatakse karastamata terasest vaherõngast. Mehhaniseeritult pressitakse spetsiaalsete rakistega või käsi-, hüdrauliliste ja pneumaatiliste pressidega.

Puksi on mugav sisse pressida kruvirakisega, mille skeem on näidatud joonisel 151, *d*. Rakis koosneb poldist *1*, kahest seibist *2* ja mutrist *5*. Et pressida korpusesse puks *3*, keeratakse mutrit *5* mutrivõtmega.

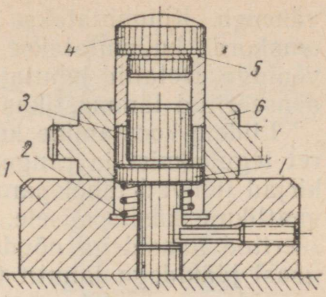



Joon. 151. Pressliidete koostamise rakised ja tööriistad:

*a* — vahetatava otsikuga vasar (*1* — vasar, *2* — vahetatav otsik), *b* — väljalöökur (*1* — varras, *2* — vahetatav otsik), *c* — torn (*1* — toru, *2* — puks), *d* — kruvirakis

Joonisel 152 on näidatud rakis puksi pressimiseks hammasrattasse. Silindrilise vööga *7* tsentreeritav hammasratas *6* asetatakse plaadile *1*. Pärast seda asetatakse pressitav puks *5* korgiga *4* ava juurde. Vasara või pressi abil pressitakse puks sisse. Pressimise käigus liigub torn ikka rohkem alla, surudes vedru *2*, kuni puks on hammasrattasse sisse pressitud. Võttes hammasratta plaadilt, võtab torn surutud vedru *2* mõjul esialgse asendi järgmise puksi sissepressimiseks.

Tootlikum on töö pressidel, mida kasutatakse suurte detailide pressimiseks, näiteks suured sõrmed, suured rihmarattad jne. Et




Joon. 152. Puksi pressimine hammasrattasse spetsiaalse rakise abil

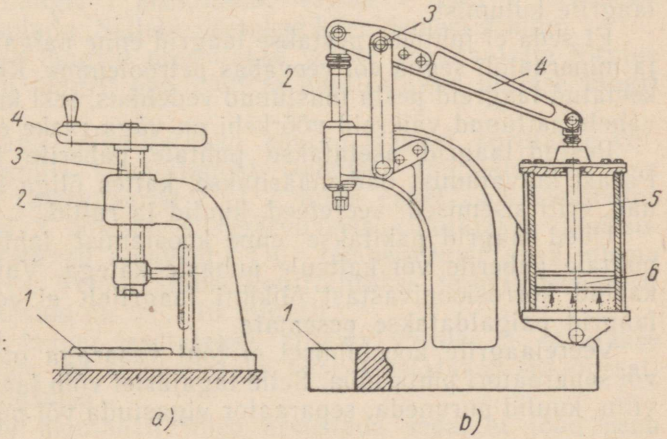
vältida detailide kiivsust, pressitakse neid algul aeglaselt väikese jõuga, lõpupoole aga surutakse järsku detailile.

Joonisel 153, *a* on näidatud (käsi-) kruvipress väikeste pukside, sõrmede ja teiste väikeste detailide pressimiseks. See koosneb alusest *1*, sambast *2*, kruvist *3* ja hoorattast *4*.

Pneumaatiline press on toodud joonisel 153, *b*. See töötab rõhul 0,4 ... 0,5 MN/m² (4 ... 5 at), kindlustades suure pressimisjõu. Kui suruõhk juhitakse pressi silindri alumisse poolde, tõuseb kolb *6* koos kolvivarrega *5* üles, mille tõttu kang *4* pöördub telje *3* ümber, nihutades liugurit *2* alla. Liuguri surve tõttu, mis võib ulatuda 50 kN (5 tonnini), toimub pressi alusele asetatud detailide sissepressimine.

Pikkade võllide paigaldamiseks on pressi aluses väljalõige *1*. Nende detailide sissepressimine, mis vajavad suuri jõude, toimub võimsatel hüdraulilistel pressidel.

Pressistude saamiseks koostamisel kasutatakse haarava detaili kuumutamist või haaratava detaili jahutamist. See viis põhineb nähtusel, et detailide maht kuumutamisel suureneb ja jahtumisel




Joon. 153. Pressid:
*a* — käsi-,
*b* — pneumaatiline

väheneb. Kuumutatakse 85 ... 90° C tulises vees või õlis, mida omakorda kuumutatakse kas ahjus, ääsil, gaasleegiga või elektrivooluga. Detailid jahutatakse vedelas õhus, vedelas hapnikus, kondenseeritud lämmastikus või tahke süsihappegaasiga (kuiv jää).

Liidete koostamine kuumutamise ja jahutamise abil nõuab kiiret tegutsemist ja ranget töökaitse eeskirjade täitmist. Need eeskirjad juhivad tähelepanu kuumutatud ja jahutatud detailide ettevaatlikule käsitsemisele. Näiteks ei või tihedalt sulgeda kondenseeritud gaasidega nõude avasid: võib tekkida plahvatus. Vedela gaasi jääkidega jahutit tuleb hoida spetsiaalses ruumis. Vedelate gaasidega operatsioone teostavaid töölisi tuleb enne tööd instrueerida töökaitse küsimustes. Nad peavad teadma, et vedela hapnikuga immutatud riie on plahvatusohtlik.

## 72. VEERELAAGRISÕLMEDE KOOSTAMINE

Veerelaagriga sõlme töövõime sõltub laagri paigalduse õigsusest ja sõlme koostamise kvaliteedist.

Laagri istukohad korpuses ja võllil peavad kujult ja pinnakareduselt vastama tehnilistele tingimustele. Nende pindadel ei tohi olla kraate, löögijälgi ja kriimustusi. Koostamisel tuleb kindlustada normaalse tihedusega laagri-ist. Kui ist on liiga tihe, siis deformatsiooni tulemusena kuullaagri sisevõru paisub või surutakse kokku välisvõru, mille tõttu kuulid surutakse tugevasti võrude vahele ja laager langeb kiiresti rivist välja. Suur lõtk istudes halvendab samuti laagri tööd. Laagrivõrud hakkavad libisema, mille tõttu istukohad kuluvad. Kui laagrivõrud pöörlevad, siis suureneb mehhanismi vibratsioon.

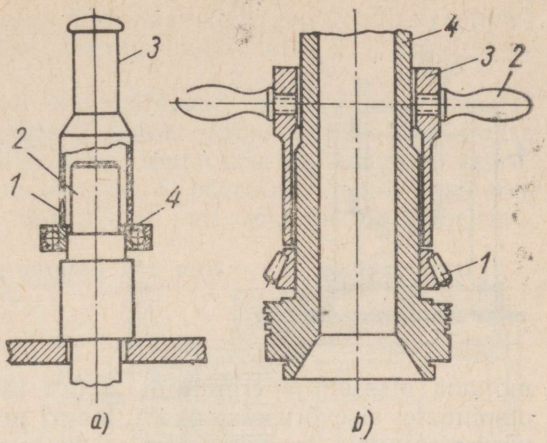
Laagrisõlmede koostamisel peavad sõlme detailid olema puhtad. Abrasiivtolm, metallipuru ja teised võõrkehad halvendavad laagrite tööd. Nad rikuvad kuulide pindu, veereteid ja kiirendavad laagrite kulumist.

Et seda ei juhtuks, pestakse laagrid enne paigaldamist bensiini ja mineraalõli segus või veevabas petrooleumis. Kategooriliselt on keelatud laagreid pesta mustunud vedelikus, sest kuulide ja võrude vahele sattunud väikseid võõrkehi on väga raske eemaldada.

Pestud laagrid asetatakse puhtale paberile ja kuivatatakse. Pärast kuivatamist nad määritakse, kattes õliga kõik laagri pinnad, eriti sisemised: veereteed, kuulid ja rullid.

Uued laagrid pakitakse enne koostamist lahti ja asetatakse puhtale paberile või kaltsule puhaste kätega. Valmistaja-tehases kaetud korrosioonivastast õlikihti laagritelt ei eemaldata. Uued laagrid paigaldatakse pesemata.

Veerelaagrite koostamisel ei tohi vasaraga otse laagrivõrude või separaatori pihta lüüa. Selle tagajärjel võib laagrivõru kiskuda viltu, kuulid puruneda, separaator vigastuda või puruneda. Samuti




Joon. 154. Veerelaagrite pealepressimine:
*a* — vasara abil, *b* — torni abil

ei tohi kasutada seatina- ja babiitvasaraid, sest nendelt võivad põrkuda metallitükid laagrisse.

Veerelaagrite paigaldamisel surutakse laagri sisevõru vastu võlliotsa ja lüües vasaraga vasest vahetüki kaudu laagri sisevõru otspinnale, pressitakse laager võllile. Vasest vahetükk asetatakse diametraalselt kordamööda ühest löögikohast teise. Sel viisil võib aga sisevõru võllikaelal kergesti viltu kiskuda.

Vasest vahetüki asemel võib laagri pressimiseks võllile kasutada torusarnast torni (vt. joon. 154, *a*). Toru *1* siseläbimõõt peab olema natuke suurem võlli *2* läbimõõdust ja toru seina paksus natuke väiksem laagri sisevõru *4* paksusest. Toru otspinnad töödeldakse hoolikalt, et need oleksid risti toru teljega. Vasaraga lüüakse toru pihta varda *3* kaudu.

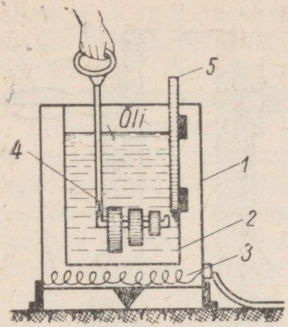
Laagrid, mis asuvad kaugel võlli otsast, pressitakse peale samuti torust torni abil, kuid see on varustatud käepidemetega (joon. 154, *b*). Laager *1* pressitakse võllile *4* torni *3* löökidega vastu laagri otspinda. Selleks võetakse käepidemest *2* kinni.

Tiheda istuga laagrid pressitakse võllile spetsiaalsete tornide abil, mis ei riku laagrit ega võlli ja kindlustavad ühtlase laagri istu.

Võllile pinguga paigaldatavad suured laagrid surutakse võllile pärast õlivannis kuumutamist. Joonisel 155 näidatud vann koosneb kahest reservuaarist *1* ja *2*, mille vahel asub elektriline soojendusspiraal *3*. Sisemises reservuaaris riputatakse konksudele *4* kuumutatavad laagrid. Õli temperatuur peab olema 60 . . . 90° C piires. Temperatuuri kontrollitakse termomeetriga *5*. Kuumutamise kestus on 5 . . . 10 minutit.

Kuumutatud laager asetatakse kiiresti võllile ja surutakse pressi abil kohale. Et ei põletataks käsi, teostatakse see operatsioon presentkinnastes.

Veerelaagrite montaažil tuleb arvestada seda, et jõud peab



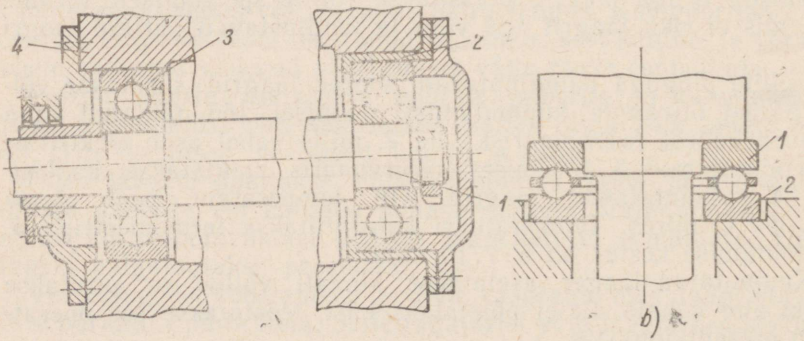

Joon. 155. Laagrite soojendusvann

mõjuma otseselt ja eranditult ainult liitesse mineva laagrivõru otspinnale: sisevõru otspinnale, laagri pressimisel võllile ja välisvõru otspinnale, laagri asetamisel korpusesse.

Kahe radiaalkuullaagri paigaldamisel (joon. 156, *a*) kinnitatakse üks nendest liikumatult võllile *1* ja korpusesse *2*, teine kuullaager *3* aga kinnitatakse ainult võllile. Seda tehakse sellepärast, et töö ajal võll kuumeneb ja selle tõttu pikeneb. Võlli pikenemisel peab laager *3* korpuses *4* nihkuma vastavalt võlli pikenemisele. Kinnitamata laager *3* tagab selle nihkumise tööolukorda rikkumata. Kui mõlemad laagrid kinnitada liikumatult, siis kuumenenud võll hakkab tihedalt pöörlema ja põhjustab kuulide või rullide kinnikiilumise. Mõlemad laagrid langevad kiiresti rivist välja.

Tugilaagrites (joon. 156, *b*) on laagrivõrudel *1* ja *2* erinevad nii sise- kui ka välisläbimõõdud. Koostamisel tuleb alati väiksema siseläbimõõduga laagrivõru (laagrivõru *1*) asetada võllile ja suurema siseläbimõõduga laagrivõru (laagrivõru *2*) asetada korpusesse. Ainult nii monteeritud laager töötab normaalselt.

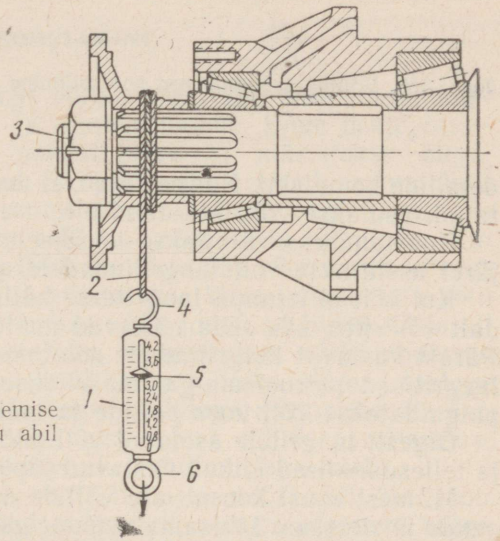
Veerelaagritega sõlmede koostamise kvaliteeti kontrollitakse tavaliselt võlli pööramisega. Võlli pöörlemine peab olema kerge,




Joon. 156. Veerelaagrisõlmede koostamine

sujuv ja märgatava lõtkuta. Veerelaagritele monteeritud spindel peab pärast käega pööramist tegema inertsi tõttu 1 ... 2 pööret ja seejärel seisma jääma.

Täpsetel mehhanismidel kontrollitakse laagrisõlmede koostamise kvaliteeti vedrukaaluga *1* (joon. 157). Selleks mähitakse võllikaelale *3* nöör *2*, mille otsa riputatakse konksuga *4* vedrukaal. Tõmmates vedrukaalu rõngast *6*, pööratakse võlli, kusjuures märgitakse ära osuti *5* näit hetkel, mil võll hakkas pöörlema.




Joon. 157. Veerelaagrite pöörlemise kerguse kontrollimine vedrukaalu abil

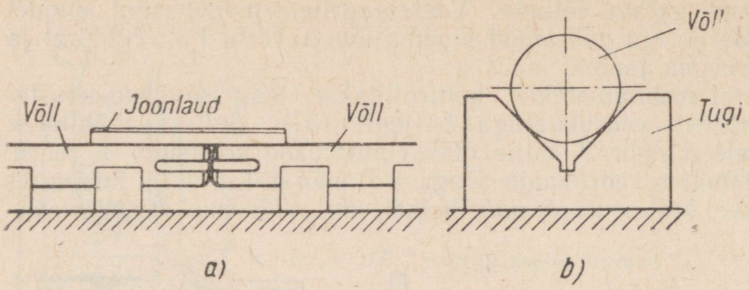
Vedrukaalu näit, korrutatud võllikaela raadiusega, peab vastama vastupanumomendile, s. t. pöördemomendile, mille suurus täpsete mehhanismide koostamise eeskirjades on ette antud.

Kui koostatud mehhanismi kontrollimisel avastatakse kõrvalekalded tehnilistest tingimustest, siis mehhanism võetakse koost lahti, demonteeritakse laagrid ja kõrvaldatakse rikked.

### 73. VÕLLIDE JA SIDURITE KOOSTAMINE

Kõik remonditud ja uued võllid vaadatakse enne koostamist üle. Kontrollitakse võllikaelte olukorda: nende läbimõõt ja pikkus peavad vastama joonisele; nad ei tohi olla koonilised, ovaalsed ega roostejälgedega. Roostejäljed kõrvaldatakse spetsiaalse kroomoksiidipulbriga, mis lahustatakse puhtas mineraalõlis, kuni saadakse hapukooresarnane mass. Kaleviriide või vilditükiga kantakse segu roostega kaetud pinnale ja hõõrutakse pinda, kuni roostejäljed on kadunud. Seejärel see pind pestakse hoolikalt bensiiniga.

Enne koostamist on mutrite ja kruvide abil vaja kontrollida keermepindu. Kontrollida tuleb ka kogu võllile monteeritavat




Joon. 158. Võllide samatelgsuse kontrollimine joonlaua abil

detailide komplekti. Kui on selge, et detailid on õigesti võllile sobitatud, asutakse võlli koostamisele.

Koostamiseks värvitakse võllikaelad õhukese värvikihiga, seejärel asetatakse võll laagriliudadele, pööratakse ja võetakse ära. Kui võll ei istunud laagritesse küllalt tihedalt, istus liiga tihedalt või viltu, siis seda näitavad meile värvijäljed laagriliudadel. Pärast vastavat laagriliudade sobitamist pestakse võll, laagrid ja laagriliuad petrooleumiga, määritakse võllikaelad solidooliga ja paigaldatakse võll koos poltide ja mutrite kinnitamisega.

Õigesti laagritele asetatud võll pöörleb sujuvalt, tema radiaal- ja teljesuunalised lõtkud vastavad täpselt tehnilistele tingimustele.

Mitmest osast koosnevate võllide koostamisel tuleb saavutada nende ühetelgsus. Lihtsamaks ühetelgsuse kontrolli viisiks on võllide kontrollimine kontrolljoonlauaga (joon. 158, *a*). Joonlaua ja võllide vahel ei tohi olla mingit pilu. Võllid aga asetatakse prismaatilistele tugedele (joon. 158, *b*).

Võllide ühetelgsust võib kontrollida indikaatoriga rangi abil. Rang kinnitatakse ühe võlli otsa nii, et indikaatori mõõtevarda ots puudutaks teise võlli otsa välispinda. Seejärel pööratakse võlli, mille pinna vastu on surutud indikaatori mõõtevarras, ja jälgitakse indikaatori osuti näite.

Kiivsus kõrvaldatakse järgmisel viisil: laagritugede asendit reguleeritakse horisontaaltasapinnas või nihutatakse laagrikorpusi vertikaaltasapinnas. Võib ka teisel viisil: liiga kõrgete korpuste puhul võetakse aluselt maha metallikiht või madalate korpuste alla asetatakse vahetükid. Vahetükid peavad olema hästi sobitatud ja kinnitatud, et nad ei kukuks mehhanismi töö ajal vahelt välja.

Pikki võlle ei tohi koostamise ajal keskelt kinni võtta, kuna nad võivad painduda. Laagritele asetatud horisontaalseid võlle kontrollitakse võlli otstelt ja keskelt kõrguse suhtes. Kõik avastatud kõrvalekalded peavad olema konkreetseks juhtumiks ettenähtud tolerantside piirides. Pikad võllid kontrollitakse ka läbipaindele. Vajaduse korral võllid õgvendatakse.

Täpselt tsentreeritud võllid ühendatakse jäikade siduritega, mille konstruktsioonist sõltub koostamisviis. Võllide ühendamisel nukk-, sõrm- ja sõrmpukssiduritega kinnitatakse siduri üks pool jäigalt ühe võlli otsale ja teine pool teise võlli otsale. Siin tuleb arvestada võllide pikenemist kuumenemise tõttu. Siduripooled asetatakse nii, et nende otspindade vahel oleks 1-mm pilu 1 m pikkuse võlli kohta.

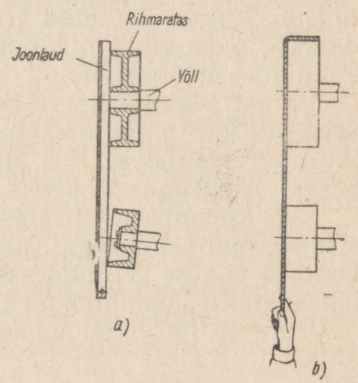
## 74. RIHMÜLEKANDE KOOSTAMINE

Rihmarattad paigaldatakse võllile tihe- või pingistuga, kusjuures liist sobitatakse võlli ja rummu soonde. Enne pealepressimist rihmaratta istukohad puhastatakse ja määritakse õliga. Koostamisel peavad mõlemad ülekande rihmarattad asuma ühes tasapinnas. Rihmarataste asendit kontrollitakse joonlauaga, mis peab ühtlaselt liibuma vastu mõlema rihmaratta otspinda. Kui avastatakse võllide mitteparalleelsuse tõttu ühe rihmaratta kiivsus teise suhtes (joon. 159, *a*), siis nihutatakse kiivse rihmaratta võlli tugesid vajaliku suuruse võrra. Kui nüüd joonlaud liibub ühtlaselt vastu mõlema rihmaratta otspindu, kinnitatakse võlli nihutatud toed. Niisugust reguleerimist võib teha näiteks rihmaratastega elektrimootorite, reduktorite ja teiste võllidega mehhanismide paigaldamisel. Ühe rihmaratta nihe teise suhtes võllide paralleelsuse korral kõrvaldatakse ühe rihmaratta nihutamisega võllil.

Otspindade ühtimist võib kontrollida ka nööri abil (vt. joon. 159, *b*). Nöör kinnitatakse ühe otsaga rihmaratta otspinna külge. Edasi vaadeldakse, kas nöör puudutab mõlemate rihmarataste otspindu.

Rihmaratta õige paigaldamine on esimeseks rihmülekande normaalse töö tingimuseks. Sellest sõltub ka rihma asetus pöial.

Rihmülekande katsetamisel võib rihm asetseda rihmaratta pöia serval või libiseda rihmarattalt maha. Võimalikud põhjused: rihma-




Joon. 159. Rihmarataste asetuse kontrollimine:
*a* — joonlauaga, *b* — nööriga

rataste teljed ei ole paralleelsed; rihmarataste otspinnad ei asetse ühes tasapinnas, olgugi et nende põiad on ühesuguse laiusega; rihmarataste viskumine; rihm on nõrgalt pingutatud; rihm on jätkatud viltu.

Puudused rihmülekannetes kõrvaldatakse vastava reguleerimisega. Et kõrvaldada tihedalt võllile asetatud rihmaratta viskumist, võetakse rihmaratas võllilt maha ja treitakse üle.

Kiilrihmülekannete rihmarattad paigaldatakse ja rihitakse samuti nagu lamerihmülekannete rihmarattad. Rihmarataste kiivsus üle 1° põhjustab kiilrihmade ja soonte ühepoolse kulumise.

Kiilrihmu tuleb mõõdukalt pingutada. Kui rihmad on tugevalt pingutatud, siis kasvab telgedele mõjuv jõud, mille tulemusena kiireneb laagrite kulumine ja rihmade venimine. Nõrgalt pingutatud rihmad aga libisevad rihmarataste soontes ja kuumenevad, mistõttu kuluvad intensiivselt sooned ja rihmad.

### 75. KETTÜLEKANDE KOOSTAMINE

Kettülekande koostamisel tuleb juhinduda järgmistest tehnilistest tingimustest:

a) võllide teljed peavad olema paralleelsed;
b) mõlemad ketirattad peavad olema ühes pinnas;
c) kett peab töötama kindlaksmääratud pingutusega;
d) ülekanne peab töötama sujuvalt, tõugeteta.

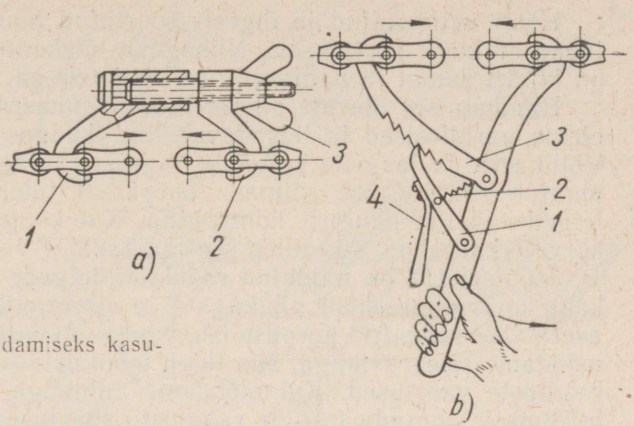
Kett asetatakse ketiratastele pärast viimaste rihtimist. Keti otsad ühendatakse lukulülidega (joon. 29, *c*), mis erinevad harilikest lülidest võllide *1* ja *2* kinnitusviisi poolest. Võllid on omavahel nii kinnitatud, et plaati *3* on võimalik kergesti ära võtta. Keti ühendamisel asetatakse võllid keti lõpulülide avadesse, paigaldatakse plaat *3* ja asetatakse kohale splindid, mutrid või painutatud vedruplaadid *4*.

Kirjeldatud konstruktsiooniga lukke kasutatakse paaris lülide paarisarvuga kettides, sest siis on lõpulülid ühesuguse laiusega. Mõnikord peab kettülekannete koostamisel ketil olema paaritu arv lülisid. Siin on lõpulülid erineva laiusega. Niisugused lülid ühendatakse painutatud plaatidega *4* üleminekuluku abil, mis vastab lõpulülide mõõtmetele.

Pärast pealeasetatava keti pikkuse määramist vana keti lülide arvu või keti pingutuse järgi ühendatakse selle otsad. Üleliigsed lülid kõrvaldatakse. Kui lülidest tuleb puudu, siis need võetakse teisest samasugusest ketist.

Keti asetamisel ketiratastele venitatakse keti otsad kokku spetsiaalse venitusrakisega (joon. 160, *a*). Käpad *1* ja *2* nihutatakse laiali ja viiakse ketilülidesse. Pärast seda tiibmutri *3* pööramisega lähendatakse lõpulülid ja ühendatakse lukuga.

Joonisel 160, *b* on näidatud teise konstruktsiooniga venitus-




Joon. 160. Kettide ühendamiseks kasutatavad rakised

rakis. Selle rakisega lähendatakse ketilülid hoova abil. Hoovale mõjumisel põrklink *1* vedru *2* mõjul põrkub käpa *3* ühest sälgust teise. Venitusrakise mahavõtmiseks tõmmatakse enda poole põrklingi käepidet *4*.

Keti pingsust kontrollitakse ketilülidele käega surudes, seejuures vaadatakse ketirataste haardenurga suurenemist. Kui nurga muutus oli tühine (ligikaudu 1 . . . 5° olenevalt ülekande täpsusest), siis niisugune pingutus on normaalne.

## 76. HAMMAS- JA TIGUÜLEKANNETE KOOSTAMINE

Hammasülekannete koostamine. Hammasrataste koostamise tehnilised nõuded sõltuvad otstarbest ja antud täpsusest. Suurte pöörlemiskiiruste ja ülekantavate jõududega hammasrattad koostatakse suurema täpsusega. Niisugustes ülekannetes hambumises olevate hammaste vahelise lõtku isegi väike suurenemine põhjustab tugevaid lööke. Selle tulemusena hambad kuluvad kiiresti, vahel ka purunevad. Aeglasekäigulistes vähekoormatud ülekannetes ei ole hammaste löögid nii märgatavad, seepärast täpsusnõuded võivad olla vähem ranged. Valmistamise täpsuse järgi peavad hammasrattad vastama samadele tehnilistele tingimustele, mis on kehtestatud uue seadme hammasülekannetele. ГОСТ 1643-56 kehtestab hammasülekannetele 12 täpsusastet. Täpsusaste iseloomustab tolerantsi suurust, mille valib konstruktor olenevalt hammasrataste töötingimustest sõlmes või mehhanismis. Sirghammasrattad, mis peavad töötama ringkiirusega üle 15 m/s, tuleb valmistada viienda täpsusastme järgi. Ringkiirusega kuni 10 m/s töötavatele sirghammasratastele on kehtestatud seitsmes, ringkiirusega kuni 6 m/s kaheksas ja ringkiirusega alla 1 m/s kümnes täpsusaste.

Hästi valmistatud ja õigesti koostatud hammasülekanded töötavad sujuvalt ja vaikselt. Niisuguste ülekannete hammasratastel on kindel samm ja hambavöö on risti teljega.

Hambumises olevate silindriliste hammasrataste teljed peavad olema paralleelsed ja telgedevaheline kaugus peab olema püsiv. Võllikaelte ja laagrite kulumise tagajärjel telgedevaheline kaugus muutub suurenemise suunas. Seepärast tuleb koostamisel seda telgedevahelist kaugust kontrollida. Kui kaugus on nominaalsest kõrvale kaldunud, siis tuleb see taastada.

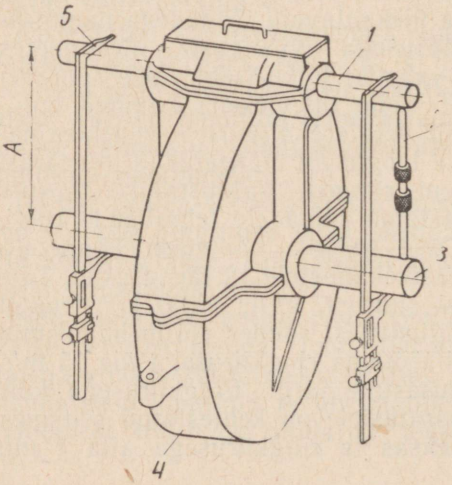
Joonisel 161 on näidatud reduktori telgede vahelise kauguse *A* kaks kontrollimisviisi: nihikuga *5* ja sisekruvikuga *2*. Mõõtmiseks asetatakse reduktori korpuse istuavadesse kontrolltornid *1* ja *3*. Kui mõõdame sisekruvikuga, siis tuleb mõõtmele juurde lisada tornide raadiuste väärtused. Kui mõõdame nihikuga, siis tuleb saadud mõõtmest lahutada tornide raadiuste väärtused.

Telgedevahelist kaugust on mugav kontrollida mõõtplaatidega.

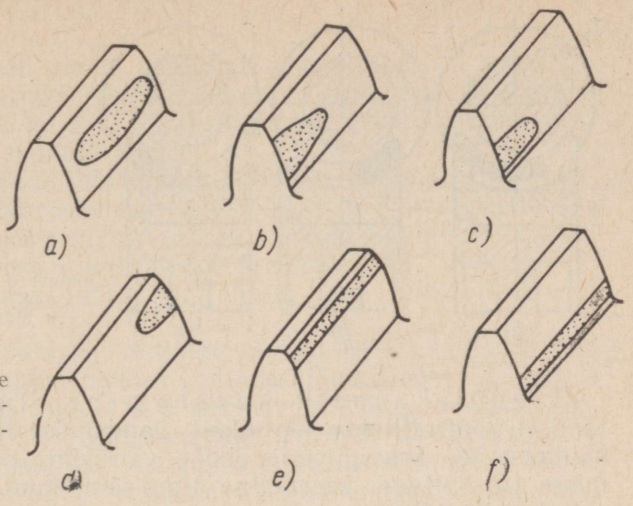
Silindriliste hammasrataste hambumise õigsus tehakse koostamisel kindlaks lehtkaliibri või värvi abil. Lehtkaliibriks on kontrollitavate hammasrataste hamba kõrgusele vastava laiusega seatinalint. Lindi paksus on 0,1 . . . 0,2 mm.

Hambumise kontrollimiseks asetatakse lint hammaste vahele ja hammasrattaid pööratakse. Lindile jääb vajutis, mille järgi otsustatakse hammastevahelise kontakti õigsuse üle. Hammastevahelise lõtku suuruse saame määrata lindi paksuse mõõtmisega vajutise kohas kruviku või nihikuga.

Silindriliste hammasrataste hambumist kontrollitakse värvi järgi. Vedava hammasratta hambad kaetakse õhukese värvikihiga. Pärast seda pööratakse vedavat hammasratast paar-kolm ringi.




Joon. 161. Hammasrataste telgedevahelise kauguse kontrollimine




Joon. 162. Silindriliste hammasrataste hambumise kontrollimine värvijälgede järgi

Veetava hammasratta hammastel olevate värvijäljendite (puutejälgede) järgi hinnatakse hambumise õigsust.

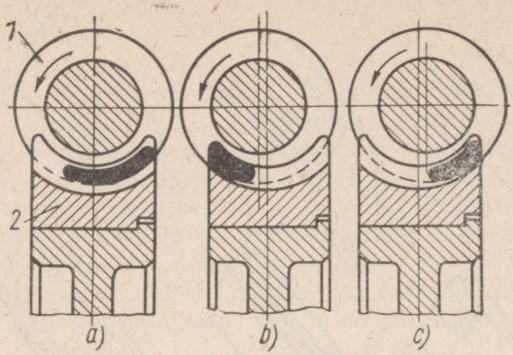
Puutejälg (joon. 162, *a*) kui õige hambumise tunnistaja peab võtma enda alla 70...80% hamba pinnast. Kõik teised jäljendid (joon. 162) on ebaõige koostamise tunnistajateks; *b* — hammasrataste teljed ei ole paralleelsed; *c* — hammasrataste teljed ei ole paralleelsed ja telgedevaheline kaugus on väiksem; *d* — hammasrataste teljed ei ole paralleelsed ja telgedevaheline kaugus on suurem; *e* — hammasrataste teljed on paralleelsed, telgedevaheline kaugus on suurem; *f* — hammasrataste teljed on paralleelsed, aga telgedevaheline kaugus on väiksem.

Kooniliste hammasrataste hambumise kontrollimisel värvi järgi juhindutakse järgmistest tunnustest. Kui koonushammasrataspaar on koostatud õigesti, siis puutejälg ei tohi ulatuda hamba väiksema otspinnani ja hamba külgpinna ülemise servani. Jäljend on analoogiline joonisel 162, *a* näidatud jäljendiga.

Õige hambumise korral peab puutejälg enda alla võtma teise täpsusastmega koonilistel hammasratastel üle 60%, kolmanda täpsusastmega koonilistel hammasratastel üle 50% ja neljanda täpsusastmega koonilistel hammasratastel üle 40% hamba pikkusest.

Kui koonilised hammasrattad on nihutatud tunduvalt teineteise vastu või asetsevad liiga kaugel teineteisest, siis esimesel juhul puutejälg asub nagu joonisel 162, *f*, hamba jalal. Niisugusel juhul hakkavad hambad kinni kiiluma. Aga teisel juhul lööb üks hammas vastu teist, mis võib põhjustada hammaste purunemist.

Kõike seda saab ära hoida. Esimesel juhul vedav hammasratas eemaldatakse natuke veetavast, teisel juhul vedav hammasratas natuke lähendatakse veetavale.




Joon. 163. Tiguülekande hambumise kontrollimine:
*a* — normaalne, *b* — tiguratas on nihutatud paremale, *c* — tiguratas on nihutatud vasakule; *1* — tigu, *2* — tiguratas

Tiguülekannete koostamine. Tiguülekannete koostamisel kontrollitakse teo õiget hambumist tigurattaga. Selleks kantakse teo kruvipinnale õhuke värvikiht, tigu viiakse hambumisse tigurattaga, keeratakse tigu seni, kuni on tekkinud tigurattale värvijäljed.

Kui hambumine on normaalne, siis puutejälg asetseb tiguratta tsentrist teo pöörlemise suunas (joon. 163, *a*), võttes teise täpsusastme puhul enda alla hamba külgpinnal üle 75% hamba pikkusest ja neljanda täpsusastme puhul üle 55% hamba pikkusest.

Jäljendi nihkumine (joon. 163, *b* ja *c*) näitab, et tigu hambub halvasti tigurattaga ja ülekannet on vaja reguleerida. Kui teo telg ei asetse tiguratta keskel, siis nihutatakse tiguratast mööda telge. Vajaduse korral võib tiguratta otspinna maha lõigata, asetades vastu teist otspinda kompensatsioonirõnga.

Koostatud tigupaari kontrollitakse tööolukorras: a) teo, tiguratta ja laagrite kuumenemise temperatuuri, mis ei tohi ületada 40 . . . 45° C; b) ülekandeelementide pöörlemise kergust; c) tiguülekande müra iseloomu ja astet; müra peab olema võimalikult väike.

## 77. HÜDROAJAMITE KOOSTAMINE

Hüdroajami detailidel ei tohi olla muljutud kohti ja löögijälgi. Kui kaante, korpuste ja malmvahetükkide ühenduspindadel on löögijäljed, siis need kõrvaldatakse kaabitsemisega paigalduskoha või tasaplaadi järgi. Kõik detailid peavad olema pestud.

Pumbad paigaldatakse õlipinnast 0,5 m allapoole või õli sisse, millega paranevad ka pumba töötingimused. Pumba võll on vaja hästi tsentreerida ajami võlli suhtes. Ebatäpsel võlli paigaldamisel võib pumba võll painduda või puruneda. Samuti põhjustab see rea detailide enneaegset kulumist, mis omakorda põhjustab lekkimist ja õhu imemist hüdrosüsteemi. Pumba ja imitoru ühenduskohas peab olema hea tihendus, et õhk ei saaks tungida hüdrosüsteemi.

Õlimagistraal peab olema hoolikalt puhastatud nii seest kui ka väljast. Ta puhutakse läbi suruõhuga. Torud, millest koosneb torujuhe, põletatakse ahjudes. Kõik õlijuhtme ühenduskohad peavad olema hästi tihendatud.

Kirjeldatud abinõude tulemusena väheneb tunduvalt õlimagistraali ummistumise, vaakuumi moodustamise ja õhu sisseimemise oht. Õlipaak tuleb hästi puhastada ja värvida õlikindla värviga. Tagasivoolumagistraali torude otsad asetatakse 70...80 mm õli sisse. Õli tagasivoolu joana ei lubata, sest siis õli haarab kaasa õhku.

Õlimagistraali läbilaske ristlõige ei tohi paindekohtades olla väiksem kui 10%, muidu nendes kohtades tõuseb rõhk. Seejuures toimub veel õli soojenemine ja õlisurve vähenemine magistraalis.

Imemismagistraali ja tagasivoolumagistraali torud peab asetama teineteisest võimalikult kaugemale. Peale selle peab nende toru otste ja paagi põhja vaheline kaugus olema suurem toru kahest läbimõõdust. Kui imemis- ja tagasivoolutorud asetsevad lähestikku, toimub otsene õli tsirkulatsioon, mis halvendab imemistingimusi. Kui tagasivoolutorud on asetatud lähestikku reservuaari põhjaga, siis torusid läbides kohtab õli suurendatud takistust. Selle tulemusena suureneb rõhk kogu hüdrosüsteemis ja halveneb hüdrosüsteemi töö. Õlipaaki tuleb kallata ainult filtreeritud õli. Lihtsamaks filtriks on metallvõrguga lehter.

Pumpade koostamisel kasutatakse tihenduseks paberist tihendeid, mis soovitatakse nitrolakiga läbi immutada. Kui hammasrataspump koostatakse niisuguste tihenditeta, tuleb hoolikalt sobitada detailide ühenduspinnad, millega kindlustame korpuse ja kaante ühenduskohtade usaldatava hermeetilisuse.

Hammasrataspumba Г-11-1/III (vt. joon. 46, *a*) koostamist alustatakse nõellaagri pukside *8* pressimisest laagriliudadesse *7* ja *16*. Võllile *9* pressitakse enne tihvt *10* ja siis hammasratas *13*. Võllile *3* asetatakse hammasratas *1* segmentliistu *15* abil. Edasi pressitakse pumba korpusesse laagriliuad *7*, mille otspinnad peavad asetsema ühes tasapinnas. Seejärel asetatakse korpusesse võllid koos hammasratastega ja pressitakse laagriliuad *16*.

Edasi pööratakse pump nii, et võllid oleksid püstasendis ja võlli *3* väljuv ots üleval. Pärast seda määritakse laagripuksid õliga (solidooliga), asetatakse nendesse nõelte komplekt (väikese läbimõõduga rullid) ja määritakse uuesti. Korpuse otspind puhastatakse lahustajaga, asetatakse nitrolakis immutatud pabertihend, paigaldatakse kaas *11* ja kinnitatakse kruvidega korpuse külge.

Pärast seda pööratakse pump nii, et võlli *3* väljuv ots oleks all, ja nagu eelmisel korral, asetatakse nõelad võllide ja pukside vahesse.

Vasaraga vahetüki kaudu vastu laagriliudade *16* otspindu lüües saadakse nende ja hammasrataste otspindade vahel teljesuunaline lõtk 0,03...0,04 mm. Seda lõtku kontrollitakse võlli *3* pööramisel

käega, milleks võlli väljaulatuvale osale asetatakse siduripool. Võll peab pöörlema sujuvalt, teljesuunalise nihketa.

Enne kaane *14* paigaldamist tuleb veenduda selles, et laagriliudade *16* otspinnad asetsevad korpuse *12* otspindadega ühes tasapinnas. Selleks asetatakse otspindadele lekaaljoonlaud ja lehtkaliibriga kontrollitakse nende suhtelist asetust. Kui see suurus ei ületa 0,02 mm, siis asetatakse otspindadele nitrolakiga immutatud paberist tihendid. Kui otspinnad ei lange ühte, tuleb pump lahti võtta ja lihvida üle korpuse *12* või laagriliudade *16* otspinnad. Pärast otspindade tasandamist asetatakse kaas *14* paberist tihendile ja kinnitatakse kruvidega. Kaante asend fikseeritakse lõplikult tihvtidega.

Pumba koostamine lõpetatakse tihendi *2* ja äärikpuksi *6* paigaldamisega. Koostatud (nitrolakis immutatud tihenditega) pumpa kuivatatakse 5...8 tundi.

Pumba koostamisel võivad pöörlevad detailid kinni kiiluda. See tehakse kindlaks ajamivõlli pööramisega. Kui kiiluvad kinni defektideta detailid, siis võib see olla tekitatud kontrolltihvtide ebaõigest asetusest. Rikke kõrvaldamiseks võetakse tihvtid välja, lõdvendatakse kruvisid, seejärel keeratakse käsitsi kruvid kinni, hööritsetakse tihvtide avad üle ja paigaldatakse uued, suurema läbimõõduga tihvtid.

Hammasrataspumpade koostamisel peab pööramа tähelepanu tihendusseadmete kvaliteedile. Tihenduspolster *2* peab takistama ajamivõlli *3* ja kaane *11* ava pindade vahelt õhu juurdepääsu pumpa. Heaks tihendiks on solidoolis immutatud asbestnöör. Kui õlis tekivad õhumullid, parandatakse tihendust ääriku *6* pingutamisel kruvidega *5*.

Asudes t i i v i k p u m p a d e koostamisele, tuleb esmalt pesta kõik detailid puhtaks petrooleumis või bensiinis ja kuivatada või puhuda suruõhuga läbi (või kuivatada puhta kaltsuga).

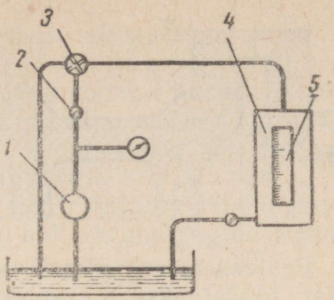
Rootor asetatakse tiivikpumba korpusesse (joon. 47) selliselt, et rootori soonte kalle oleks suunatud rootori pöörlemise suunas ja soontesse asetatud tiivikute teravikud oleksid suunatud samale poole. Teistmoodi asetamisel vähenevad pumba tootlikkus ja arendatav rõhk ning tööiga. Koostamisprotsessis tuleb kindlasti kontrollida, kas tiivikute otsad ei ulatu rootorist välja.

Pärast kõikide detailide paigaldamist kinnitatakse kaas kruvidega nii, et rootor pöörleks kergelt ja sujuvalt.

Enne pumba proovimist kallatakse sellesse õli.

Remonditud pumpa kontrollitakse stendil või tööpingil, lastes pumbal 15...20 minuti kestel koormuseta pöörelda. Kui häireid ei esinenud, katsetatakse pumpa koormusel, tõstes rõhku järk-järgult kuni 7...8 MN/m$^2$ (70...80 kG/cm$^2$). Sellel maksimaalsel rõhul peab kontrollitav pump töötama alla 3...5 minuti.

Hästi remonditud pump töötab mürata, ei leki ja ei ime õhku läbi tihenduse ning teistest ühenduskohtadest.




Joon. 164. Pumba katsetamise skeem

Pumba tootlikkust kontrollitakse stendil (joon. 164).

Pump *1* asetatakse õlipaagile, kust ta pumpab õli läbi drosseli *2* kraani *3* juurde. Kraani pööramisega juhitakse õli mõõdupaaki *4* või tagasi õlipaaki.

Pumba katsetamisel asetatakse kraan asendisse, mille juures õli juhitakse tagasi õlipaaki. Lülitatakse sisse pumbaga ühendatud elektrimootor ja drosseliga tekitatakse vajalik rõhk. Pärast seda juhitakse õli mõõdupaaki. Samaaegselt vaatame sekundiosutit. Mõne sekundi pärast kraan lülitatakse esialgsesse asendisse ja skaala *5* ning osuti abil tehakse kindlaks, kui palju õli on selle aja jooksul voolanud paaki.

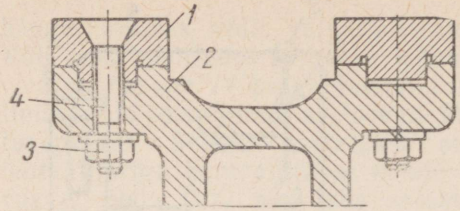
Pumba mahulise kasuteguri arvutamiseks mõõdetakse õli hulka avatud drosseli puhul, s. t. peaaegu ilma rõhuta. Mahuline kasutegur — see on ajaühikus pumba poolt rõhu all pumbatud vedeliku ja rõhuta pumbatud vedeliku mahu suhe samadel töötingimustel ja vedeliku temperatuuril. Töövedelikuna kasutatakse tavaliselt industriaalõli 20 või 30 (vt. tabel 12).

Õli temperatuur katsetamisel nii tühikäigul kui töörõhul peab olema 50° C.

## 78. JUHTPINDADEGA DETAILIDE KOOSTAMINE

Juhtpindadega mehhanismide normaalne töö on võimalik ainult järgmistel tingimustel: kui juhtpinnad on sirgjoonelised; kui neil ei ole kriimustusi; kui kokkupuutepinnad on nii sobitatud, et tehniliste tingimustega kindlaksmääratud lehtkaliiber ei lähe kokkupuutepindade vahelisse pilusse; kui kokkupuutepindadele õli juhtivad õlikanalid ja õliseadmed on kohal ja korras. Koostamisele asudes tuleb kontrollida, kas on täidetud kõik loetletud tingimused.

Kaasaegsetes masinates ja tööpinkides kasutatakse mitte ainult pingi sängiga koos valatud juhtpindu, vaid ka pealeasetatavaid plaatidekujulisi juhtpindu, mis kinnitatakse sängile poltide ja mutritega (joon. 165). Avadega pealeasetatav plaat *1* kinnitatakse pingi sängil klambritega ja nende avade järgi puuritakse samasugused avad sängile *2*. Puuritud avadesse asetatakse poldid *4* ja keeratakse otsa mutrid *3*. Pärast seda plaat lihvitakse.




Joon. 165. Pealeasetatavad juhtpinnad

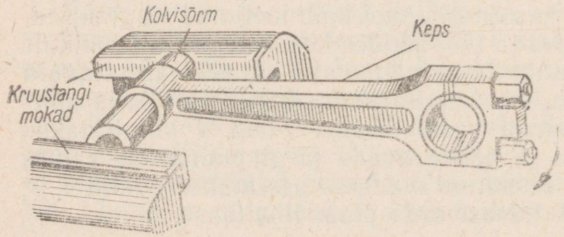
Pealeasetatava plaadi ja sängi kokkupuutepinnad enne koostamist töödeldakse ja sobitatakse lihvimise või kaabitsemisega. Kohalikud pilud ei tohi olla suuremad kui 0,06 mm. Et plaat liibuks tihedamalt vastu sängi pinda, kantakse sängi pinnale õhuke epoksüüdliimi kiht.

Kõik juhtpindadel asetsevad detailid (liugurid, kelgud, töölauad) peavad nendel vabalt liikuma. Täielikult peab olema kõrvaldatud nende detailide ümberkukkumise ja juhtpindadelt ärarebimise võimalus. See saavutatakse vastavate plaatide ja kiilude kasutamisega. Täpsete sõlmede (näiteks supordite, liugurite) ühenduspindade vahelised lõtkud peavad olema sellised, et nende kontrollimisel 0,03-mm lehtkaliiber ei läheks läbi. Vertikaalsetel juhtpindadel töötavad detailid, näiteks presside liugurid, mitmesugused sammastel asuvad spindlikastid, freespinkide konsoolid jt., peavad liikuma alla omakaalu mõjul. Samal ajal nende liide peab jääma kindlaksmääratud tihedusega.

Kalasaba-tüüpi juhtpindade puhul reguleeritakse lõtku kruvidega, mis suruvad laiali või kokku kiile ja liiste. Tuleb meeles pidada, et liiga tugev kiilude või liistude pingutus teeb liite liiga tihedaks. Sellises liites liiguvad sõlmed suurendatud jõu mõjul ja ebasujuvalt. Toimub juhtpindade «kaasahaaramine», mis põhjustab kriimustuste tekkimise.

## 79. VÄNTMEHHANISMI KOOSTAMINE

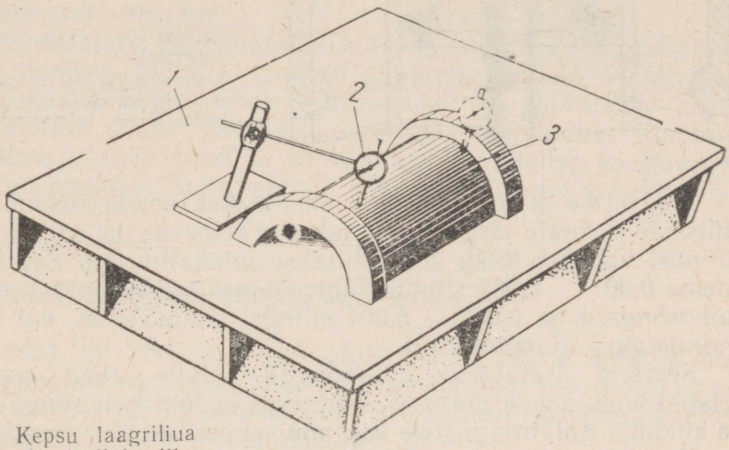
Väntmehhanismi koostamine koosneb järgmistest operatsioonidest: kepsu ning kolvi koostamisest, kolvi ühendamisest kepsuga, kolb-kepsgrupi asetamisest silindrisse ning kepsu ühendamisest väntvõlli kaelaga. Kõikides ühendusdetailides ja sõlmedes tuleb rangelt kinni pidada koostamisjoonistel ettenähtud lõtkudest.




Joon. 166. Kolvisõrm — kepsliite kontrollimine

Kepsu koostamist (joon. 124, *a*) alustatakse puksi *10* pressimisest kepsu peasse *11*. Puks *10* pressitakse sisse pressi abil. Puksi õlisoon peab asetsema kepsu *1* õliava kohal. Puksi otspinnad ei tohi välja ulatuda kepsu peast. Kuna pressimisel puks surutakse väiksemaks, tuleb puksi ava üle hõõritseda. Puksi ava teravad servad puhastatakse kolmetahulise kaabitsaga.

Pärast kolvisõrme asetamist puksi kontrollitakse istu õigsust. Selleks kinnitatakse keps kolvisõrme abil kruustangide vahele



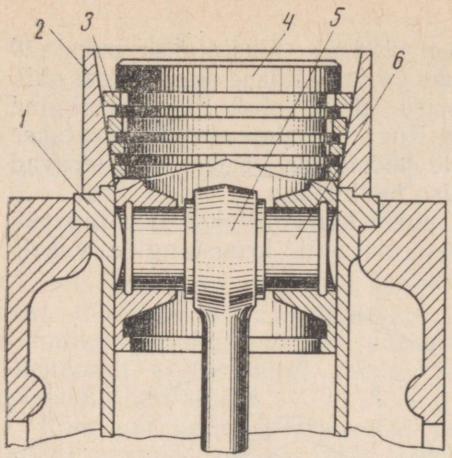

Joon. 167. Kepsu laagriliua kontrollimine kontrollplaadil

(joon. 166), s. t. horisontaalasendis. Sellest asendist peab keps langema sujuvalt alla. Kui keps langeb väga vabalt (nagu kukuks), vahepeatustega või üldse ei lange, siis see tähendab, et kolvisõrme ja puksi vaheline ist ei ole õige ja tuleb parandada.

Seejärel kontrollitakse laagriliudade *3* poolituspindade paralleelsust (joon. 167). Kontrollplaat *1* kaetakse õhukese värvikihiga ja asetatakse sellele laagriliud, nii et poolituspind liibuks vastu plaati. Kui laagriliud kõigub, kaabitsetakse poolituspinnad uuesti. Kaabitsemist kontrollitakse indikaatoriga *2*.

Pärast mõlema laagriliua niisugust töötlemist ja kontrollimist asetatakse laagriliud kepsu. Laagriliua välispinna ja kepsu pea sisepinna vaheline lõtk kõrvaldatakse 0,05 . . . 1 mm paksuste vahetükkide komplekti abil. Laagriliuad võivad kepsupeast välja ulatuda kindlalt piiratud suuruse võrra, mis määratakse kindlaks mehhanismi tehniliste tingimustega.

Lõpetanud laagriliudade paigaldamise, ühendatakse laagrikaas kepsuga poltide ja mutrite abil. Laagriliudadest koostatud kepsulaagri telg peab olema paralleelne kepsu peasse *11* pressitud puksi *10* (joon. 129, *a*) teljega.




Joon. 168. Kolbmehhanismi detailide ja kepsu asetamine silindrisse:
*1* — silinder, *2* — paigalduspuks, *3* — kolvirõngas, *4* — kolb, *5* — keps, *6* — kolvisõrm

Kolbide koostamist alustatakse nende valikust silindri hülsside ja kaalu järgi. Kaalu lubatud erinevus on ±0,5%. Kolvi ja silindri vahelist lõtku kontrollitakse pilukaliibriga. See lõtk peab olema 0,001 ... 0,002 silindri läbimõõdust, kui kasutatakse malmist kolvirõngaid, ja 0,002 ... 0,004 silindri läbimõõdust, kui kolvid on valmistatud alumiiniumist.

Seejärel asetatakse kolvirõngad kolvile. Neid veeretatakse käsitsi kogu soone ulatuses, seejuures ei tohi kolvirõngad sööbida ja kiikuda. Kolvirõngastele vajutamisel peavad nad soonde vajuma.

Kolvirõngaste elastsus määratakse tehniliste tingimustega igale masinatüübile eraldi. Nendest tehnilistest tingimustest tuleb koostamisel kinni pidada.

Kolvirõngad peavad mõõtmetelt vastama silindri ja kolvi kanalite (soonte) läbimõõdule. Kolvirõngaste lukus peab olema 0,3 ... 0,8 mm pilu.

Enne paigaldamist tuleb kolvirõngad üle vaadata, et veenduda, kas pole mõrasid, valutühemikke ja sügavaid töötlemisjälgi. Rõngaste lukud viiakse natuke laiali, suurendades sellega kolvirõnga siseläbimõõtu. Seda tehakse ettevaatlikult ja korralikult, sest tunduval laialiviimisel võivad rõngad puruneda.

Kolvirõngaste lukud asetatakse teineteisest erinevate nurkade alla 120 ... 180° piires.

Kepsu monteerimine kolvi külge. Sõltuvalt mehhanismi konstruktsioonist ja töötingimustest võib selle liite teha 0,01 ... 0,05 mm lõtkuga või 0,01 ... 0,03 mm pinguga. Teisel juhul kuumutatakse kolvirõngasteta kolb õlivannis kuni 80 ... 90° C. Kuumutatud kolvi silmade vahele asetatakse keps. Kui kolvisõrm on ühendamiseks ette valmistatud, siis määritakse ta kergelt õliga ja lüüakse kolvi ja kepsu avadesse vasaraga vahetüki abil.

Kepsuga kolvi asetamine silindrisse. Koostatud kolb koos kepsu ja kolvirõngastega (kepsu alumise pea laagri-

kaas on ära võetud) surutakse ettevaatlikult silindrisse. Kolvirõngad surutakse kokku spetsiaalse sisekoonusega, mille väikseim läbimõõt on võrdne silindri läbimõõduga (joon. 168). Puksi asemel võib kasutada ka spetsiaalset teraslehest valmistatud rangi.

Kepsu ühendamine võllikaelaga. Pärast kepsuga kolvi asetamist silindrisse ühendatakse kepsu alumine pea väntvõlli kaelaga. Selleks asetatakse kergelt määritud väntvõlli kaelale keps, pannakse kohale vahetükid, paigaldatakse laagrikaas ja kinnitatakse sõlm poltide ja mutritega. Seejärel keermesliited splinditakse.

Pärast koostamist kontrollitakse kolvi ja silindri kaane vahelist pilu kolvi ülemises asendis (surnud punktis). Selleks asetatakse silindri kaane ja kolvi vahele seatinaplaat ja pööratakse paar korda väntvõlli. Plaat litsutakse lamedaks. Lamedaks litsutud plaadi paksus võrdub kolvi ja silindri kaane vahelise kaugusega kolvi surnud punktis. Selle plaadi paksust mõõdetakse nihkmõõdikuga.

## 80. SPINDLISÕLME KOOSTAMISE NÄIDE

Veendunud, et kõik treipingi 1K62 spindlisõlme detailid on korras ja remonditud, asutakse spindlisõlme (joon. 143) koostama. Veel tuleb kontrollida hammasrataste istu spindlil ja spindlikaelte olukorda. Spindli soonde asetatakse liist *20*.

Esmalt koostatakse spindli tagatugi. Paigaldatakse tihend *15* ja seejärel radiaal-aksiaalkuullaager *16*. Laager asetatakse nii, et välisvõru õhem otspind oleks suunatud tihendi *15* suunas. Järgnevalt asetatakse vaherõngas *10* ja laager *9*, mille välisvõru õhem otspind peab olema suunatud eelmisega vastassuunas. Laagrid kinnitatakse mutriga *19* ja stoperdatakse kruviga *8*.

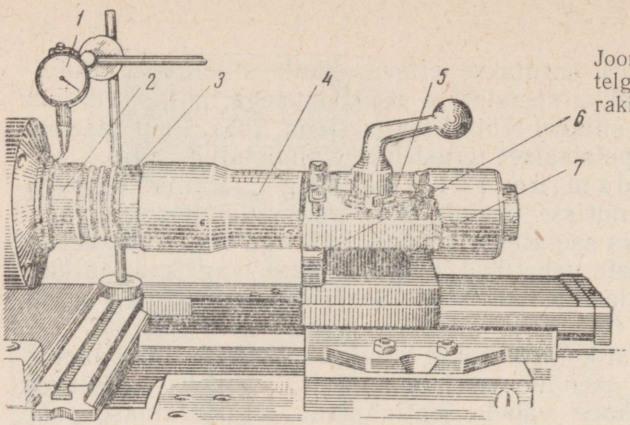
Koostamise mugavuse seisukohalt asetatakse spindel *2* püsti ja pannakse peale rull-laager *3* ja rõngas *5*. Seejärel keeratakse mutrit *6* kokkupuuteni rõngaga *5*.

Edasi lükatakse spindel läbi korpuse esiseina ava korpusesse *26*, asetatakse peale hammasrataslokk *22* ja hammasratas *21*. Pärast seda juhitakse spindli ots tagatoesse ja esisõlm korpuse avasse. Seejuures nihutatakse laagri välisvõru *4* korpuse suunas.

Asetanud rõngad *11* ja *12* spindli otsa, keeratakse võtmega mutrit *13* seni, kuni spindel on oma kohal, mis määratakse kindlaks tõmbejõu ja spindli pöörlemise järgi. Esmalt spindel nihkub telgsuunas. Edasisel pingutamisel spindel enam telgsuunas ei nihku ja pöörlemine muutub raskeks.

Spindli paigaldamisel nihutatakse spetsiaalse puksi abil rõngast *4* nii, et see asetseks laagri sisevõru kohal.

Lõpetanud sõlme paigaldamise, monteeritakse hammasratas *21* spindlile ja keeratakse kinni fiksaatorkruvi *7*. Et fiksaatorkruvi ei




Joon. 169. Spindlisõlme telglõtkude kontrollimine rakise abil

tuleks lahti, asetatakse hammasratta ja fiksaatorkruvi soonde spetsiaalne vedrurõngas. Koostamine lõpetatakse ääriku *1* kinnitamisega.

Nüüd võib hakata spindlitugesid reguleerima. Reguleerimist alustatakse tagatoest. Keeranud natuke lahti mutri *13*, pööratakse spindlit, selleks et kuullaagrite sisevõrud võtaksid normaalse asendi (spindel hakkab siis kergelt pöörlema). Seejärel keeratakse kinni fiksaatorkruvi *14*.

Esituge reguleeritakse mutri *6* keeramisega. Laagri sisevõru *3* nihkub spindli koonusele ja laieneb. Selle tõttu saadakse õige ja tugev liide.

Spindlitugede reguleerimisel tuleb kontrollida lõtke. Telglõtku kontrollitakse spetsiaalse rakisega (joon. 169).

Kahe dünamomeetrilise vedruga torn *3* kinnitatakse spindli otspinna külge tikkpoldi ja seibiga mutri abil. Kausside otspindade vahele on paigaldatud koormuskangi *6* hark, mis kinnitatakse terahoidjas *7*.

Asetanud indikaatoriga *1* rakise tööpingi sängile, viiakse mõõtevarras vastu spindli *2* esiastme otspinda. Hakkame käsitsi nihutama suporti spindli suunas. Koormuskangi hark nihutab vasakut kaussi *4*. Ületanud vedrujõu, surub see spindlit telgsuunas. Rakendatav jõud, mida saame skaala järgi kontrollida, on 300...500 N (30...50 kG).

Spindel vabastatakse koormusest, mille järel märgitakse indikaatori näit. Järgnevalt kontrollitakse teist telglõtku. Selleks nihutatakse suporti sama jõuga vastassuunas, s. t. tagapuki suunas. Pärast spindli vabastamist koormusest märgitakse jällegi indikaatori näit. Spindli summaarne telglõtk on võrdne mõlema indikaatori näidu summaga. Kui kogu lõtk ületab 0,005 mm, siis tuleb telglõtku täiendavalt reguleerida.

Praktiliselt kontrollitakse telglõtku dünamomeetrita. Selliselt juhul saadakse telgkoormus spindlile käega surumisel.

Masinad ja mehhanismid koostatakse remonditud sõlmedest kahel meetodil: statsionaarsel — koostamisprotsessi tükeldamata ja mittestatsionaarsel — koostamisprotsessi tükeldamisega.

Statsionaarsel koostamisel saabuvad kõik detailid ja mehhanismid koostamisstendile, kus toimub masina üldkoostamine. Nii organiseeritakse koostamine juhtudel, kui koostatav masin on väike ja koostamisest võtavad osa üks või kaks töölist. Statsionaarse koostamisprotsessi puuduseks on protsessi ajaline pikenemine, kuna lukksepp peab järjekorras teostama kõik koostamisoperatsioonid. Puuduseks on ka see, et koostamist võib usaldada ainult kõrge kvalifikatsiooniga lukksepale.

Mittestatsionaarsel koostamisel teostab koostamise mitmest töölisest koosnev brigaad, kellest igaüks teeb kindlaksmääratud tööd. Näiteks üks tööline spetsialiseerub laagrite koostamisele, teine monteerib ülekandeid, kolmas teostab lõppkontrolli jne. Sellise töö organiseerimise tulemusena väheneb masina seisuaeg.

Mittestatsionaarset koostamist kasutatakse paljudes meie maa eesrindlikes käitistes. Vaatleme näitena universaalse neljasambaga hüdraulilise pressi П-454 võimsusega 1 MN (100 t) üldkoostamise järjekorda.

Pressi konstruktsiooni kuuluvad järgmised põhilised sõlmed (joon. 170):

alumine alustugedele *21* asetatud liikumatu traavers *1*, ülemine liikumatu traavers *5* ja neljast sambast *4* koosnev säng;

traavers *3* ja kaheksast juhtpuksist *12* koosnev liikuv traavers, mis liigub vertikaalsetel sammastel *4*;

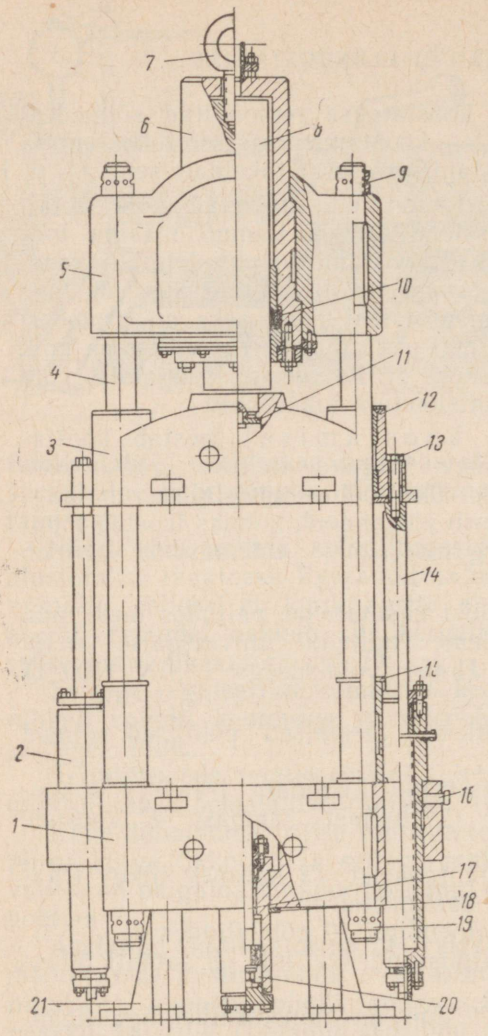
tööplunžriga *8* ja mansett-tihendiga *10* põhisilinder *6*;

kaks plunžriga *14* tagasikäigusilindrit *2*, mis on samuti tihendatud mansett-tihenditega;

plunžriga *17* väljatõukur *20*, mis on mansett-tihendiga tihendatud.

Enne pressi koostamisele asumist varustatakse töökoht tõsteseadmetega — kraana või taliga. Teostanud vajaliku ettevalmistuse, kontrollitakse sammaste ja traaversite *1*, *3* ja *5* istukohtade seisukorda. Kui neil esinevad löögijäljed, siis need kõrvaldatakse. Pärast seda tuleb veenduda, et väljatõukuri *20*, silindrite *2* ja traaversite *3* ja *5* sõlmed on koostatud koos põhisilindriga *6*.

Esimeseks operatsiooniks pressi koostamisel on traaversi paigaldamine alustugedele *21*. Selle operatsiooni järel keeratakse plunžri *17* otspinnal olevasse avasse tõstepolt, mille abil paigaldatakse silinder *20* alumise traaversi avasse. Seejärel kinnitatakse väljatõukur poltidega, mis läbivad liistu *18*. Järgnevalt traaversi




Joon. 170. Hüdraulilise pressi П-454 üldvaade

mõlemasse poolde spetsiaalselt sissetreitud avadesse paigaldatakse silindrid *2*, kuid tuleb vaadata, et fiksaatorkruvid *16* satuksid täpselt vanadesse silindri süvenditesse.

Kinnitanud silindri kruvidega *16*, asetatakse sammaste avade kohale neli puksi *15*. Nende kohale asetatakse kraana või taliga liikuv traavers *3*, mis ühendatakse poltide *13* abil plunžritega *14*. Seejärel keeratakse sammaste otsa mutrid *9*. Nende külge kinnitatakse tross. Tõstes sambaid kraana või taliga, asetatakse nad läbi liikuva traaversi *3* ja pukside *15* avade alumise traaversi avadesse. Seejärel sambad kinnitatakse mutritega *19*.

Järgnevalt võetakse mutrid *9* ära ja plunžri *8* avasse keeratakse tõstepolt *7*. Nüüd tõstetakse koostatud traavers *5* kraanaga üles ja paigaldatakse sammastele. Pärast seda keeratakse uuesti otsa mutrid *9* ja kinnitatakse traavers *5*.

Viimane operatsioon on järgmine: trossiga haaratakse traavers *3*, tõstetakse see vastu plunžri *8* tugipinda ja kinnitatakse poldi ja seibiga *11*; tõstepolt *7* keeratakse välja.

Sellega lõpeb pressi mehaanilise osa koostamine. Koostamine peab vastama järgmistele tingimustele:

liikuv traavers ja silindrite plunžrid peavad liikuma sujuvalt, sööbimiseta;

kõik tihendused peavad kindlustama usaldatava hermeetilisuse — õli väljavool on lubamatu;

stantside või teiste tööriistade kinnituspinnad alumisel ja liikuval traaversil peavad olema paralleelsed, lubatud mitteparalleelsuse hälve on 0,05 mm.

Koostatud sõlmed, mehhanismid ja masinad reguleeritakse: kontrollitakse kõigi sõlmede ja mehhanismide kinnitusi; püütakse tagada kõigi detailide kooskõlastatud liikumine ja täpne omavaheline koostöö.

Detailid reguleeritakse täiendava töötlemiseta. Vajalik liidete tihedus saavutatakse nende nihutamisega, kompensaatorite, kiilude ja liistude asetamisega, laagrite, vedrude, tugede reguleerimisega ja teiste viisidega.

Metallilõikepinkide rida mehhanisme ja sõlmi (näiteks laagritega spindlisõlm, supordid, hõõrdsidurid, kinnitusplaatidega töölauad jt.) vajavad reguleerimist mitte ainult remondil ja koostamisel, vaid ka perioodiliselt ekspluatatsiooni käigus. See on dikteeritud hõõrdepindade kulumise, kinnituste nõrgenemise ja teiste häirete ennetamise või kõrvaldamise vajadusest.

## KONTROLLKÜSIMUSED

1. Mõõtahelate mõiste. Kuidas kasutatakse mõõtahelate teooriat täpsuse arvutamiseks mehhanismide koostamisel?
2. Nimeta põhitööd hammasülekannete koostamisel.
3. Mispärast hammasratta hammasvööd enne pealepressimist kuumutatakse?
4. Kuidas kontrollitakse sõlme võll-hammasrattas viskumist?
5. Kuidas telgedevaheline kaugus mõjutab hambumise lõtku suurust?
6. Kuidas reguleeritakse lõtku koonilistes hammasülekannetes?
7. Kuidas kontrollitakse lõtku tiguülekandes?
8. Kuidas kontrollitakse rihmülekannetes rihma pingutust?
9. Kuidas rihmarataste nihe mõjutab kiilrihmajami tööd?
10. Milles seisneb kettülekande reguleerimine?
11. Missugune on nukksiduri koostamise järjekord?

# UNIVERSAALTREIPINGI 1K62 KAPITAALREMONT

Iga tööpingi, iseäranis treipingi 1K62 kapitaalremont sisaldab palju erinevaid tööliike. Nende tööde hulka kuuluvad:

välisvaatlus ja teised tööpingi kontrolloperatsioonid enne remonti;

tööpingi demontaaž ja transportimine remondi-mehaanikatsehhi (kui pinki ei remondita kohapeal);

kõigi sõlmede ja detailide demontaaž ja pesemine;

defektide kindlaksmääramine ja defektide üksikasjaliku loetelu koostamine;

detailide remont ja sobitamine;

mehhanismide ja sõlmede koostamine;

tööpingi koostamine;

tööpingi katsetamine tühikäigul;

tööpingi katsetamine koormusel;

tööpingi katsetamine võimsusele;

tööpingi täpsuse kontrollimine;

tööpingi transportimine paigalduskohale;

tööpingi montaaž tema töökohal.

Töökohale paigaldatud pinki katsetatakse tsehhis OTK, peamehaanika osakonna ja remonditsehhi esindajate juuresolekul.

## 82. VÄLISVAATLUS JA TEISED KONTROLLOPERATSIOONID ENNE TREIPINGI REMONTI

Remonti saabunud treipingi välisvaatlusega kontrollitakse kõigi sõlmede ja mehhanismide komplektsust. Tööpingi käitamisel tehakse kindlaks müra, vibratsioonid ja detailide kuumenemise aste. Sellel treipingil töötanud treiali käest saadakse täiendavaid andmeid mehhanismide, sõlmede ja üksikute detailide seisukorra kohta. Näiteks treial mainib, et pingi töö ajal kindla pöörete arvu juures lülitub hammasülekanne iseenesest välja. See tähendab, et selle hammasrataspaari hammasratastel on hambad kulunud. Siit tulenevalt tuleb defektide loetelu koostamisel erilist tähelepanu pöörata hammasratastele.

## 83. TÖÖPINGI DEMONTAAŽ

Enne tööpingi demonteerimist tuleb see elektrivõrgust välja lülitada, võtta ära demontaaži segav elektrijuhe (seda teevad elektrimontöörid), kallata välja õli reservuaaridest, kiirustekastist, ettenihetekastist ja supordipõllest, kallata jahutusvedelik sängi

**DEFEKTIDE LOETELU №** .....

Tehas .....

| Jrk. nr. | Kuupäev / Remondi viis | Seadmete nimetused | | | Valmistaja-tehas | Mudel | Inventari nr. | | | Tsehh nr. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Kapitaalremont | Universaaltreipink | | | «Krasnõi Proletarii» | 1K62 | Materjal | | | Tööjõud | | | |
| | Sõlmede ja detailide nimetused, mis asendatakse või remonditakse | Detaili nr. Joonise nr. | Detailide arv | Detailide ja sõlmede defektide kirjeldus | Remondiks vajalike tööde loetelu | Nimetus | Mark, sort, ristlõige | Kaal | Maksumus | Lukksepad | | Pingitöölised | |
| | | | | | | | | | | Normtunde | Tööjärk | Normtunde | Tööjärk |
| 1. | Tööpink koostatuna | | | | Demonteerida sõlmedeks ja detailideks | | | | | 11 | 3 | | |
| 2. | Sõlmed ja detailid | | | | Pesta ja kuivatada | | | | | 4 | 2 | | |
| 3. | Detailid | | | | Demonteerida ja markeerida | | | | | 5 | 5 | | |
| 4. | Tööpingi säng | | | Kuni 0,3 mm kulumine ja juhtpindadel kriimustused | Lihvida juhtpinnad lihvimisrakise kasutamisega piki-höövelpingis | | | | | 8 | 5 | | |
| 5. | Esipukk | | | Veerelaagrite | Kroomida ja lihvida spindlikaelad rull-laagrite istu järgi | | | | | | | | |
| | a) spindel | | 1 | aluste spindlikaelte kulumine | | | | | | | | 6 | 5 |
| 6. | b) hammasvõll | | 1 | Osa hammasvõllist omab väändedeformatsiooni | Valmistada uus hammasvõll kõigi liites olevate detailide sobitamisega | Teras 12XH2A ø 42×370 | | | | 2 | 5 | 4,5 | 4 |
| | jne. | | | | | | | | | | | | |

aluse reservuaarist välja. Seejärel keeratakse lahti vundamendipoltide mutrid (kui treipink antakse remontimiseks remondimehaanikatsehhi), võetakse ära kõik kestad ja kaitsed, mis takistavad juurdepääsu töösõlmedele, ning kõrvaldatakse jahutussüsteemi armatuur.

Treipink demonteeritakse esmalt sõlmede kaupa, kusjuures peetakse kinni järgmisest järjekorrast:

võetakse ära peaajami elektrimootor, mis on paigaldatud sängi vasakusse avasse, ja kiirkäigu elektrimootor, mis on paigaldatud sängi parempoolsesse nišši; keeratakse padrun spindlilt, kui varem pole seda ära võetud;

võetakse ära käigukruvi, käigu- ja lülitusvõlli toed; tõmmatakse välja käigukruvi ja mõlemad võllid; käigukruvi ja võllid hoitakse püstasendis;

võetakse kinnitustest lahti supordipõll ja tõsteseadmega tõstetakse maha;

võetakse ära esipukk, ettenihetekast, tagapukk ja suport.

Mahavõetud sõlmed demonteeritakse töölaudadel või spetsiaalsel stendil. Iga detail pestakse ja kuivatatakse. Detailid asetatakse sõlmede kaupa kastidesse, kapi riiulitele või pesadesse.

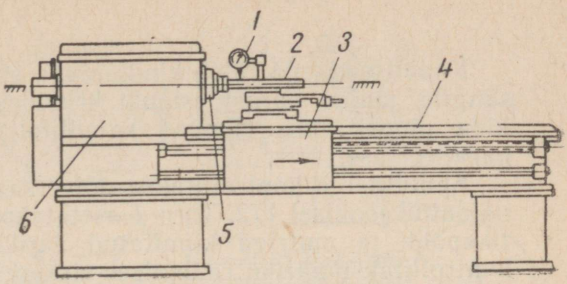
Seejärel tehakse kindlaks detailide defektid koos viimaste üksikasjaliku kirjeldusega. Kirjelduses loetletakse sõlmed ja detailid, mis vajavad remonti või asendamist uutega, ning kõik vajalikud lukksepaoperatsioonid. Leheküljel 303 on esitatud defektide loetelu vorm ja osaliselt ka näidatud, kuidas seda tuleb täita.

Kuna eelmistes peatükkides vaatlesime treipingi detailide remonditehnoloogiat ja kirjeldasime üksikute mehhanismide demontaaži-, remondi- ja koostamisjärjekorda ning viise, siis allpool selgitatakse ainult universaaltreipingi 1K62 üldkoostamise tehnoloogiat — paigaldamist ja remonditud ning koostatud sõlmede kontrollimist.

## 84. ESIPUKI PAIGALDAMINE JA KONTROLLIMINE

Treipingi üldkoostamist on otstarbekas alustada supordikelgu asetamisega sängi taastatud juhtpindadele. Asetanud kelgu kohale, kinnitatakse selle külge kinnitusplaadid ja püütakse saavutada kelgu sujuv nihkumine juhtpindadel. Samal ajal monteeritakse ja kontrollitakse ka esipukk, ettenihetekast, supordipõll, käigukruvi ja -võllid. Paljude treipingi sõlmede paralleelne remontimine ja monteerimine lukkseppade brigaadi poolt on palju ratsionaalsem ja progressiivsem meetod, mis tagab tööpingi seisuaja tunduva lühenemise.

Esipukk tuleb asetada sängile nii, et spindli telg oleks paralleelne sängi juhtpindadega. Selleks asetatakse spindlisse *5* torn *2*

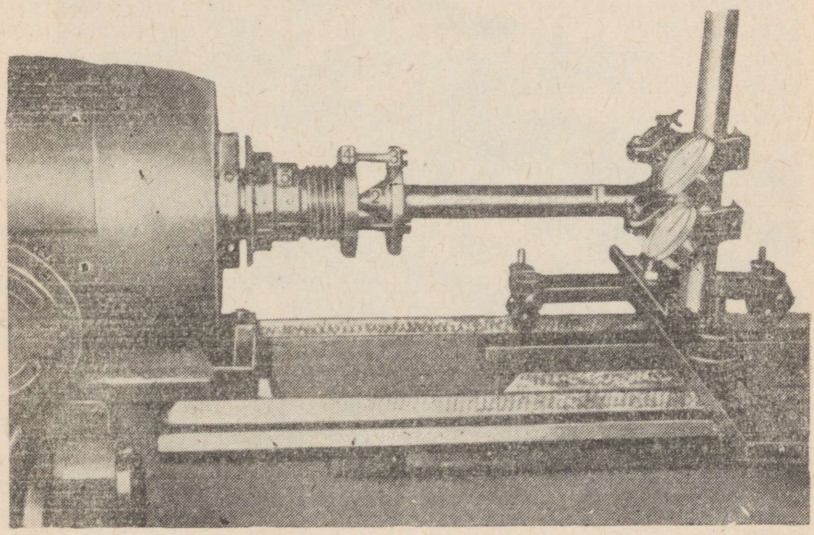



Joon. 171. Spindli telje ja sängi juhtpindade vahelise paralleelsuse kontrollimine

(joon. 171). Indikaator *1* kinnitatakse supordis. Indikaatori mõõtvarda otsiku viime kokkupuutesse torni moodustajaga. Edasi nihutame suporti mööda juhtpindu *4* ja jälgime indikaatori osuti kõrvalekallet.

Kontrollitakse nii vertikaal- kui ka horisontaaltasapinnas. Kui hälve vertikaaltasapinnas ületab 0,03 mm ja horisontaaltasapinnas 0,015 mm 300 mm ulatuses, siis on vaja täiendavalt kaabitseda esipuki *6* ühenduspindu sängiga.

Kandnud sängi juhtpindadele õhukese värvikihi, nihutatakse sellel esipukki, et saada värvijälgi esipuki tugipindadel. Nende värvijälgede järgi esipukk kaabitsetakse, nii et oleks kooskõlas indikaatori näitudega. Näiteks indikaator näitas, et torni *2* ots on allpool, värvijäljed on aga jaotunud esipuki tugipinnal ühtlaselt. Sellisel juhul võetakse metall maha nende värvijälgede järgi, mis asuvad esipuki tagumisele osale lähemal.



Joon. 172. Universaaltorni asetamine sängile

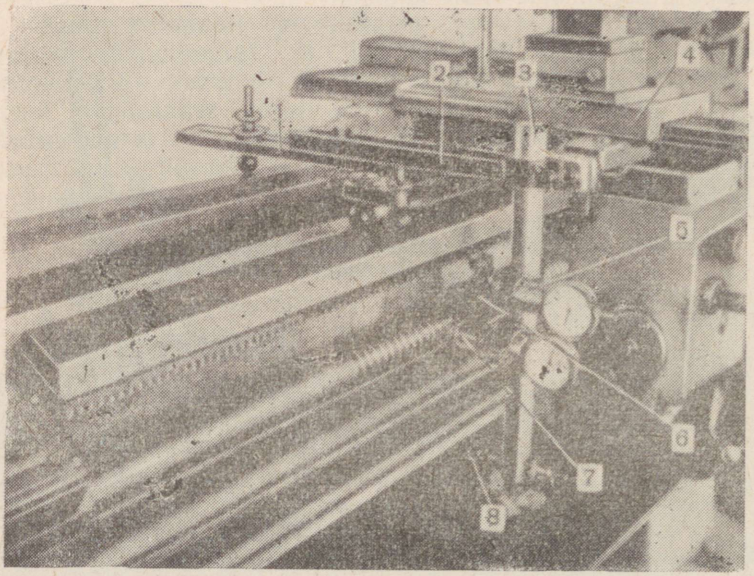
Kaabitsemisega tuleb kindlustada esipuki väga hea sobitamine sängile, muidu pärast esipuki kruvidega kinnitamist võivad tekkida pinged, mis rikuvad spindlitelje ja juhtpindade vahelise paralleelsuse.

Spindlitelge kontrollitakse universaaltornidega, millest üks on näidatud joonisel 172. Torn *1* asetatakse teravikuga spindli *5* otsa tikkpoldi ja mutriga kinnitatud ääriku *4* tsentriavasse. Esmalt kontrollitakse ääriku radiaalset viskumist välisläbimõõdul. Selleks kasutame 0,01-mm lugemiga indikaatorit.

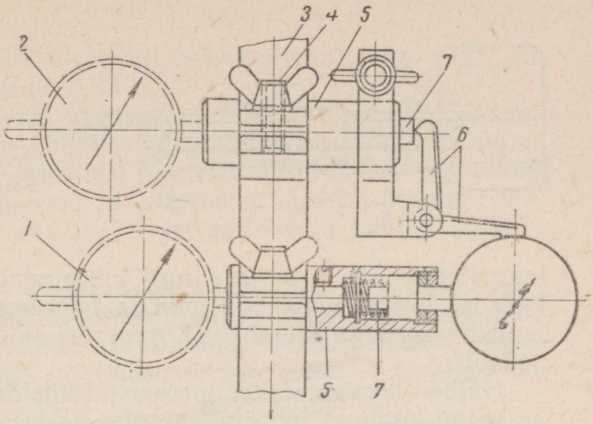
Viinud torni teraviku äärikusse, kinnitatakse torn rõnga *3* ja kolme poldiga *2*. Spindli pöörlemisel tehakse indikaatoriga kindlaks torni otsa viskumine. Pärast torni lõplikku rihtimist teostatakse eespool kirjeldatud kontrolloperatsioonid.

## 85. ETTENIHETEKASTI, SUPORDIPÕLLE, KÄIGUKRUVI JA -VÕLLI TOENDI PAIGALDAMINE NING KONTROLLIMINE

Vastavalt üksikute sõlmede remondi lõpetamisele tuleb treipingi koostamisel kontrollida ettenihetekasti, supordipõlle, käigukruvi ja -võlli toendi asendit. Asendit tuleb kontrollida sellepärast, et ühtiksid avade teljed, mida läbib käigukruvi. Sama kehtib ka käiguvõlli kohta. Lubatud hälve on 0,07 . . . 0,1 mm.




Joon. 173. Käigukruvi ja -võlli ning sängi juhtpindade vahelise paralleelsuse kontrollimine




Joon. 174. Rakise paigaldusskeem paralleelsuse kontrollimiseks:
*1* ja *2* — indikaatorid, *3* — toru, *4* — kruvi, *5* — klotsid, *6* — kaheõlgne kang, *7* — vedruga varustatud vahetükid

Pärast nimetatud sõlmede, sealhulgas ka kelgu *4* paigaldamist kontrollitakse treipinki. Joonisel 173 on näidatud kontrollrakis, mis võimaldab vajaliku täpsusega kindlaks määrata käigukruvi, käiguvõlli ja sängi juhtpindade vahelise paralleelsuse.

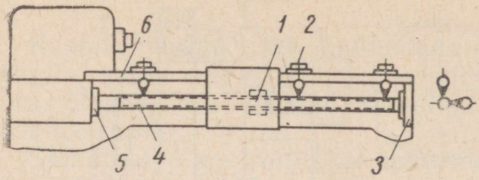
See rakis koosneb künakujulise toendi *2* külge kinnitatud kinnisotstega torust *3*. Rakis on kinnitatud kruvidega universaalse silla *1* külge. Indikaatorid on asetatud pakkidesse *5*. Pakid aga on rangides kinnitatud kruvidega. Indikaatorite mõõtvardad toetuvad vastu vedrudega varustatud vahetükkide *7* otspindu. Üks indikaatorrakis varustatakse kaheõlgse šarniirselt kinnitatud kangiga *6*. Rakise asetamiseks vertikaaljuhtpindadele on toru alumises osas reguleeritav tugi *8*.

Kontrollimine toimub üheaegselt horisontaal- ja vertikaaltasapinnas (joon. 174). Ülemise indikaatorrakise kaheõlgse kangi üks ots toetub vastu vahetüki *7* otspinda, teine aga vastu kontrollitavat käigukruvi või -võlli. Alumise indikaatorrakise vahetükk aga surutakse vedru abil otse vastu kontrollitavat võlli.

Indikaatoritega rangid asetatakse sellisele kõrgusele, et saaksime ülemise indikaatorrakise kaheõlgse kangi viia kokkupuutesse käigukruvi või -võlli moodustajaga ja alumise indikaatori vahetüki kokkupuutesse külgmoodustajaga. Mõõtpakkide väljaulatuse reguleerimisega saavutatakse vajalik vedrude pingsus indikaatorites.

Nihutades rakist mööda juhtpindu, kontrollitakse paralleelsust indikaatorite näidu hälvete järgi (joon. 175, pos. *2*). Käigukruvi kontrollimisel saame õige tulemuse siis, kui vahetüki läbimõõt ületab 1,5-kordselt käigukruvi sammu. Kui see tingimus on täitmata, siis mööda keermetatud osa liikuv vahetükk satub keermeniitide vahesse.

Paralleelsust kontrollitakse kolmes punktis (joon. 175): supordipõlle käigumutri *1* ja käigukruvi *4* mõlemate laagrite juures. Kui




Joon. 175. Käigukruvi ja -mutri samatelgsuse ja juhtpindadega paralleelsuse kontrollimise skeem

laagritelgede *3* ja *5* ja sängi juhtpindade vaheline mitteparalleelsuse hälve ületab 0,1 mm ja käigumutri *1* mittesamatelgsus laagri telgedega ületab 0,15 mm, siis tuleb uuesti rihtida telgede asendit.

Hälbed kõrvaldatakse järgmistel viisidel:

kelgu kulunud juhtpindade alla asetatakse kompensaator-vaheplaadid (sellega saadakse mutri telje õige asend);

ettenihetekasti ja toendi ühenduspindu kaabitsetakse ja sobitatakse (nii saadakse laagri telgede õige asend);

supordipõlle ülemiselt pinnalt eemaldatakse osa metalli ja supordipõll tõstetakse mahavõetud metallikihi paksuse võrra (selle tulemusena saadakse mutri telje õige asend); antud juhul tuleb muuta ka ristettenihkekruvil asetseva hammasratta hamba kuju (korrigeerida).

Viimast ei ole soovitatav kasutada, sest sellega kaasneb supordipõlle ja ristettenihkekruvi vahelise ülekande muutus.

Kirjeldatud rakisega on võimalik kontrollida ka spindli ja treipingi juhtpindade vahelist paralleelsust.

Pärast vaadeldud sõlmede paigaldamist ja kontrollimist jätkatakse tööpingi koostamist. Treipingi sängi vasakusse alussamba tühemikku asetatakse peaajami elektrimootor ja reguleeritakse rihmülekanne. Järgnevalt monteeritakse supordi kiirkäigu elektrimootor. Kiirustekasti, ettenihetekasti ja supordipõlle kallatakse õli. Paigaldatakse jahutusvedeliku armatuur, kaitsmed ja ekraanid. Elektrimontöörid ühendavad elektrijuhtmed.

Täitnud kõik eelnevad tööd, käitatakse treipink ja töötatakse pink sisse, et juba koostatud tööpingil võiks treida tagapukki. Tagapukk valmistatakse selleks operatsiooniks ette paralleelselt teiste sõlmede koostamisega.

## 86. TAGAPUKI KORPUSE REMONT

Treipingi 1K62 ekspluateerimise käigus kuluvad tagapukil aluse juhtpinnad ja pinooli ava. Pinooli ava telg jääb madalamaks esipuki spindli teljest.

Pinooli ava telje asend taastatakse järgmisel viisil (joon. 176).

1. Kaabitsetakse remonditud sängi juhtpindade järgi aluse *8* juhtpinnad. Tagapuki korpusega *3* kokkupuutuva aluspinna hori-

sontaalsust kontrollitakse vesiloodi või indikaatoriga piki- ja ristsuunas. Lubatav hälve on 0,03 mm.

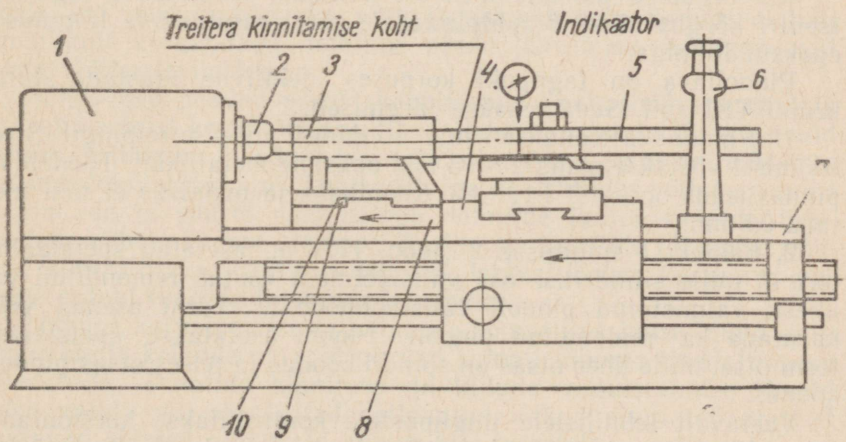
2. Kaabitsetakse tagapuki korpuse ja aluse liitepinnad. Siin on kulumine tühine, mistõttu kaabitsetakse täiendavate kontrollimisteta. Kui kontrollvaatlusel avastati pilu ristjuhtpindadel, siis kohas *10* freesitakse 1 ... 3 mm soon ja liimitakse epoksüüdliimiga või paigaldatakse tihvtidega osa *9*. Pärast seda võib hakata kaabitsema.

3. Esipuki *1* spindlisse *2* asetatakse puurvõll *5*, mis läbib tagapuki pinooli. Puurvõlli ots asetatakse sängi *7* juhtpindadele paigaldatud lünetti *6*. Puurvõllile kinnitatakse treitera. Lüneti tugedega reguleeritakse treitera niisugusesse asendisse, et ta kinnituspunkt oleks spindli teljest 0,03 ... 0,04 mm kõrgemal.

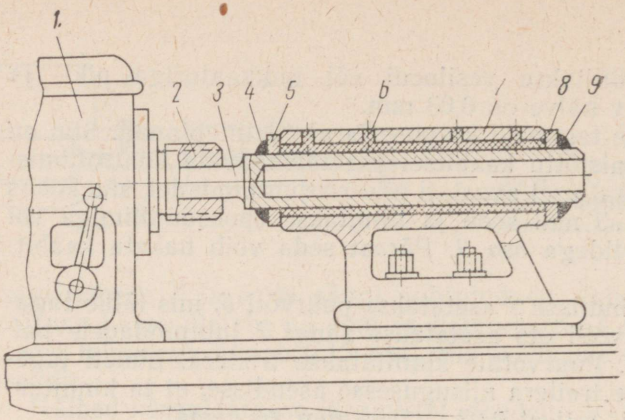
4. Tagapuki alus *8* ühendatakse poltide abil korpusega *3* ja treipingi sängile asetatakse suport *4*. Et suruda tagapukk vastu juhtpindu, asetatakse sellele 300 ... 500 N (30 ... 50 kG) raskune last (joonisel ei ole näidatud). Tagapuki paigaldamise ajaks võetakse rihitud puurvõll spindlist välja, pärast asetatakse jälle tagasi. Kuna puurvõll on välja rihitud, siis selle asend jääb samaks.

5. Käitatakse treipink. Tagapukk hakkab supordi tõukamise tõttu nihkuma sängi juhtpindadel ja samal ajal puurvõllil oleva treiteraga treitakse üle pinooliava. Spindli pöörete arv on 1,33 ... 2 p/s (100 .. 120 p/min), ettenihe 0,1 mm/pöördele. Pinooliava kulumine kõrvaldatakse kahe-kolme läbimiga.

Tagapuki ava võib seest treida ka spindlisse kinnitatud konsoolse torni abil, mille otsa on kinnitatud treitera. Et tõsta torni otsa natuke kõrgemale spindli teljest, asetatakse eestpoolt esipuki




Joon. 176. Pinooliava sisetreimine tagapuki korpusesse




Joon. 177. Treipingi esi- ja tagapuki samatelgsuse taastamine stürokrüüli TШ abil

juhtpindade alla 0,03 ... 0,05 mm paksune metallileht. Pärast sisetreimise lõpetamist metallileht eemaldatakse.

6. Treitud ava plangitakse. Ava lubatud koonilisus on 0,02 mm ja ovaalsus 0,01 mm.

7. Lihvimisega sobitatakse kohale uus pinool ja sellega lõpetatakse tagapuki koostamine.

Loetletud viisidega kindlustatakse tagapuki remondil ettenähtud tehniliste tingimuste täitmine. Tagapuki tsenter asub esipuki tsentrist 0,02 ... 0,03 mm võrra kõrgemal, sängi juhtpindade ja pinooli ava vaheline paralleelsuse hälve ei ületa 0,01 mm 300 mm ulatusel.

Kui tagapuki pinooliava ei ole kulunud, taastatakse tagapuki tsentri kõrgus aluse *8* juhtpindadele plastmassliistude liimimisel epoksüüdliimiga.

Pinooliava on tagapuki korpuses efektiivne taastada stürokrüüli TШ abil. Seda tehakse järgmiselt.

1. Pinooliava treitakse samal treipingil või sisetreipingil. Sisetreimisel võetakse maha 2 ... 3 mm paksune metallikiht. Töödeldud pinnasiledus on — ▽1 ... ▽2. Koonilisus ja ovaalsus ei tohi ületada 0,5 mm.

2. Esipuki *1* spindlisse *2* (joon. 177) on asetatud spetsiaalne toru *3*, mille silindrilise osa välisläbimõõt vastab remonditud või uuesti valmistatud pinooli välisläbimõõdule. Torni asemel võib kasutada ka remonditud pinooli. Pinool asetatakse spetsiaalse torni otsa, mille ühes otsas on spindli koonus ja teises otsas pinooli koonus.

Vastavalt tehnilistele tingimustele kontrollitakse horisontaal- ja vertikaaltasapinnas spindli *2* telje paralleelsust sängi juht-

pindadega. Torni otsa viskumine spindli pööramisel ei tohi olla üle 0,03 mm 300 mm ulatuses.

3. Tagapuki korpusesse puuritakse avad *6*. Seejärel treitud siseava vabastatakse rasvast ja kuivatatakse 15...20 minutit, kuni lahustaja aurustub.

4. Tornile asetatakse rõngas *5*, torn määritakse õrnalt silikaatõliga või parafiiniga, tagapuki korpus asetatakse alusele ja kinnitatakse poltidega. Seejärel asetatakse rõngas *8* ja hermetiseeritakse plastiliiniga *4* ja *9*.

5. Äärmisse avasse *6* asetatakse lehter ja valmistatakse ette stürokrüüli segu. Valatakse seni, kuni stürokrüül väljub kõigist avadest *6*.

6. Korpust hoitakse 12...15 tunni jooksul temperatuuril 18...20° C, seejärel nihutatakse tagapukki ja libistatakse korpus tornilt maha.

7. Korpus puhastatakse plastiku ülevooludest, puuritakse avad ja raiutakse õlisoon, liistusoon valmistatakse tõukepingil ja seejärel koostatakse tagapukk.

Näidatud viisil võimaldab tagapuki taastamine vähendada remondi töömahukust 2...3 korda. Saavutatakse kõrge täpsus ja töökindlus.

## 87. TREIPINGI ÜLDKOOSTAMISE TEHNILISED TINGIMUSED

Treipingi koostamisel tuleb kindlustada sõlmede asendi täpsus ja kõigi mehhanismide häireteta töö. Detailid tuleb paigaldada ja sobitada väga hoolikalt, tööpindu rikkumata. Koostamisel ei tohi kasutada puhastamata ja pesemata detaile.

Pingi sõlmede koostamisel ei tohi asetada otspindadele vahetükke, kui neid ei näe ette pingi konstruktsioon. Samuti ei tohi kunstlikult kõrgendada detailide pindu kärnimise, neetimise või teiste töötlemisviisidega.

Juhtpinnad peavad pärast kaabitsemist, puhashööveldamist ja puhasfreesimist kogu pinnaga tihedalt liibuma vastu liites olevaid detaile. Liibumise tihedust kontrollitakse värvi järgi või 0,04 mm paksuse lehtkaliibri abil. Lehtkaliibriga kontrollides võib see ainult otspindade ja suurte mõõtmetega detailide juures tungida liitepindade vahele 10 mm ulatuses. Keskmiste detailide liibumise tihedust kontrollitakse 0,03 mm paksuse lehtkaliibriga, kusjuures viimane ei tohi tungida liitepindade vahele.

Lõtkude kõrvaldamise ja kulumise kompenseerimise kiilud ning suportide ja kelkude plaadid peavad samuti liibuma tihedalt vastu liitedetaile. Plaatide kinnituse ja kiilude reguleerimise kruvid tuleb valida nii, et säilitada etteantud lõtkud pingi töö ajal, et vastavad sõlmed nihkuksid sujuvalt ja hüpeteta.

Kiiludel ja teistel kompenseerivatel detailidel peab olema kül-

laldane pingutusvaru kulumise ja kaabitsemise kompenseerimiseks. Küllaldane varu peab olema ka reguleeritavates laagrites, et neid saaks pingutada kulumise korral.

Laagrid ja pronkspuksid tuleb asetada pukkide, kastide ja teiste sõlmede koonilistesse ja silindrilistesse pesadesse hoolika sobitamise teel.

Hõõrdepindadel asetsevatel õlisoontel ei tohi olla teravaid nurki ja kraate.

Hõõrdsidurid tuleb hoolikalt reguleerida, et kindlustada hõõrdpindade libisemata sidurdust treipingi maksimaalsel koormusel.

Kiiruste- ja ettenihetekasti hoobade asend peab vastama tabeli näitudele, mis seovad need asendid vastavate pöörete arvuga või ettenihetega.

Hammaslatt tuleb sobitada pingi sängi külge, pidades kinni üksikute hammaslati lülide sammust. Hammaslatt kinnitatakse sängi külge kruvidega ja fikseeritakse tihvtidega.

Käiguvõllide ja -kruvide toendid peavad tihedalt liibuma vastu sängi; nende avad rihitakse ettenihetekasti avade järgi samatelgseteks ja kinnitatakse.

Poolitatava mutri, s. t. käigumutri lukk peab töötama vabalt, kuid märgatava lõtkuta. Luku hoob peab kindlalt fikseerima nii mutri avatud kui ka suletud asendi. Lubatud surnud käik (s. o. käigukruvi telglõtk) on 0,01 mm.

Suportide ettenihkekruvid peavad tugedes ja mutrites kogu keerme ulatuses vabalt pöörlema.

Supordi rist- ja pikiettenihkekruvidel olevate käsirataste surnud käik ei tohi ületada $^1/_{40}$ täispööret. Supordipõlle käsiratta surnud käik ei tohi ületada $^1/_{20}$ käsiratta täispööret.

Lubamatu on silmaga nähtav käsirataste, võllide ja teiste treipingi vähem vastutusrikaste detailide viskumine.

Juhtimisorganite ümberlülitamine peab toimuma 30...50 N (3...5 kG) jõuga; maksimaalne lülitusjõud on 80 N (8 kG).

Lubamatu on kaante vahelt õli immitsemine. Treipingi häälestamisel ja reguleerimisel avatavate kaante alla ei tohi asetada tihendeid, nende otspindu ei tohi tihendada värvi, laki, kiti ja teiste sarnaste viisidega.

Õli-, vee- ja õhutorud tuleb koostada korralikult ja hoolikalt, et ei oleks lekkimist.

Karteriga õlitussüsteemi puhul peab olema kõrvaldatud määrdeõli väljapritsimine karterist töö ajal.

Elektriseadmete ja elektrijuhtmete montaaž tuleb teha vastavalt töökaitse ja ekspluatatsiooni tingimustele.

Pärast remonti ja koostamist treipink värvitakse. Pinki värvib maaler, kes ei kuulu remondibrigaadi koosseisu.

## 88. REMONDITUD TREIPINGI KATSETAMINE

Remonditud ja reguleeritud treipinki katsetatakse, et määrata kindlaks tema ekspluatatsiooni kõlblikkus.

Remonditud treipingi katsetamine tühikäigul ja ka koormusel toimub kohapeal, spetsiaalsel stendil või kohal, kus remonditi. Treipinki katsetatakse tühikäigul pärast selle horisontaalse paigalduse õigsuse kontrolli. Paigalduse õigsus tehakse kindlaks vesiloodiga. Lubatud hälve on 0,02 ... 0,04 mm 1 m pikkusel.

Tühikäigul katsetamise eesmärgiks on selgitada koostamise defekte ja lasta hõõrdepindadel sisse töötada.

Katsetamisele asutakse siis, kui kõik sõlmed ja mehhanismid on kinnitatud; kui on kindlustatud kõrgekvaliteediline õlitamine; kui kõik piiravad seadised asuvad oma kohtadel. Enne treipingi käivitamist kontrollitakse, kas kõik pingi mehhanismid töötavad normaalselt. Selleks pööratakse vastavaid sõlmi käsitsi kiiruste- ja ettenihetehoobade mitmesuguste asendite korral. Samal ajal jälgitakse, kuidas pääseb määrdeõli hõõrdepindade juurde.

Tühikäigul katsetamist alustatakse väiksematest pöörlemiskiirustest, seejärel lülitatakse järk-järguit sisse kõik kiirused. Maksimaalsel kiirusel peab treipink töötama järgemööda üle ühe tunni. Nagu pöörlemismehhanisme, nii kontrollitakse ka ettenihkeajami mehhanismide tööd.

Tühikäigul katsetamise ajal kontrollitakse veerelaagrite temperatuuri (see ei tohi olla üle 50 ... 60° C), lööke ja müra. Kõik mehhanismid peavad töötama sujuvalt, tõugeteta ja vibratsioonita. Mehhanismide sisselülitamine ja reverseerimine peab olema kerge, jõnksudeta ja löökideta.

Kõik juhtimisorganid peavad olema blokeeritud (omavahel seotud), nii et täidesaatvate nihutus- ja ettenihkeorganite sisselülitamine toimuks ajaliselt kooskõlas ning oleks täiesti kõrvaldatud ükskõik missuguste mehhanismi detailide ja agregaadi osade väikseimgi iseenesest liikumine. Toed, nukid ja teised automaatselt mõjuvad seadmed peavad usaldavalt kindlustama ettenihke väljalülitamise. Kinnitusmehhanismid peavad kindlustama mitmekordse ja tõrgeteta detailide ja tööriistade kinnitamist ning vabastamist. Õli- ja jahutusvedeliku süsteemid peavad juhtima vastavatesse kohtadesse küllaldaselt õli ja jahutusvedelikku.

Elektriseadmete töös ei tohi esineda häireid. Lahklülitites, ümberlülitites, reostaatides ja teistes analoogilistes seadmetes ja aparaatides ei tohi olla väiksemaidki vigu. Elektriaparatuuri mittekülllaldaselt kiire sisse- või väljalülitamine, käivitusreostaadi ülekuumenemine, relee undamine ja teised sellesarnased häired treipingi tühikäigul on remondi- ja koostamisdefektide tunnistajateks. Need häired kõrvaldatakse vastava reguleerimisega, kui vaja, demonteeritakse häiretega sõlmed.

Remonditud ja koostatud treipinki katsetatakse ka koormusel.

Selleks treitakse detaile tööpingi passi tehnilistele andmetele vastavatel lõikekiirustel. Treipinki katsetatakse kuni nimivõimsuseni. Selleks võetakse järk-järgult suurema ristlõikega laast. Treipingil on lubatud lühiajaliselt kuni 25%-line ülekoormus.

Kõik treipingi mehhanismid peavad koormusele katsetamise puhul töötama veatult, lubatud on ainult mõningane müra valjenemine hammasülekannetes. Ülekoormuste kaitseseadmed peavad töötama usaldatavalt. Ketashõõrdsidur peab lülituma kergelt ja sujuvalt. Treipingi suurima ülekoormuse (kuni 25%) puhul ei tohi sidur iseenesest välja lülituda või libiseda.

Detailide töötlemise täpsust ja pinnakvaliteeti kontrollitakse pärast seda, kui treipink on koormusele kontrollitud. Enne uut katsetamist soojendatakse tühikäigul töötamisega spindel, laagrid, hüdrosüsteem ja teised treipingi põhielemendid.

Vajaliku pinnasileduse saamise kontrolliks treitakse proovidetaile kindlaksmääratud lõikerežiimidel. Töödeldud pindadel ei tohi olla tükeldatud töötlemisjälgi.

Töötlemise täpsuse kontrolliks tuleb treipink paigaldada vundamendile või stendile ja rihtida kiilude, alustugede ja teiste vahenditega. Treipink tuleb rihtida sellisesse asendisse, milles ta oli pärast remondi lõpetamist. Kapitaalremondist saabunud treipink võetakse vastu uute treipinkide vastuvõtunormide alusel (ГОСТ 42-56).

Treipingi jäikust kontrollitakse (ГОСТ 7035-54) esipuki, supordi ja tagapuki koostamise kvaliteedi selgitamiseks. Treipingi jäikus väheneb puutepindade ebatasasuse, laagrite deformatsiooni, liistude, kiilude, plaatide ja teiste vahedetailide halva sobitamise tõttu.

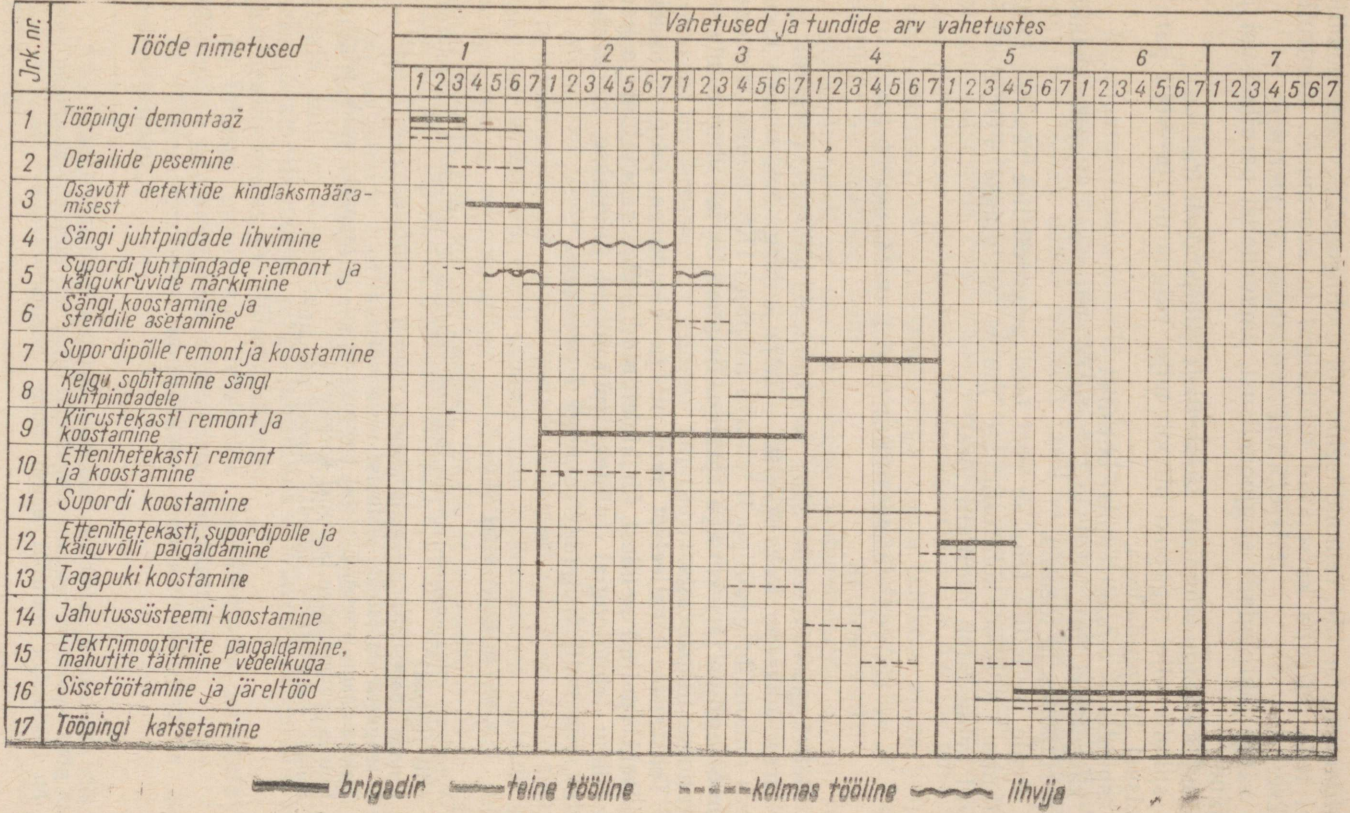
Jäikuse näitajaks on kindlaksmääratud välisjõu poolt tekitatud deformatsiooni aste treipingi sängi suhtes. Jäikust kontrollitakse dünamomeetri ja indikaatoriga. Vajaduse korral kasutatakse ka tugesid ja torne. Mõjudes dünamomeetri kaudu kindla jõuga spindlile või supordile, määratakse spindli või supordi vastaspoolele asetatud indikaatori järgi kindlaks deformatsioonist tingitud hälve.

Jäikuse normid treipinkidel määrab ГОСТ.

Treipinki katsetatakse võimsusele (pärast tühikäigul ja koormusel katsetamist ning jäikuse kontrollimist) suurimal lubatud koormusel, et määrata kasutegurit*. Katsetamise ajal treitakse detaili passiandmete kohaselt vastava laastu ristlõike ja lõikerežiimiga. Maksimaalsel võimsusel võib proovitreimine kesta alla 30 minuti. Elektrimootorit on lubatud üle koormata 10...15% võrra.

Treipingi geomeetrilist täpsust kontrollitakse pärast pingi pai-

* Kasutegur on saadud ja kulutatud töö suhe.


Jrk. nr.
Tööde nimetused
Vahetused ja tundide arv vahetustes
1
2
3
4
5
6
7
1 2 3 4 5 6 7
1 Tööpingi demontaaž
2 Detailide pesemine
3 Osavõtt detektide kindlaksmääramisest
4 Sängi juhtpindade lihvimine
5 Supordi juhtpindade remont ja käigukruvide märkimine
6 Sängi koostamine ja stendile asetamine
7 Supordipõlle remont ja koostamine
8 Kelgu sobitamine sängi juhtpindadele
9 Kiirustekasti remont ja koostamine
10 Esenihetekasti remont ja koostamine
11 Supordi koostamine
12 Esenihetekasti, supordipõlle ja käiguvõlli paigaldamine
13 Tagapuki koostamine
14 Jahutussüsteemi koostamine
15 Elektrimootorite paigaldamine, mahutite täitmine vedelikuga
16 Sissetöötamine ja järeltööd
17 Tööpingi katsetamine
brigadir
teine tööline
kolmas tööline
lihvija

galdamist stendile, remonditsehhi või tootmistsehhi vundamendile, kui teda on juba katsetatud tühikäigul ja koormusel. Kontrollitakse:

sängi juhtpindade sirgjoonelisust, omavahelist paralleelsust ja väänet;

supordikelgu alumiste ja ülemiste juhtpindade ristseisu;

spindli telje, tagapuki pinooli telje, käigukruvi ja -võlli paralleelsust juhtpindadega;

spindli ja pinooli tsentri ühtimist;

käigukruvi ja -võlli ava telgede ühtimist etteninetekastis, supordipõlles ja toendis.

Peale loetletute tehakse veel teisi geomeetrilise täpsuse kontrollimisi. Kõikide kontrollimiste juures lähtutakse ГОСТ 42-56 poolt kehtestatud normatiividest.

### 89. UNIVERSAALTREIPINGI 1K62 KAPITAALREMONDI TÜÜPGRAAFIK

Sellel graafikul (lk. 315) on kolmest töölisest (brigadir — 5. järgu lukksepp, kaks töölist — 3. ja 2. järgu lukksepad) koosneva remondibrigaadi poolt tehtava treipingi 1K62 kapitaalremondi tehnoloogiline järjekord ja ajakulu. Brigaad töötab ühes vahetuses 7-tunnise tööpäevaga.

Teostades paralleelset remonti ja kasutades progressiivseid rakiseid (paljud nendest on kirjeldatud selles raamatus) ja eesrindlikku tehnoloogiat (näiteks juhtpinnad lihvitakse, ei kaabitseta), remondib brigaad treipingi 7 päevaga.

### KONTROLLKÜSIMUSED

1. Mispärast enne kapitaalremonti tööpinki vaadatakse väliselt ja kontrollitakse selle täpsust?
2. Kuidas koostatakse defektide loetelu?
3. Missugused on esipuki rihtimise eeskirjad?
4. Kuidas saame stürokrüüli abil tsentreerida esi- ja tagapuki avade telgi?
5. Kuidas remonditakse tagapuki korpust?
6. Kuidas katsetatakse tööpinke pärast remonti?

XVIII PEATÜKK

# SEADMETE MODERNISEERIMINE

## 90. MODERNISEERIMISE OLEMUS JA SELLE PEAMISED SUUNAD

Ekspluatatsioonis olevate seadmete moderniseerimise all mõistetakse masinate ja tööpinkide konstruktsioonide sellist muutmist, mis tõstab nende tehnilist taset ja tootlikkust ning mõningatel juhtudel ka iga.

Ekspluatatsioonis olevate seadmete moderniseerimine on üks tootmisprotsesside komplekssе mehhaniseerimise ja automatiseerimise põhilistest suundadest. Moderniseerimisega osutub võimalikuks suhteliselt väikeste kulutustega muuta lühikese ajaga paljud vananenud tööpingid ja masinad poolautomatiseerituiks ja isegi täielikult automatiseerituiks.

Majanduslikult on otstarbekohane moderniseerida ainult siis, kui tehtud kulutused tasuvad end kahe-kolme aastaga, tööpingi tootlikkus tõuseb vähemalt 20 ... 30% ja pinki ekspluateeritakse kuni viis aastat.

Üldotstarbelisi ja spetsialiseeritud tööpinke on kõige otstarbekohasem moderniseerida esimese kapitaalremondi ajal, s. o. peale nende 8 ... 12-aastast töösolekut. Pole mõtet moderniseerida tööpinke, mis on ekspluatatsioonis olnud 15 ... 20 aastat, sest need on füüsiliselt ja moraalselt liiga kulunud*.

Mõnikord siiski moderniseeritakse tööpinke, mis on vähem kui 8 ja rohkem kui 20 aastat vanad. Esimesel juhul on selle põhjuseks see, et üks või teine tööpink oma iseärasustega takistab uue progressiivse tehnoloogilise protsessi juurutamist, teisel juhul tehakse seda siis, kui on kindlalt teada, et tootmisele väga vajalikke antud tööpinke ei õnnestu lähemal ajal asendada uutega.

Metallilõikeseadmete moderniseerimisega saavutatakse:

a) tööpinkide tootlikkuse tõus detailide töötlemisaja lühendamise teel, s. o. põhiaja, mille jooksul eraldatakse detailist laast, ja abiaja, mis on töödeldava detaili pinki asetamiseks, kontrollimiseks ja kinnitamiseks, pingi juhtimiseks, lõiketera lähendamiseks ja eemaldamiseks jne. lühendamisega;

b) tehases puuduvate tööpinkide asendamiseks kasutatavate tööpinkide tehnoloogiliste võimaluste laiendamine;

c) töötlemisprotsessi kompleksne mehhaniseerimine ja automatiseerimine.

---

* Moraalselt kulunuiks loetakse masinaid, tööpinke ja aparaate siis, kui need muutuvad vääritus uue palju täiuslikuma tehnika ilmumisega ning kuuluvad seepärast väljavahetamisele, ehkki nende füüsilise kulumiseni on veel palju aega.

Metallitöötlemispinkide moderniseerimise peamised suunad
Detailide töötlemisaja lühendamine
Tehnoloogilise protsessi kompleksne automatiseerimine
Tööpinkide tehnilise taseme tõstmine
Tööpinkide pikaealisuse tõstmine
Masinaaja lühendamine
Abiaja lühendamine
Lõikekiiruse tõstmine
Ettenihke suurendamine
Operatsioonide ja siirete kontsentreerimine
Võimsuse tõstmine
Jäikuse tõstmine
Detaili kinnitamise mehhaniseerimine ja automatiseerimine
Kiiruste ja ettenihete vahetamise mehhaniseerimine ning automatiseerimine
Tühikäikude mehhaniseerimine ja automatiseerimine
Mõõtmete ja pinnapuhtuse mõõtmise mehhaniseerimine ning automatiseerimine
Kogu tööpingi tsükli automatiseerimine
Detailide pingilt pingile andmise automatiseerimine
Tööpinkide põhiliste tehnoloogiliste võimaluste laiendamine
Tööpinkide tehnoloogilise ülesande muutmine
Tööpinkide töötlemistäpsuse tõstmine
Detailide materjali asendamine kulumiskindlamaga
Tööpinkide ekspluatatsioonitingimuste parandamine

Moderniseerimisel on vaja püüda tõsta masinate ja tööpinkide iga ning luua ohutud töötamise tingimused.

Metallitöötlemisseadmete moderniseerimise suunad on üksikasjalikumalt esitatud lk. 318 toodud skeemil.

### 91. MODERNISEERIMINE PÕHIAJA (MASINAAJA) LÜHENDAMISE EESMÄRGIL

Meie maal täiustatakse pidevalt lõikeriistade konstruktsioone ja geomeetriat, luuakse uusi materjale nende valmistamiseks, mis taluvad lõikamisel tekkivaid kõrgeid temperatuure. See soodustab lõikekiiruste tõstmist ja suurte ettenihete kasutamist. Kuid veel seniajani on paljudel tööpinkidel madal spindli ülemiste pöörlemiskiiruste piir ja väikene võimsus; nende sõlmede jäikus ei võimalda kasutada kaasaegseid lõikeriistu.

Väga levinud on moderniseerimine, mis on suunatud tööpinkide ja masinate kiirkäigulisuse tõstmisele. Seda tehakse eriti sageli neil juhtudel, kui on püstitatud ülesanne suurendada lõikekiirust. Üheaegselt sellega tõstetakse pinkide jäikust ja vibratsioonikindlust.

Taolistel juhtudel määratakse erilise arvutusega kõige enam koormatud hammasrataste ja võllide lubatud pöörlemiskiirused. Seadmete vajalik jäikus ja vibratsioonikindlus saavutatakse mitmesuguste viisidega, eriti juhtpindade hoolika sobitamise ja laagrite reguleerimisega.

Tööpingi võimsuse tõstmiseks asendatakse lamerihmad kiilrihmadega, jättes muutumatuks elektrimootori asukoha, veetava rihmaratta laiuse ja läbimõõdu. Ainult elektrimootor on vaja asetada kiikuvale plaadile või juhtpindadele, et oleks mugav reguleerida rihmade pingust.

Tööstusseadmete kiirkäigulisuse tõstmine nõuab õlitussüsteemi parandamist. Kogemused on näidanud, et tsirkulaarõlituse sisseviimine ja üheaegne spindli tugikaelte ning liudade termiline töötlemine ja hoolikas viimistlemine lubavad spindli pöörlemiskiirust suurendada 20 kuni 25 p/s (1200 kuni 1500 p/min) isegi neil juhtudel, kui see on monteeritud liuglaagritele. Kui aga asendada liuglaagrid veerelaagritega, on tulemus veel palju kõrgem. Vananenud konstruktsiooniga tööpinkidele, mille kiirustekaste pole võimalik teha kiirkäigulisteks, monteeritakse juurdeasetatavad kiirustekastid.

### 92. MODERNISEERIMINE ABIAJA LÜHENDAMISE EESMÄRGIL

Abiaeg kulutatakse detaili pinki asetamiseks, kontrollimiseks, kinnitamiseks ja töödeldud detaili pingist eemaldamiseks, s. o. tegevusteks, mis korduvad iga järjekordse detaili töötlemisel;

lõikeriista asetamiseks, kontrollimiseks, kinnitamiseks ja selle vahetamiseks iga uue siirde eel; pingi mehhanismide juhtimiseks ja selle käivitamiseks ning seiskamiseks. Detailide pinki asetamiseks, kontrollimiseks ja pingist eemaldamiseks kuluv aeg sõltub nende kaalust ja rakise konstruktsioonist.

Kui kogu tööajast arvestada maha abiaeg, siis selgub, et puhta masinaaja peale kulub ainult 15 kuni 40% tööajast. Seepärast võibki oluliselt tõsta töö tootlikkust juba abiaja lühendamise arvel.

Abiaega saab lühendada kõigepealt kiiretoimeliste mehhaniseeritud kinnitusrakiste kasutamisega, mis võivad olla pneumaatilised, hüdraulilised, pneumohüdraulilised, elektromehaanilised, magnetilised, kombineeritud jm. Et nimetatud rakiste kasutamist võimalikuks teha, on mõningail juhtudel kasulik isegi muuta pingi üksikute sõlmede konstruktsiooni.

### 93. MODERNISEERIMINE SEADMETE TEHNOLOOGILISTE VÕIMALUSTE LAIENDAMISE EESMÄRGIL

Kaasaegne masinaehituse tehnoloogia nõuab kõrge tootlikkusega tööpinke. Vanade seadmete moderniseerimisega on võimalik saada tootmisele vajalikke tööpinke, mida senini ei toodeta, või tööpinke, mille soetamise maksumus ei ole õigustatud antud tootmismahu puhul.

Tööpinkide tehnoloogiliste võimaluste laiendamine peab tingima ka nende tootlikkuse tunduva tõusu. Eriti efektiivne on tehnoloogiliste võimaluste kompleksne laiendamine, mille puhul koos vananenud seadmetega täiustatakse ka töötlemise tehnoloogiat, lõikeriistu ja rakiseid. Selline moderniseerimine koos tunduva tootlikkuse tõusuga tagab detailide töötlemise kvaliteedi olulise paranemise.

Moderniseerimine seadmete tehnoloogiliste võimaluste laiendamiseks võib toimuda kahes peamises suunas:

olemasolevatele tehnoloogilistele võimalustele uute lisamise eesmärgil;

tööpinkide põhiliste tehnoloogiliste ülesannete muutmise eesmärgil.

### 94. MODERNISEERIMINE TÖÖTLEMISE AUTOMATISEERIMISE EESMÄRGIL

Detailide töötlemise põhiaja vähendamist ja sellest tingitud tööpinkide tootlikkuse tõusu, mis saavutatakse tavalise moderniseerimisega, võib veelgi parandada pinkide töötsüklite automatiseerimisega.

Automatiseerimisel saavutatakse samuti abiaja lühenemine tühikäikude kiiruste suurendamise ja teiste tegurite arvel.

Kaasaegsete tööpinkide automatiseerimist iseloomustab mitmesuguste pneumaatiliste, hüdrauliliste ja elektriliste seadeldiste laialdane kasutamine. Need kiirendavad tunduvalt abioperatsioonide sooritamist, eriti detailide etteandmisel ja kinnitamisel.

Viimasel ajal varustatakse tööpingid moderniseerimisel programmjuhtimise seadmetega, mis erinevad järsult kõigist eelnenud automaatjuhtimise süsteemidest. Erinevus seisneb selles, et pingi automaatsele töörežiimile häälestamine (tööorganite liikumise järjekord, nende liikumise kiirus, käikude pikkused jne.) toimub kas komandoaparaadi puldil olevate ümberlülitite abil või varem fikseeritud pingi tööprogrammiga lindi ehk kaardi vahetamisega komandoaparaadis. Programm võib olla kantud paberist lindile või kaardile augustamise teel kindlas kombinatsioonis (selliseid linte või kaarte nimetatakse perforeerituiks), kinofilmile, magnetlindile ja teistel viisidel. Komandoaparaat loeb programmi releede süsteemi abil ja vastavate elektriliste ning muude seadmete kaudu avaldab mõju ühtedele või teistele pingi täideviivatele organitele.

## KONTROLLKÜSIMUSED

1. Milles seisneb seadmete moderniseerimise olemus?
2. Millised on põhilised metallilõikepinkide moderniseerimise suunad?

# TOOTMISE ORGANISEERIMINE JA ÖKONOOMIKA. OHUTUSTEHNIKA KÜSIMUSED

## XIX PEATÜKK

## PÕHILISED ANDMED TOOTMISE ORGANISEERIMISEST JA ÖKONOOMIKAST

### 95. TOOTMISE ORGANISEERIMINE

Sotsialistlikus tööstusettevõttes on tootmisvahendid ja toodang üldrahvalikud.

Tootmisvahendite sotsialistlik omandus määrab nõukogude ettevõtete organisatsiooni, mida iseloomustab tootmis- ja majandustegevuse planeerimine ning ettevõtte riiklik juhtimine.

Sotsialistlikus ettevõttes on töötajad peremehed-loojad, kes on huvitatud oma töö tulemustest ja püüdlevad üha kõrgemaid majanduslikke näitajaid. Töötajate töösse suhtumise eredaks väljenduseks on massiline sotsialistlik võistlus, mis on saanud riiklike plaanide täitmise ja ületamise tähtsaks teguriks. Sotsialistlik võistlus on üle läinud oma kõrgemasse vormi — võistluseks kommunistliku töö brigaadide ja ettevõtete nimetuse eest.

Masinaehituses eristatakse kolme tootmise tüüpi: mass-, seeria- ja individuaaltootmine.

Masstootmise ettevõtted lasevad välja kogu aeg ühte ja sama toodangut suurtes kogustes, näiteks ühetüübilisi autosid. Sellise toodangu detailide valmistamine ja koostamine toimub voolumeetoditel, kasutades laialdaselt konveiereid. Järelikult on masstootmise ettevõtted kitsalt spetsialiseeritud.

Seeriatootmisele on iseloomulik toodete väljalaskmine partiide (seeriate) kaupa, mis korduvad regulaarselt kindlate ajavahemike järel, näiteks kuut tüüpi pumpade väljalaskmine 50 tükki seerias. Seeriatootmist iseloomustab see, et töökohtadel tehakse rida perioodiliselt korduvaid tööoperatsioone.

Individuaaltootmise ettevõtted lasevad välja mitmesugust toodangut väikestes kogustes. Näiteks suurte unikaalsete auruturbiinide, generaatorite jm. tootmine.

Sotsialistlike ettevõtete juhtimise põhilisteks ülesanneteks on toodangu väljalaske riikliku plaani täitmise kindlustamine, süstemaatiline tööviljakuse tõstmine, uue tehnika ja tehnoloogia juurutamise tingimuste tagamine ja töötingimuste parandamine ettevõtetes.

Tehast juhib direktor, kes vastutab tootmisfondide ratsionaalse kasutamise, riikliku plaani täitmise, tehnilise progressi teostamise ja kõrvalekaldumatu tööviljakuse kasvu, paremate töötingimuste ja töötajate materiaalsete ning kultuuriliste elamistingimuste eest.

Direktor oma tegevuses peab toetuma ettevõtte parteiorganisatsioonile. Parteiorganisatsiooni peamine ülesanne seisneb massilise agitatsiooni ja kasvatustöö tegemises ning töötajate tööaktiivsuse organiseerimises ametiühingu ja komsomoli kaudu.

Ametiühinguorganisatsioonid arendavad töötajate aktiivsust, mobiliseerivad neid riiklike plaanide täitmisele ja ületamisele, organiseerivad sotsialistlikku võistlust ja ühiskondlikku kontrolli töökaitse ning ohutustehnika üle, kontrollivad sööklate, klubide, lasteaedade ja lastesõimede tööd. Ametiühinguorganisatsioonid teevad suurt tööd tööseadusandluse täitmise kontrollimisel.

Üheks ametiühingu liikmete tootmise juhtimisest osavõtmise vormiks on alaliselt tegutsevad tootmisnõupidamised, kus arutatakse tootmisplaane, organisatsioonilis-tehniliste ürituste plaane, kuulatakse juhtkonna aruandeid ja töötajate ettepanekuid, kontrollitakse ettepanekute läbivaatamist ja juurutamist ning samuti ratsionaliseerijatele tasu väljamaksmist.

Komsomoliorganisatsioon juhib noorte kultuurilise ja poliitilise taseme tõstmist ning mobiliseerib neid riikliku plaani täitmisele.

### 96. TÖÖ ORGANISEERIMINE

Töö organiseerimise põhilisteks ülesanneteks on tööviljakuse süstemaatiline kasv eesrindliku tehnika ja tehnoloogia kasutamise ning tootmiskogemuste vahetamise alusel, töötingimuste parandamine ja töö kergendamine raskete ning töömahukate operatsioonide mehhaniseerimise ja automatiseerimise teel, töö sanitaar-hügieeniliste tingimuste ja ohutustehnika seisukorra parandamine, tööliste kvalifikatsiooni ja kultuurilis-tehnilise taseme kõrvalekaldumatu tõstmine, töödistsipliini kindlustamine ja laialdane sotsialistliku võistluse arendamine.

Tööviljakuse taset iseloomustatakse ajaga, mis on kulutatud antud töö sooritamiseks; mida väiksem on aja kulu, seda kõrgem on tööviljakus.

Tehniliseks ajanormiks nimetatakse aega, mis on vajalik antud operatsiooni sooritamiseks normaalsetes tootmistingimustes. Ajanormi mõõtühikuks on harilikult minut.

Toodangu hulka, mis peab olema valmistatud ajaühikus (tund, vahetus) nimetatakse töönormiks. Töönorm määratakse kindlaks töö tehnilise normeerimise teel.

Töö organiseerimise ja töötasu osakonnad õpivad tundma tootmise organiseerimise ja tootmiseesrindlaste saavutusi, üldistavad nende kogemusi ja aitavad kaasa nende laialdasele levikule.

Ajanormid ja töönormid peavad olema tehniliselt põhjendatud. Normid kehtestatakse, lähtudes ratsionaalse tehnoloogia ja antud konkreetsetel juhtudel otstarbekohaste tootmisvahendite kasutamise tingimustest.

Kõik ajakulud tööpäeva jooksul jagatakse töötamise ajaks ja vaheaegadeks.

Töötamise aeg jagatakse omakorda ettevalmistus-lõpetamisajaks, põhiajaks (masina- või tehnoloogiline aeg), abiajaks ja töökoha teenindamise ajaks.

*Ettevalmistus-lõpetamisaeg* — see on aeg, mis kulub tööga tutvumiseks, tööks ettevalmistumiseks ja töödeks peale ülesande täitmist (rakiste ja lõikeriistade äravõtmiseks jm.). Ettevalmistus-lõpetamisaja kestus sõltub töö iseloomust.

*Põhiaeg* — see on aeg, mis kulub vahetult detaili töötlemise või koostamise protsessiks.

*Abiaeg* — see on aeg, mis kulub põhitöö sooritamiseks vajalike abioperatsioonide tegemiseks, s. o. pingi juhtimiseks, tooriku paigaldamiseks ja äravõtmiseks, detaili mõõtmiseks jne.

*Töökoha teenindamise aeg* — see on aeg, mis kulub pingi teenindamiseks tööprotsessis (õlitamine, reguleerimine, lõikeriista vahetamine) ja samuti pingi tööks ettevalmistamiseks ning puhastamiseks vahetuse lõpus.

Vaheajad jaotatakse töölisest mittesõltuvaiks (tehnoloogilised vaheajad, viivitused materjalidega varustamises, töö ootamised jm.) ja töölisest sõltuvaiks vaheaegadeks (loomulikeks vajadusteks, puhkuseks, hilinemised, jutuajamised jm.).

Tükiajanorm koosneb järgmistest elementidest: põhiajast, abiajast, töökoha teenindamise ajast ja vaheaegadest puhkuseks.

Tehniliselt põhjendatud ajanormide kehtestamisel analüüsitakse hoolikalt kõiki nimetatud tööajakulusid ning tehakse kindlaks, milliseid neist võib vähendada organisatsioonilis-tehniliste abinõude rakendamise teel.

Töötasu on sotsialistlikus tootmises ühiskondliku produkti rahalises vormis väljendatud see osa, mis läheb tööliste ja teenistujate isiklikeks tarbimisteks vastavalt nende poolt kulutatud töö kvaliteedile ja hulgale.

Töötajate tegelikud sissetulekud meie maal on tunduvalt kõrgemad neile makstavast rahalisest töötasust, sest riik maksab töötajaile ajutiste töövõimetuste (haigused) perioodidel, võimaldab tasulist puhkust, annab tasuta meditsiinilist abi, peab ülal lastesõimi ja lasteaedu, maksab vanaduspensione, invaliidsuspensione jne. See töötajate sissetuleku osa kasvab pidevalt seoses assigneeringute suurendamisega sotsiaalkindlustuseks, tervishoiuks, hariduseks jne.

Kõigi erinevate töö tasustamise vormide juures on töötasu maksmise aluseks seadusandlikult kinnitatud ühtne tariifisüsteem. See süsteem hõlmab kahte põhilist elementi: tariifi-kvalifikatsiooniteatmikku ja tariifivõrke.

Tariifi-kvalifikatsiooniteatmik kujutab endast tööde kvalifikatsiooniliste iseloomustuste, igale tööjärgule (sõltuvalt selle keerukusest) esitatavate nõuete, tööde sooritamiseks vajalike teadmiste ja praktiliste kogemuste loetelu.

Kooskõlas teatmikuga omistatakse igale töölisele vastavalt tema teadmistele, kogemustele ja tema poolt tehtavale tööle kindel tööjärk. Tariifijärgu kindlaksmääramiseks töölisele on tsehhides tariifi-kvalifikatsioonikomisjonid. Igale tariifijärgule vastab tariifipalgamäär, mis määrab kindlaks töötasu tunni ja tööpäeva eest.

Tariifivõrk määrab kindlaks tööjärkude ja tariifipalgamäärade arvu, mille järgi tasustatakse iga järgu töölise töö eest.

On olemas kaks põhilist töötasu vormi — tükitasu ja ajatasu. Tükitasu korral muutub töölise töötasu otseses vastavuses tema poolt valmistatud kõlbliku toodangu hulgale antud aja jooksul.

Töö tasustamine tükitasusüsteemi järgi vastab rohkem töötaja materiaalse huvitatuse põhimõttele oma töötulemustest ja tõstab tööviljakust. Selle tasustamisvormi puhul määratakse töötaja töötasu kindlaks valmistatud toodangu hulga ja toodangu ühe ühikuhinde järgi.

Ajatasu järgi töö tasustamisel arvestatakse töötasu sõltuvalt töölise poolt töötatud ajast ja tema tariifijärgust.

Remondilukkseppadele töötasu maksmisel kasutatakse premiaal-ajatasu süsteemi.

Remondilukkseppade jaoks on kehtestatud premiaalmäärustikus järgmised premeerimise näitajad:

1) seadmete remondiülesannete operatiivne, kõrgekvaliteediline ja ennetähtaegne täitmine ning remondilukkseppade süüst tingitud seisakute ja praagi vähendamine teenindatavas jaoskonnas;

2) kuu remondigraafiku täitmine mahuliselt ja nomenklatuurselt, mis on väljendatud seadmete ühikutes ja normtundides, arvutatuna remondikeerukuse grupi järgi.

Otsese tükitöö rakendamine tsehhi remondibrigaadide lukkseppade töö tasustamiseks nende töö spetsiifilisuse tõttu ei ole osutunud otstarbekohaseks, sest seadmete heas töökorras hoidmist ja seisakute lühendamist remondiks ei saa lahendada remonditööde mahu suurendamise arvel. Palju efektiivsemaks remondilukkseppade töö tasustamise süsteemiks on normatiivne-tükitöötasu. Sellise töö tasustamise süsteemi juurutamine nõuab järgmiste põhiliste ürituste teostamist:

a) seadmete mittekinnistamist iga liiki remontide tegemiseks, remontidevahelisteks teenindamisteks ja valvekordadeks kindlatele remondibrigaadidele;

b) seadmete remondi planeerimist ranges vastavuses järjekorraga;

c) seadmete garantiiremondi tähtaegade kehtestamist kuni järgmise perioodilise remondini, selle aja jooksul kannab brigaad täielikku vastutust seadme korrasoleku eest.

## 99. PLANEERIMINE JA ISEMAJANDAMINE

Kõik rahvamajandusharud arenevad ühtse riikliku plaani alusel, mis jaguneb perspektiiv- ja aastaplaaniks.

Rahvamajanduse arendamise perspektiiv- ja aastaplaani koostab NSVL Riiklik Plaanikomitee ning kinnitab valitsus. Nende plaanide põhjal töötatakse välja vastavad plaanid erinevatele ministeeriumidele, kes annavad plaanid tehastele, vabrikutele, elektrijaamadele ja teistele ettevõtetele.

Ettevõtetes töötatakse välja perspektiiv- ja aastaplaanid, koostatakse ettevõtte iga-aastased tootmis-tehnilised ja finantsplaanid (tehnika-, tootmis- ja finantsplaan). Tehnika-, tootmis- ja finantsplaan koosneb toodanguplaanist (määrab kindlaks ettevõtte tootmisprogrammi), tehniliste ja organisatsiooniliste abinõude plaanist (progressiivne tehnika, tehnoloogia ja tootmise organiseerimise juurutamise plaan), materiaalse ja tehnilise varustamise plaanist (ettevõtte varustamine tooraine, kütuse, tööriistadega jne.), tööjõu ja töötasu plaanist (tööjõu vajaduse arvutus, arvestades tööviljakuse kasvu, töötasufondi arvutus, töötajate õpetamise ja kvalifikatsiooni tõstmise plaan), tootmiskulude ja toodangu omahinna plaanist, kapitaalehituse plaanist ja finantsplaanist (koosneb tulude ja kulude bilansist).

Ettevõtte töö tähtsaks näitajaks on toodangu omahind. Toodangu omahind kujutab endast ettevõtte kulutusi toodangu valmistamiseks ja realiseerimiseks.

Omahinna planeerimine aitab välja selgitada ja kasutada ära kõiki ettevõttes olevaid reserve kulutuste vähendamiseks. Tööviljakuse kasvu ja ettevõtte kõigi võimaluste ratsionaalse kasutamise tulemusena omahind alaneb. Töötajate aktiivne osavõtt kokkuhoiurežiimi teostamisest on otsustava tähtsusega omahinna alandamisel.

Tähtsaimaks kokkuhoiurežiimi vahendiks on isemajandamine.

Isemajandamine on sotsialistlike ettevõtete majanduse plaanilise juhtimise meetod, mis peab kindlustama riiklike plaanide täitmise ja ületamise minimaalsete tööjõu, materiaalsete ja rahaliste kulutustega.

Isemajandamine põhineb väärtusseaduse kasutamisel. Isemajandamine — see tähendab tootmiskulude ja tulude võrdlemist rahalises väljenduses, kinnipidamist omahinna katmise põhimõttest ettevõtte toodangu realiseerimisest saadud tuludega ja puhastulu kindlustamist kasumi näol.

Isemajandamine on rajatud ettevõtte töötajate materiaalsele huvitatusele, sest osa tuludest ettevõttefondi näol jäetakse ettevõtte käsutusse, mis kasutatakse tootmise moderniseerimiseks ja töötajate töö- ning elukondlike tingimuste parandamiseks.

### KONTROLLKÜSIMUSED

1. Mida nimetatakse tehniliseks ajanormiks?
2. Millistest elementidest koosneb tehniline ajanorm?
3. Mida tuleb arvestada tehniliste ajanormide kindlaksmääramisel?
4. Mida mõeldakse töö kvalifikatsiooni all?

## XX PEATÜKK

## OHUTUSTEHNIKA SEADMETE REMONTIMISEL

Ohutut tööd võib tagada ainult tingimustel, kui iga töötaja teab, millised ohud võivad esineda ühe või teise operatsiooni sooritamisel, kuidas on vaja töötada, et ei saadaks vigastusi (traumasid) ega kahjustataks oma tervist. Seepärast peab iga ettevõttesse tööle asuv tööline käima ohutustehnika osakonnas, kus teda instrueeritakse kõikides küsimustes, mis puudutavad ohutu töötamise tingimusi ettevõttes. Sissejuhatava instruktaaži läbiviimine kinnitatakse kontroll-lehega, mis antakse ära tsehhi administratsioonile. Kontroll-lehte esitamata ühtegi uut töölist tsehhi tööle ei lubata.

Iga uut töölist tutvustatakse tsehhi põhiliste ohutustehnika nõuetega, sealhulgas elektriohutuse nõuetega ja tulekustutusvahenditega, kõigi valgus- ja helisignaalidega ning samuti läbisõidu- ja läbikäigukohtadega tsehhis kui ka tehase territooriumil.

## 100. ETTEVAATUSABINÕUD ETTEVÕTTE TERRITOORIUMIL JA TSEHHIDES VIIBIMISEL

Väga tähelepanelik peab olema transpordivahendite signaalide, hoiatavate viidete ja pealkirjade suhtes.

Transpordivahendite liikumise teedel on käimine keelatud; eriti ohtlik on raudteel käimine. Ei tohi rongi vagunite alt läbi ronida selle lühiajalistel peatustel: veduri ootamatu liikuma hakkamisega võivad kaasneda rasked tagajärjed.

Ei tohi minna läbi kitsaste käikude liikuva auto, raudteevaguni, tõstekraana jms. kõrval, sest seal võib kergesti saada vigastusi. Tuleb hoiduda lahtiste kaevude ja kaevikute eest. Kõik kaevud ja kaevikud peavad olema aiaga piiratud või kaetud tugevate kaante ehk katetega.

Tehase territooriumil on alati palju energeetilisi seadmeid — transformaatoreid, lüliteid jms. Inimese kokkupuutel voolujuhtivate osadega või metallkonstruktsiooniga, mis osutuvad juhuslikult pingestatuks, tekib elektrilöögi oht.

Ettevõtte territooriumil töötavad mitmesugused tõsteseadmed. Lastide hooletul kinnitamisel kettide, trosside, haarajate, konksude ja teiste troppimisabinõudega tööstusseadmete tõstmisel ning ümberpaigutamisel kraanade, tõstukite ja telfritega võivad kaasneda õnnetusjuhtumid. Ümberpaigutatav last võib riivata või kukkuda inimestele, lasti haardeabinõud võivad rebeneda.

Siit nõue, olla tähelepanelik signaalide ja igasuguste muude hoiatusmärkide suhtes tõste- ja transpordimasinate töötamise ajal. Lasti liikumise teelt tuleb kiiresti ära minna, ei tohi läbi joosta liikuva või ülestõstetud lasti alt.

Remonditöölistel pole soovitatav vajaduseta käia mööda tsehhe, kus kehtivad erilised ohutustehnika eeskirjad (termilise töötlemise, keevitus-, valutsehh, jõujaam jm.).

Ohutustehnika eeskirjad ettevõtte territooriumil laienevad vastavates osades täielikult ka tsehhi territooriumile.

Üldiste ohutustehnika eeskirjade kõrval kehtivad tsehhis eeskirjad, mis tulenevad töö iseärasustest antud tsehhis. Tsehhides võivad aset leida õnnetusjuhtumid elektrijuhtmete mittekorrasoleku, tööpinkide mittekorrasoleku, kaitsevarjete puudumise ja paljude muude põhjuste tõttu, mida võib hea tahtmise juures alati vältida.

Töötava pingi juures võib pöörlev detail haarata rõivastest ja isegi juustest. Selles suhtes on ohtlikud hammas-, hõõrd- ja rihmülekanded, võllide väljaulatuvad otsad, rihmarataste rummud, pöörlevad lõikeriistad, mõnikord ka töödeldavad detailid ise.

Seepärast peavad kõik väljaulatuvad liikuvad osad olema kaetud kaitsevarjetega ja pingil töötajate rõivad ning juuksed korralikult kohendatud. Enne tööle asumist nõõbitakse kinni varruka

käänised ja pannakse pähe peakate nii, et juuksed oleksid kaetud, kõige sobivamaks peakatteks on baretт.

Selleks et remondi, häälestamise või õlitamise ajal keegi ei lülitaks pinki elektrivõrku, riputatakse lülituskohale hoiatav silt «Mitte lülitada — remont», «Mitte lülitada — häälestus». Kõige parem on pink elektrivõrgust välja lülitada (tsehhi elektrik võtab välja sulavkaitsmed) või rihmaratastelt rihm maha võtta.

Õnnetuse põhjuseks võib olla töödeldava detaili väljalendamine pingi käigu ajal. Taolist nähtust ei esine, kui detail on kinnitatud pinki küljalt kindlalt.

### 101. OHUTUSTEHNIKA NÕUDED REMONDITÖÖDEL

Mehhanismide lahtivõtmisel tuleb sõlmed laduda selleks varem ettevalmistatud kohta, mitte aga läbikäikudesse. Seejuures on vaja hoolitseda selle eest, et töölaudadel asuvad osad ja detailide kastid ei kukuks juhuslikult oma kohalt alla. Suured ja rasked sõlmed asetatakse põrandale nii, et need ei saaks ümber kukkuda.

Suuregabariidilisi raskeid koostatud sõlmi ja agregaate ei tohi käsitsi maha võtta ega paigaldada. Seda tuleb kindlasti teha mehhaniseeritud vahenditega.

Remondilukkseppadel tuleb täita kõige mitmekesisema iseloomu ja mahuga lukksepa- ning koostamisoperatsioone. Nad töötavad puur- ja erituspinkidel, neil tuleb tegemist teha pinkide ja masinate elektriseadmetega, nad kasutavad tõstemehhanisme, alustades plokist ja lõpetades pöördkraanaga. Remondilukksepp peab olema eriti tähelepanelik ja ettevaatlik; ta peab täpselt tundma ohutustehnika eeskirju ja oskama organiseerida remonditöid vastavuses nende eeskirjadega.

#### TÖÖLAUA JUURES TÖÖTAMINE

Enne töö juurde asumist tuleb kontrollida tööriista, millega hakatakse töötama. Defektidega tööriist on vaja asendada korras tööriistaga. Vasar peab olema tihedalt varre otsa asetatud pehmest terasest või puidust kiilu abil. Ei tohi «parandada» lahtise varrega vasarat löökidega töölaua või muude esemete vastu, sellest hakkab vars veelgi rohkem logisema.

Niisama tugevalt peavad olema otsa asetatud kaabitsate, viilide ja muude lõikeriistade käepidemed. Nõrgalt otsa asetatud käepidemed tulevad töötamisel kergesti ära ning lõikeriistade teravad otsad võivad tugevalt vigastada kätt. Ilma käepidemeta lõikeriista kasutamine on keelatud.

Teised eeskirjad: mutrivõtmed peavad vastama mutrite ja poldipeade mõõtmetele; pole lubatud kasutada muljutud ja mõranenud

mokkadega võtmeid ega pikendada neid torudega, teiste võtmetega või muul viisil; on vaja jälgida kruustangide, tõmmitsate ja muude vahendite korrasolekut; kruustangide ja analoogiliste kinnitusseadmete pannidel ei tohi olla mõlke ning nende surnud käik peab olema võimalikult väikene; ei tohi kasutada kõverdunud käppadega ja ärataotud keermega tõmmitsaid.

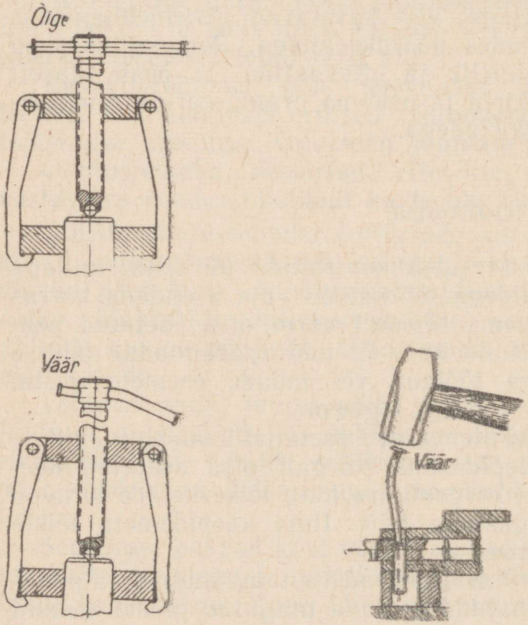
Joonisel 178 ja 179 on näidatud, milliseid vahendeid ja tööriistu (tõmmitsaid, torne, võtmeid, kruvikeerajaid) on vaja kasutada.

Tööd alustades on vaja detail tugevasti kinnitada kruustangide vahele; kruustangide vahelt väljakukkuv detail võib tekitada raskeid vigastusi. Raiumisel on vaja kasutada kaitseprille ja kaitsekilpi vasakule käele.

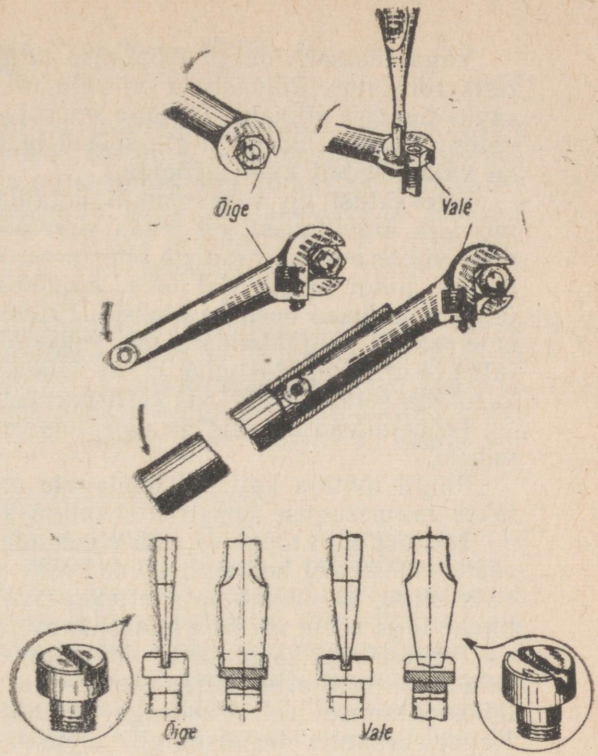
Viilipuru on vaja töölaualt pühkida, aga mitte puhuda.

On vaja jälgida, et põrand töölaua juures oleks tasane ja puhas. Õliga kaetud põrandal võib kergesti libiseda. Töölaua juures töötamisel on soovitatav kasutada jalgadealust resti.

Mõningate remondioperatsioonide (raiumise, metalliseerimise, puurimise, koostamise jm.) juures tuleb lukksepal kasutada suruõhku, mida antakse tsehhi suruõhutorustikust rõhuga 500 ... 600 kN/m² (5 ... 6 at) pneumaatilise tööriista kinnitamiseks. Suruõhu juga, sattudes ninna, suhu või kõrva, võib kutsuda esile inimese siseorganite raskeid vigastusi. Seepärast enne tööle asumist peab remondilukksepp veenduma kõigi suruõhuvooliku kinnituskohtade




Joon. 178. Tööriista kasutamise juhised




Joon. 179. Tööriista kasutamise juhised

usaldatavuses, et need ei laseks õhku läbi. Pneumaatilise tööriista voolikuga ühendamist või lahtiühendamist võib teha ainult suruõhuvõrgust väljalülitatud voolikuga.

Mõnikord kasutatakse detailide pesemiseks bensiini (kuid mitte mingil juhul etüleeritud bensiini), siinjuures tuleb meeles pidada, et bensiiniaurud moodustavad õhuga tuleohtliku plahvatava segu; peale selle võib nende aurude sissehingamisel saada tõsiseid mürgitusi. Seda kõike on kerge vältida, kui pidevalt jälgida töökoha ventilatsiooni korrasolekut ja mitte suitsetada.

Sageli kasutatakse detailide pesemiseks sööbenaatriumi lahust. Sellistel juhtudel peavad lukksepa käed olema kaitstud sööbenaatriumi lahuse sattumise eest neile, sest see võib kutsuda esile haiguslikke naha ärritusi.

## TÖÖPINGIL TÖÖTAMINE

Töödeldavalt detaililt ei tohi käega laaste pühkida töödeldud pinna kvaliteedi kontrollimiseks, kuna seejuures võivad sõrmed sattuda lõikeriista alla. Puuri, freesi ja muid lõikeriistu on ohtlik jahutada jahutusvedelikuga immutatud nahastega.

Väga tähtsaks ohutu töötamise tingimuseks on puhas ja korralik rõivastus. Rõivastuda on vaja nii, et pingi liikuvad osad ei saaks haarata rõivaid. Töötada on vaja tihedalt vastu keha liibuvates rõivastes, millel ei ole vöösid ja muid sidemeid. Tööülikond on vaja tihedalt kinni nööpida.

Ettevaatust on vaja samuti detailide paigaldamisel, kinnitamisel ja äravõtmisel; on teada sisselõike juhuseid detaili kraadidega või teravate servadega alles peale selle töötlemist. Peale selle ei tohi pingi käigu ajal teha mingisuguseid detailide mõõtmisi, ükskõik millised need ka oleksid. Erilist ettevaatust nõutakse raskete rakiste paigaldamisel, mis kukkudes võivad vigastada tööline jalgu. Kui rakise tõstmine ei ole töölisele jõukohane, siis on vaja kasutada selleks tõste- või transpordiseadmeid.

Töödeldavad detailid on vaja tugevasti kinnitada kruustangide vahele.

Pingil töötaja kaitseks lendavate metallilaastude eest kasutatakse mitmesuguse konstruktsiooniga kaitsevarjeid.

Terituspingil töötades võib vigastada käsi, kui teritatavat lõikeriista valesti või hooletult hoida; võib prügistada või isegi vigastada silmi, kui alahinnata ettevaatust; on võimalik ka pöörleva lihvkettaga riiete või käte kaasahaaramine.

Teritamiseks kasutataval lihvkettal ei tohi olla pragusid. Lihvketast kontrollitakse välise vaatluse ja puidust vasaratega kergelt läbikoputamise teel. Vasaraga koputatakse ketta külgpindadele. Kaitse-ekraanita terituspingil töötamisel on kohustuslik kanda kaitseprille. Käealune tugi on vaja seada tugevasti ja võimalikult ketta lähedale, mitte kaugemale kui 2 mm. Teritatav lõikeriist tuleb ketta juurde viia sujuvalt ja tugevasti kinni hoida.

Pingid, millel lõikeriistaks on abrasiivketas, peavad olema varustatud mugava ja tugeva kaitsekattega, mis võimaldab kergesti ja kiiresti vahetada üht abrasiivketast teisega.

Puurpingi juures töötamisel on vaja kanda peakatet. Pöörlevat puuri ei tohi puudutada ei kinnastatud ega palja käega. Nii ühel kui teisel juhul võib saada tõsiseid traumasid.

Laastud on vaja eemaldada 6...8 mm läbimõõduga traadist valmistatud konksuga, aga mitte käega.

Puurimisel peab detail olema kinnitatud tugevasti kruustangide vahele või mõnda muusse rakisesse. Mitte mingil juhul ei tohi detaili käega suruda vastu pingi töölauda, sest puuri kinnijäämisel võib detail end lahti rebida ja vigastada käsi. Detaililt võib saada löögi pingil töötaja või tema naaber.

## 102. OHUTUSTEHNIKA EESKIRJAD TÕSTE- JA TRANSPORDISEADMETE KASUTAMISEL

Tööstusseadmete remont ja montaaž on sageli seotud väga raskete detailide ning sõlmede tõstmise ja ümberpaigutamisega. Ohutustehnika eeskirjadega on keelatud alla 16-aastastel alaealistel kanda raskusi. Noormeestel 16. kuni 18. eluaastani on lubatud kanda raskusi kaaluga 160 N (16 kg) ja tütarlastel 16.... 18. eluaastani kuni 100 N (10 kg). Täiskasvanud mehed võivad tõsta raskusi kaaluga kuni 500 N (50 kg).

Tõstetavate detailide kinnitamine kiilrihmade, traadi ja muude juhuslike esemetega on keelatud. Raskete detailide ja sõlmede mahavõtmisel või paigaldamisel tõsteseadmete abil peab köis või tross olema detaili ja tõstuki konksu külge kinnitatud väga kindlalt. Mitte mingil juhul ei tohi ülesriputatud detaili all seista või alt läbi käia.

Tõstemehhanismid jaotatakse kahte gruppi:

1) tõstemehhanismid, mis kuuluvad RTMI* organites registreerimisele, ja 2) tõstemehhanismid, mis ei kuulu registreerimisele.

Esimesse gruppi kuuluvad iga liiki kraanad, välja arvatud teise gruppi kuuluvad, samuti juhtimiskabiiniga elektrikärud, mis liiguvad maapealsetel rööbasteedel. Teise gruppi kuuluvad iga liiki käsiajamiga pöörd- või liikuvad kraanad, põrandalt, maapinnalt või liikumatult platvormilt juhitavad konsoolkraanad, elektri- ja käsitalid ning vintsid, kõik tõstemasinate lastihaardeorganite külge riputatavad lastihaarde abirakised jm.

Tõsteseadmete käikulaskmiseks annavad loa RTMI organid või ettevõtte tehniline administratsioon (sõltuvalt sellest, kes teostab selle seadme järelevalvet) tehnilise läbivaatuse tulemuste alusel. Nende tõsteseadmete läbivaatust, mis ei kuulu RTMI organites registreerimisele, teostab ettevõtte administratsioon tõsteseadme teenindamise eest vastutava isiku ja ohutustehnika inseneri juuresolekul.

Kõik uued ülesseatud tõsteseadmed vaadatakse läbi enne nende töösse laskmist ja kõik teised mitte harvem kui iga 12 kuu tagant.

Iga tehnilise läbivaatuse ajal kuuluvad ülevaatamisele ja katsetamisele lasti- ning troppimisköied, ketid ja kõik abirakised. Iga uue köie ja uue keti peale peab olema valmistaja-tehase laboratooriumi tunnistus selle kohta, et need on katsetatud ja vastavad riiklike standardite nõuetele. Ilma laboratooriumi tunnistusteta ei lubata kettide ja köitega töötada. Kui ettevõte on saanud ketid või köied ilma tunnistusteta, siis saadetakse 1...1,5-meetrised lõigud neist spetsiaalsesse laboratooriumi katsetamiseks.

---

* RTMI — Riiklik Tehniline ja Mäejärelevalve Inspektsioon. Kõikide liiduvabariikide ministrite nõukogude ja NSVL Ministrite Nõukogu juures asuvad sellised järelevalveorganid.

Troppimiskette, köisi ja trosse katsetatakse koormusega, mis ületab kaks korda nendele ettenähtud tõstejõu. Katsetamine peab kestma 10 minutit.

Lastiköite, trosside ja kettide ülevaatust on vaja teha väga hoolikalt iga 10 päeva tagant, selgitades välja defektid, mis võivad olla köite või kettide purunemise põhjuseks nende ekspluateerimisel. Terastrosside defektideks on kiudude katkemised, järsud murdekohad, muljumised ja kiudude väljapunnitused. Trossi, mille keerme traat on katkenud, ei lubata enam kasutada.

Ülevaatuste ja katsetamiste tulemused kantakse spetsiaalsesse žurnaali, kus näidatakse, millise tähtajani ja millise piirkoormusega lubatakse iga köit, trossi või ketti kasutada.

Kõikidel tõstemehhanismidel peab olema pealkiri, mis näitab nende lubatud piirtõstejõudu ja järjekordse katsetamise tähtaega.

Tõste- ja transpordivahendid tuleb hoida alati täielikus korras. Kõik tõste- ja transpordiseadmed peavad olema varustatud pidurdamise ja lasti fikseerimise abinõudega ükskõik millises asendis.

### 103. ELEKTRIOHUTUS REMONDITÖÖDEL

Kaasaegsetel masinatel ja tööpinkidel võtavad enda alla suure osa elektriseadmed: elektrimootorid, elektriaparaadid, mõnikord keerukas elektrijuhtmete süsteem. Remondilukksepp peab seda alati meeles pidama ja eeskujulikult tundma elektriohutuse eeskirju.

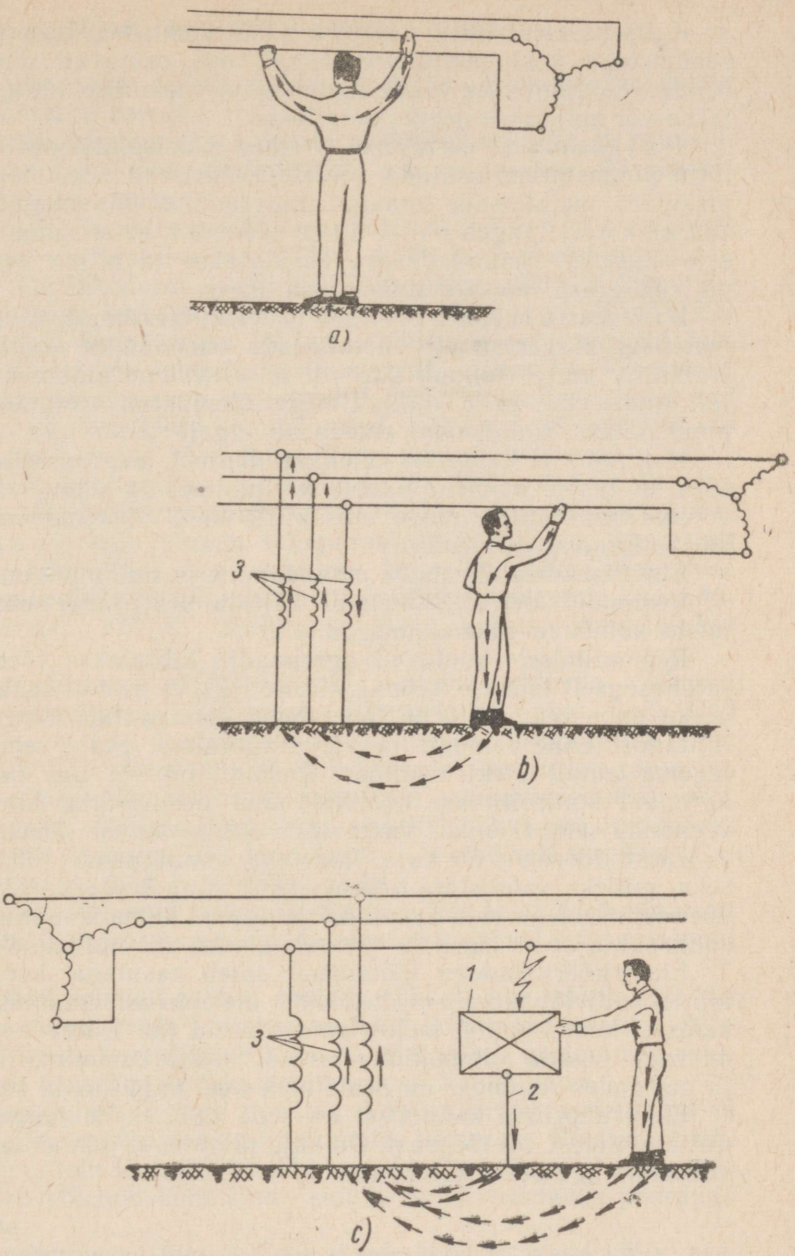
Elektriseadmetega töötamisel on kõigepealt vaja hoiduda vahetust kokkupuutumisest igasuguste voolujuhtivate osade ja seadmetega ning metallkonstruktsioonidega, mis võivad osutuda juhuslikult pingestatuiks isolatsiooni riknemise tagajärjel ühes või teises elektriseadmes.

Kuivades tootmishoonetes loetakse suhteliselt ohutuiks pingeid kuni 40 V. Kuumades, rõsketes ja muld- ning betoonpõrandaga ruumides on ohutuks pingeks ainult kuni 12 V. Kõrgepingejuhtmed peavad olema paigutatud kohtadesse, kus ei ole juurdepääsu nendega kokkupuutumiseks.

Mida suurem on voolutugevus, seda suurem on löögioht. Voolutugevus 0,1 A ja rohkem on inimese jaoks surmav.

Elektrivoolu löögiohtlikkuse aste sõltub paljudest tingimustest, eriti kokkupuutumise iseloomust voolujuhtivate osadega. Eriti ohtlik on kahepooluseline kokkupuutumine, s. o. üheaegne kokkupuutumine elektrivõrgu kahe pingestatud faasijuhtmega (joon. 180, *a*). Sellisel juhul on inimese keha maksimaalse võrgupinge mõju all ja vool ulatub 0,1 amprini. Inimene võib hukkuda.

Ühepooluselisel kokkupuutumisel, mis esineb sageli ühe võrgujuhtme juhuslike puudutamiste momentidel (joon. 180, *b*), on inimesele mõjuv pinge peaaegu kaks korda madalam.




Joon. 180. Elektrivoolu kulgemise skeem juhtmetega kokkupuutumisel:
*a* — kahepooluselisel kokkupuutel, *b* — ühepooluselisel kokkupuutel, *c* — pingestatud maandamisseadmega kokkupuutel (*1* — maandamisseade, *2* — maandamisjuhe, *3* — juhtmete isolatsiooni takistus)

Kaitseks elektrilöögi saamise vastu elektrimasinate ja elektriseadmetega kokkupuutumise korral, mis osutuvad pingestatuks nende voolujuhtivate osade isolatsiooni riknemise tõttu, maandatakse või nullitakse nende metallosad.

Kaitsemaandamine — see on isolatsiooni riknemise tõttu pingestatuks osutuda võivate elektriseadmete, tööpinkide ja masinate metallosade maaga ühendamine. Maandamise (joon. 180, *c*) korral langeb ohtlik pinge sedavõrd, et see muutub inimesele ohutuks. Maandamiseks kasutatakse tavaliselt terastorusid või ribaterast, mis asetatakse maa sisse.

Kaitsenullimine — see on elektriseadmete, tööpinkide ja masinate pingestamata metallosade ühendamine nulljuhtmega. Nullimise korral toimub ühe või teise seadme automaatne väljalülitumine, kui selle nulljuhtmega ühendatud metallosa osutub pingestatuks isolatsiooni riknemise tagajärjel.

Nullimine ei kindlusta täielikku ohutust. See on seletatav sellega, et lühise momendil tekib nulljuhtmes ja sellega ühendatud voolutarbijas ohtlik pinge, mis püsib kuni riknenud voolutarbija väljalülitumise momendini.

Elektriseadme üheaegne maandamine ja nullimine on keelatud.

Remonditöödel võib täielikult vältida elektrilöögi saamist järgmiste abinõude rakendamisega.

Remontimisele kuuluvad agregaadid lülitatakse võrgust välja ja üheaegselt tehakse kõik vajalik selleks, et neid ei saaks lülitada võrku enne remonditööde lõpetamist. Agregaatide võrgust väljalülitamist enne remonti ja võrku lülitamist peale remonti peab tegema ainult elektrimontöör. Remonditud või uus monteeritud agregaat kontrollitakse hoolikalt enne elektrivõrku lülitamist, et veenduda selle täielikus vastavuses elektriohutuse nõuetele.

Elektritööriistu on vaja kasutada ainult nende tööde tegemiseks, milleks valmistaja-tehased neid välja lasevad. Elektrivõrku ühendamiseks on vaja kasutada painduvat kummikaablit, millel on spetsiaalne soon tööriista maandamiseks või nullimiseks.

Elektritööriistadega töötamisel tuleb kasutada korrasolevaid ajutisi individuaalkaitsevahendeid: dielektrilisi kummikindaid ja kalosse, kummimatte, isoleerivaid aluseid jm. Kuivades ruumides on vaja töötada kummikinnastes või seista kummimatil; rõsketes ja märgades ruumides on peale selle veel vaja kanda kalosse.

Elektritööriista kandmisel on seda vaja hoida korpusest, aga mitte juhtmest või tööosast. On vaja jälgida, et juhe ei moodustaks silmuseid ega oleks keerdunud.

## 104. ESMAABI ÕNNETUSJUHTUMITE KORRAL

Iga tööline peab teadma, kuidas osutada abi endale ja teistele õnnetusjuhtumite korral.

Peamiseks tingimuseks esmaabi andmisel on kiire ja oskuslik tegutsemine. Eriti tähtis on see siis, kui osutatakse abi elektrilöögi läbi kannatanule.

Kui pinge alla sattunud inimene pole võimeline end iseseisvalt lahti rebima voolujuhtivatest osadest, tuleb ta otsekohe vabastada voolu alt. Kui läheduses ei ole lülitit, raiutakse juhtmed läbi, näiteks puitvarrega kirvega (seda lubatakse pingete puhul 110, 220 ja 380 V) või ühendatakse juhtmed lühisesse, et kaitsmed läbi põleksid. Kui ei ole juhtme voolu alt väljalülitamise võimalusi, rebitakse kannatadasaanu sellest lahti. Päästja peab seejuures end isoleerima: panema kätte kummikindad, jalga kuivad kalossid või seisma puidust laual, rõivastuma kuivadesse rõivastesse.

Juhul kui kannatanu on teadvuseta, tuleb viivitamata teha kunstlikku hingamist, ootamata arsti, velskri või meditsiiniõe saabumist. Nii on vaja toimida sellepärast, et elektrilöögi korral on hingamise lakkamine sageli ajutine. Enne kunstliku hingamise tegemist vabastatakse kannatanu rõivastusesemeist, mis kitsendavad hingamist, näiteks nööbitakse lahti kaelus, vabastatakse vöökoht.

Õnnetusjuhtumite kõrval võivad tootmises esineda väikesed traumad sisselõigete, äralöömiste, põletuste jm. näol. Seda liiki traumadesse ei tohi suhtuda kui pisiasjadesse, isegi lihtne pind, kui see jääb välja võtmata, võib esile kutsuda põletikulise protsessi.

Väikese sisselõike korral on vaja võtta esmaabipakendist vatti, marlit ja joodi. Puhastades vatiga sisselõike ümbruse mustusest, valatakse haav joodiga üle, kaetakse 2 . . . 3-kihiliselt marliga, asetatakse peale vatikiht ja seotakse kinni.

Haava ei tohi pesta veega, sest vesi ei ole kunagi absoluutselt puhas, samuti ei tohi haava musta ninarätikuga või kaltsuga kinni siduda.

Äralöödud kohale on vaja asetada rõhkside ja sellele kott jää või külma veega, mida hoitakse seal kakskümmend minutit. Raskete äralöömiste korral tuleb kannatanu suunata medpunkti, vajaduse korral kasutada selleks sanitaarposti kanderaami.

Põletuse puhul on vaja punetav koht määrida vaseliiniga ja asetada sellele soodalahuse või kange tee kompress. Põletusest tekkinud ville ei tohi lõigata ega läbi torgata. Raskete põletushaavade korral tuleb põlenud koht kinni siduda ja viivitamatult pöörduda arsti poole.

Puru sattumisel silma, kui see ei tule koos pisaraga välja, asetatakse silmale side ja suundutakse viivitamatult medpunkti.

Verejooksu korral käest või jalast tuleb käsi või jalg üles tõsta ja sidumismaterjaliga avatud veresooned kokku pigistada ning

tugevasti kinni siduda. Verejooksu võib peatada nii: käsi või jalg tõmmatakse kinni ülevaltpoolt haava käterätiku või selle puudumisel nööri umbsõlme sidumise teel moodustatud žgutiga. Sõlme sisse asetatakse pulk ja keeratakse žgutt küllalt kõvasti kinni. Pulk žgutis kinnitatakse ja viivitamatult võetakse kasutusele kõik abinõud kannatanu toimetamiseks medpunkti.

## KONTROLLKÜSIMUSED

1. Milline on sissejuhatava ohutustehnika instruktaaži põhiline sisu?
2. Millised eeskirjad on lastide ümberpaigutamiseks ja tõstmiseks?
3. Millised ohutustehnika eeskirjad on töölaua ja tööpingi juures töötamiseks?
4. Millised on elektriohutuse eeskirjad?

SISUKORD

Sissejuhatus . . . . . 3

**Esimene osa**

ÜLDISI ANDMEID TÖÖSTUSSEADMETEST

I peatükk. **Mõisteid metallilõikepinkide, sepistus-, pressimis-, tõste- ja transpordimasinate ehitusest** . . . . . 7
1. Tööstusseadmete liigitus . . . . . 7
2. Metallilõikepingid . . . . . 11
3. Sepistus- ja pressimisseadmed . . . . . 26
4. Tõste- ja transpordimasinad . . . . . 32

II peatükk. **Masinate tüüpmehhanismid ja -detailid** . . . . . 34
5. Tüüpdetailid pöörleva liikumise ülekandmiseks . . . . . 34
6. Pöörleva liikumise ülekandemehhanismid . . . . . 45
7. Mehhanismid liikumise muundamiseks . . . . . 59
8. Kaitseseadmed . . . . . 66
9. Ajamite mehhanismid . . . . . 68

III peatükk. **Metallilõikepinkide sõlmed** . . . . . 79
10. Säng . . . . . 79
11. Treipingi esipukk koos spindli ja kiirustekastiga. Tagapukk . . . . . 80
12. Treipingi etteni hetekast ja suport . . . . . 83
13. Seadmete kinemaatilised skeemid ja passid . . . . . 85

**Teine osa**

SEADMETE REMONDI JA REMONDITEENISTUSE ORGANISEERIMINE ETTEVÕTETES

IV peatükk. **Plaanilis-ennetav remondisüsteem** . . . . . 92
14. Üldmõisteid plaanilis-ennetavast remondisüsteemist . . . . . 92
15. Remontidevaheline tehniline teenindamine . . . . . 93
16. Plaanilis-ennetav remont ja remondi normatiivid . . . . . 94
17. Remondi perioodilisus ja seadmete tööseisakute normid remondiks . . 97

V peatükk. **Remonditeenistuse organiseerimine ettevõtetes** . . . . . 100
18. Remondimajanduse organiseerimise liigid . . . . . 100
19. Tööpinkide remontimise sõlmmeetod . . . . . 102
20. Remondimajanduse organiseerimise parendamise perspektiivid . . . . 105

VI peatükk. **Remondilukksepa töökoha organiseerimine** . . . . . 107
21. Töökoha õige organiseerimise tähtsus . . . . . 107
22. Remondilukksepa alalise ja ajutise töökoha varustus . . . . . 107
23. Remondilukksepa mehhaniseeritud tööriistad . . . . . 109
24. Remondi juures kasutatavad tõste- ja transpordiseadmed . . . . . 110

Kolmas osa

TÖÖSTUSSEADMETE DETAILIDE KULUMINE. MASINATE TÖÖEA TÕSTMINE

VII peatükk. **Masinate ja tööpinkide detailide kulumine** . . . . . 117
25. Kulumise olemus, õlitamise tähtsus . . . . . 117
26. Seadmete mitmesuguste detailide kulumise iseloom . . . . . 119
27. Detailide kulumise määramine . . . . . 122
28. Piirkulumised . . . . . 134

VIII peatükk. **Seadmete tööea tõstmine** . . . . . 135
29. Seadmete remontidevahelise tööperioodi pikendamise peamised tegurid . 135
30. Hõõrdepinna kareduse mõju detailide tööeale . . . . . 136
31. Detailide tööea suurendamine pinna tugevdamisega . . . . . 137
32. Sõlmede kasutusea suurendamine kompensaatordetailide kasutamisega . 139
33. Õlitamise parandamine kui tähtis abinõu võitluses seadmete kulumisega . 141
34. Juhtpindade kaitsmine kulumise eest . . . . . 147

IX peatükk. **Masinate detailide taastamise tehnoloogilised protsessid** . 149
35. Käsitsi keevitamise ja pealesulatamise kasutamine . . . . . 149
36. Automaatse keevitamise ja pealesulatamise kasutamine . . . . . 151
37. Kulunud detailide taastamine metalliseerimisega . . . . . 154
38. Kulunud detailide taastamine ja tugevdamine elektrolüütiljste ning termokeemiliste meetoditega . . . . . 156
39. Detailide taastamine ja tugevdamine elektrisädemega töötlemisel . . . 159
40. Kulunud detailide taastamine liimimisega . . . . . 159

Neljas osa

TÖÖSTUSSEADMETE REMONDITEHNOLOOGIA JA MODERNISEERIMINE

X peatükk. **Tasapinnaliste ühenduspindadega detailide remont** . . . . 164
41. Üldised andmed . . . . . 164
42. Treipingi sängi juhtpindade taastamine . . . . . 165
43. Horisontaalfreespingi sängi juhtpindade taastamine . . . . . 179
44. Treipingi supordikelgu juhtpindade taastamine . . . . . 181
45. Freespingi töölaua kelgu juhtpindade taastamine . . . . . 190
46. Freespingi konsooli juhtpindade taastamine . . . . . 191
47. Freespingi töölaua juhtpindade taastamine . . . . . 195
48. Pressi liugurite juhtpindade taastamine . . . . . 196
49. Vasarate šabottide taastamine . . . . . 197
50. Surveplaatide ja kiilude taastamine . . . . . 199

XI peatükk. **Pöörlemist ülekandvate detailide remont** . . . . . 202
51. Võllide remont . . . . . 202
52. Spindlite remont . . . . . 205
53. Liugelaagrite remont . . . . . 208
54. Veerelaagrite rikete kõrvaldamine . . . . . 213
55. Sidurite remont . . . . . 217
56. Hammasrataste remont . . . . . 221
57. Tiguülekande detailide remont . . . . . 223
58. Rihmarataste remont . . . . . 223
59. Kettülekande detailide remont . . . . . 226

XII peatükk. **Liikumise iseloomu muutvate detailide remont** . . . . . 227
60. Kolb- ja väntvõlligrupi detailide remont . . . . . 227
61. Käigukruvide ja -mutrite remont . . . . . 234
62. Kulissmehhanismi detailide remont . . . . . 239

XIII peatükk. Liikumatute liidete ja torustiku remont . . . . . 241
63. Liikumatute liidete remont . . . . . 241
64. Torustiku remont . . . . . 246

XIV peatükk. Hüdroseadmete remont . . . . . 251
65. Rikete avastamine ja kõrvaldamine hüdrosüsteemide töös . . . . . 252
66. Hüdrosüsteemi silindrite, kolbide ja kolvivarte remont . . . . . 255
67. Pumpade, hüdrosüsteemi reguleerivate ja juhtivate seadmete remont . . 257

XV peatükk. Tööstusseadmete remondi järjekord . . . . . 262
68. Tööpinkide demonteerimine . . . . . 262
69. Ettevalmistused koostamiseks . . . . . 270

XVI peatükk. Mehhanismide ja masinate koostamine remondil . . . . 273
70. Mõõtahelate mõiste . . . . . 273
71. Liikumatute liidete koostamine . . . . . 275
72. Veerelaagrisõlmede koostamine . . . . . 280
73. Võllide ja sidurite koostamine . . . . . 283
74. Rihmülekande koostamine . . . . . 285
75. Kettülekande koostamine . . . . . 286
76. Hammas- ja tiguülekannete koostamine . . . . . 287
77. Hüdroajamite koostamine . . . . . 290
78. Juhtpindadega detailide koostamine . . . . . 293
79. Väntmehhanismi koostamine . . . . . 294
80. Spindlisõlme koostamise näide . . . . . 297
81. Masinate (tööpinkide) üldkoostamine . . . . . 299

XVII peatükk. Universaaltreipingi 1K62 kapitaalremont . . . . . 302
82. Välisvaatlus ja teised kontrolloperatsioonid enne treipingi remonti . . 302
83. Tööpingi demontaaž . . . . . 302
84. Esipuki paigaldamine ja kontrollimine . . . . . 304
85. Ettenihetekasti, supordipõlle, käigukruvi ja -võlli toendi paigaldamine ja kontrollimine . . . . . 306
86. Tagapuki korpuse remont . . . . . 308
87. Treipingi üldkoostamise tehnilised tingimused . . . . . 311
88. Remonditud treipingi katsetamine . . . . . 313
89. Universaaltreipingi 1K62 kapitaalremondi tüüpgraafik . . . . . 316

XVIII peatükk. Seadmete moderniseerimine . . . . . 317
90. Moderniseerimise olemus ja selle peamised suunad . . . . . 317
91. Moderniseerimine põhiaja (masinaaja) lühendamise eesmärgil . . . . 319
92. Moderniseerimine abiaja lühendamise eesmärgil . . . . . 319
93. Moderniseerimine seadmete tehnoloogiliste võimaluste laiendamise eesmärgil . . . . . 320
94. Moderniseerimine töötlemise automatiseerimise eesmärgil . . . . . 320

**Viies osa**

TOOTMISE ORGANISEERIMINE JA ÖKONOOMIKA. OHUTUSTEHNIKA KÜSIMUSED

XIX peatükk. Põhilised andmed tootmise organiseerimisest ja ökonoomikast . . . . . 322
95. Tootmise organiseerimine . . . . . 322
96. Töö organiseerimine . . . . . 323
97. Tehniline normeerimine . . . . . 324
98. Töötasu . . . . . 325
99. Planeerimine ja isemajandamine . . . . . 326

XX peatükk. **Ohutustehnika seadmete remontimisel** . . . . . 327
100. Ettevaatusabinõud ettevõtete territooriumil ja tsehhides viibimisel . . 328
101. Ohutustehnika nõuded remonditöödel . . . . . 329
102. Ohutustehnika eeskirjad tõste- ja transpordiseadmete kasutamisel . . 333
103. Elektriohutus remonditöödel . . . . . 334
104. Esmaabi õnnetusjuhtumite korral . . . . . 337

Боаз Тевелевич Гельберг и Говшия Давидович Пекелис. РЕМОНТ ПРОМЫШЛЕННОГО ОБОРУДОВАНИЯ. На эстонском языке. Издательство «Валгус». Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

Toimetaja J. Eilsen. Kunstiline toimetaja R. Tungla. Tehniline toimetaja M. Tammes. Korrektorid U. Karelaid ja R. Villemsoo. Laadumisele antud 9. I 1969. Trükkimisele antud 2. IX 1969. Kohila Paberivabriku trükipaber nr. 2, 60×90/16. Trükipoognaid 21,5. Arvestuspoognaid 22,47. Trükiarv 3000. Tellimus nr. 91. Trükikoda «Ühiselu», Tallinn, Pikk tn. 40/42. Hind 67 kop.

67 kop.

A
30100

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00815448 8