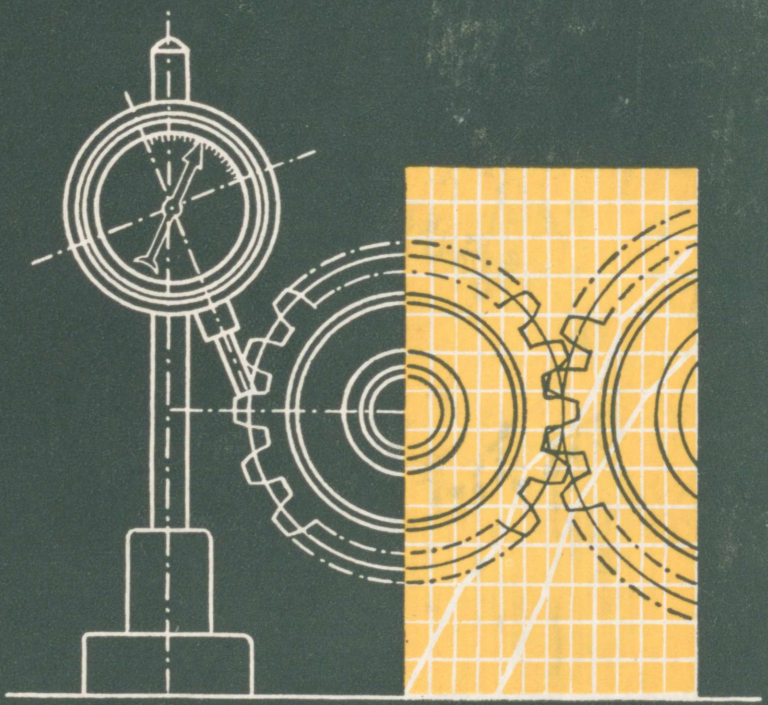
V. JEFREMOV

Autode remont



A-22891 II

Prof. V. V. JEFREMOV

AUTODE REMONT

ESIMENE OSA

NSVL Autotranspordi ja Maanteede Ministeeriumi
Õppeasutiste Valitsuse poolt lubatud kasutada
õpperaamatuna autotranspordi tehnikumides

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS

TALLINN 1959

Originaali tiitel:

Профессор В. В. Ефремов

РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ

Часть первая

Второе издание, исправленное и дополненное

Автотрансиздат Министерства Автомобильного Транспорта и Шоссейных Дорог СССР

Москва 1957

Tõlkinud V. Post

Raamatus on vaadeldud autode remondi süsteemi, meetodeid ja liike ning tehnoloogiat, on antud kulumiste klassifikatsioon ja kulunud detailide taastamise meetodid.

Raamat on koostatud kinnitatud õppekava kohaselt ja on ette nähtud õpperaamatuks autotranspordi tehnikute ettevalmistamisel.

2

Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
45940

SISSEJUHATUS

Autotranspordil on meie maa rahvamajanduses reisijate, tööstuslikkude ja põllumajanduslikkude veoste ning elanikkonna tarbimiskaupade vedude alal juhtiv seisund.

Käesoleval ajal toimetatakse autotranspordiga edasi rohkem veoseid kui kõikide teiste transpordiliikidega kokku. 1955. aastal moodustas veoste käive autotranspordiga 42,5 miljardit tkm.

Viiendal viisaastakul hakkas tunduvalt arenema üldkasutuslik autotransport. Selle transpordiliigi veoste käive suurenes 10 korda ja moodustas 1955. aastal kogu maa autotranspordi veoste käibest 22%, kuna 1950. aastal oli see 5%. Laienes massveoste tsentraliseeritud vedu. Veoautode tootlikkus suurenes 18% võrra.

Kuuendal viisaastakul suureneb autotranspordil veoste käive 1955. aastaga võrreldes ligikaudu 2 korda, sealhulgas üldkasutusliku autotranspordi veoste käive kuni 40 miljardi tkm-ni, s. o. 4,3 korda.

Autotranspordiga veetud reisijate arv suurenes 1955. aastal, võrreldes 1950. aastaga, 4,3-kordseks. Kuuendal viisaastakul eeldatakse, et reisijate vedu taksiautodega tõuseb 3 korda ning autobussidega 3,5 korda.

Autotööstusele on kuuendaks viisaastakuks püstitatud ülesanne vahetada vananenud automudelid uute vastu, milledel on kõrged ekspluatatsioonilised näitajad.

Autopargi paremaks kasutamiseks ja vedude omahinna alandamiseks tuleb suurem osa veoautodest, mis tegelevad massveoste vedamisega, ning ministeeriumide ja asutuste alluvuses olevad remondiettevõtted koondada üldkasutusliku autotranspordi süsteemi. Üldkasutuslikkude veoautode tootlikkust tuleb suurendada viisaastaku jooksul 36% ja vedude omahinda alandada vähemalt 18% võrra.

Üldkasutusliku autotranspordi osas on ette nähtud suurendada autoremonditehaste võimsust 1955. aastaga võrreldes 3 korda. 1960. aastaks eeldatakse, et ligikaudu 50% autode kapitaalremonte tehakse progressiivsel agregaatmeetodil.

Nende ülesannete lahendamine nõuab autotranspordi töötajatelt tootmise edasist täiustamist ja selle kultuuri tõstmist.

Kõiges selles on suur osatähtsus noortel spetsialistidel. Kursuse «Autode remont» peamine ülesanne seisab seepärast mehaanikaüliõpilaste abistamises autoremondi tundmaõppimisel, selleks et täiustada autode ratsionaalse kasutamise meetodeid. Käesolev raamat peab aitama tulevasel tehnikul:

1) hästi tundma õppida autoremondi üldisi aluseid — peamiselt plaanilis-ennetava tehnilise teenindamise ja remondi süsteemi ning autode remonti agregaat-meetodil, kuna kõik need abinõud aitavad järsult parandada autode kasutamist;

2) õppida ära autode ja nende kerede remondi tehnoloogia, pöörates erilist tähelepanu detailide defekteerimisele ning sorteerimisele. Täiusliku tehnoloogia juurutamine tõstab remondi kvaliteeti ja alandab selle üldmaksumust;

3) õppida tundma autodetailide taastamise tehnoloogiat ja valima niisuguseid taastamismeetodeid, mis oleksid odavad, kuid kindlustaksid seejuures autodele pikad remondivahelised läbijooksud. See on üheks remondi kvaliteedi tõstmise ja selle maksumuse alandamise tingimuseks;

4) õppida õigesti koostama tehnoloogilisi kaarte autode remonditöökodades ja -tehastes valmistatavatele detailidele, püüdes seejuures saavutada, et need ei oleks maksumuselt kallid, kuid vastaksid kvaliteedilt autotehastest saadavatele uutele detailidele;

5) õppida tundma autoremondiettevõtete projekteerimise aluseid, selleks et suuta õigesti organiseerida tööd autoremonditöökodade ja -tehaste põhi-tsehhides. Autoremondi omahind sõltub palju seadmete paigutusest tsehhides ja töökohtade täpsest organiseerimisest.

Õpperaamat «Autode remont» on määratud autode ja teede tehnikumides mehaanika ala tehnikute ettevalmistamiseks ja koosneb kahest osast, mis on antud välja eraldi raamatutena.

Esimeses osas on vaadeldud autode remondi ja tehnoloogia süsteeme, remondi meetodeid ja viise ning toodud kulumiste liigid ja kulunud detailide taastamise viisid.

Raamatu teises osas on toodud autoremondi töökodades ja tehastes sagedamini valmistatavate ja remonditavate detailide remont ja tehnoloogia, autode elektriseadmete ja kerede remontimise tehnoloogia ning samuti autode remonditehaste projekteerimise põhialused.

Märkused ja ettepanekud käesoleva raamatu kohta palutakse saata aadressil:

Tallinn, Pärnu mnt. 10, Eesti Riiklik Kirjastus, tehnilise kirjanduse toimetus.

ESIMENE JAGU

ÜLDISED ALUSED

1. PEATÜKK

NSV LIIDU AUTOREMONDITÖÖSTUSE ARENEMISE LÜHIKE AJALUGU

Autoremonditööstus hakkas NSV Liidus kasvama ja arenema koos autotööstuse tekkimise ning arenemisega. Autode remont kujunes autode ekspluateerimise süsteemi lahutamatuks lüliks.

Enne Suurt Oktoobrirevolutsiooni Venemaal peaaegu ei olnudki autotransporti. Vene kapitalistid ostsid välismaalt peamiselt sõiduautosid. Veoautosid osteti väga piiratud arvul. Kõige mitmekesisemat marki ja tüüpi autod olid eraomanike valduses. Venemaa majanduses ei etendanud autotransport mingisugust osa.

Autode tootmise organiseerimise katse Riias Vene-Balti tehases ebaõnnestus. Ajavahemikus 1909.—1915. a. laskis tehas välja ainult 450 autot. Kõik nende autode vastutavad osad, nagu väntvõllid, jaotusvõllid, hammasrattad jne. sai tehas välismaalt, sest spetsiaalteraseid Venemaal tol ajal ei toodetud. Esimese imperialistliku maailmasõja ajal püüdsid mõned töösturid ehitada suuri autotehaseid, tootmisvõimsusega 1500—2000 autot aastas. Kuni 1917. aastani ei lõpetatud ühegi niisuguse tehase ehitustöid.

Neil aastail remonditi autosid väikestes töökodades, kus kasutati eranditult välismaalt ostetud valmis tagavaraosi. Automarkide rohkus raskendas suurel määral remonti.

1909. aastal oli Moskva postiameti juurde koondatud 30 ühetüübilist autot. Nende autode teenindamiseks ja remontimiseks loodi väikesed remonditöökojad. Autode ühetüübilisus võimaldas neid remontida üksikute agregaatide vahetamise teel.

Pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni kasutati noore Nõukogude vabariigi autoparki lõhutud rahvamajanduse taastamise töödel. Selleks ajaks oli suurenenud meie maal ka veoautode arv.

Hakati suurendama automajandeid. Toiduainete Rahvakomissariaadi (Наркомпрод) autopark koosnes 1. septembriks 1918. a. juba rohkem kui 1000 veo- ja sõiduautost. Suurtesse automajanditesse koondati üht marki ja üht tüüpi autod.

1924.—1925. a. ostis Nõukogude valitsus välismaalt suure hulga ühetüübilisi seeriatoodangu autosid. Samal ajal võtsid kommunistlik partei ja Nõukogude valitsus tarvitusele abinõud kodumaise autotööstuse rajamiseks. Oktoobrirevolutsiooni seitsmendaks aastapäevaks — 7. novembriks 1924. a. — laskis tehase AMO (nüüd Lihhatšovi-nimeline tehas) kollektiiv välja esimesed 10 autot AMO-Ф-15.

Mõned sõiduautod valmistati Vene-Balti tehases, mis evakueeriti Esimese maailmasõja ajal Moskvasse.

Autode arvu kasvades tekkis vajadus laiendada nende remondibaasi. 1921. a. augustis organiseeris Toiduainete Rahvakomissariaadi (Наркомпрод) Autodevalitsuse töötajate kollektiiv esimese nõukogude autoremonditehase ehitamiseks kommunistlikke laupäevakuid. Tehas püstitati Moskvasse Miuski väljakule ja oli projekteeritud 12—15 auto kapitaalseks remontimiseks kuus. Tal oli tolle aja kohta küllaltki suur, rohkem kui 20 mitmesuguse tööpingiga mehaanikatsehh. Mehaanikatsehhis tehti niisuguseid keerukaid töid, nagu silindrite puurimine ja väntvõllikaelte lihvimine. 1922. a. alustas tehas tööd täie võimsusega.

1926. a. alustati Miuski väljakule autoremonditehase (APEM3) projekteerimist Moskva kommunaalmajandusele kuuluvate autode remontimiseks. 1929. a. astus tehas APEM3 töötavate ettevõtete hulka. See oli esimene ettevõte NSV Liidus, mis oli spetsiaalselt projekteeritud ja ehitatud veoautode kapitaalseks remontimiseks.

Uuel tehasel olid võimsad tsehhid: mehaanikatsehh rohkem kui 100 tööpingiga, sepa-, keevitus-, pleki-vasesepa- ja teised tsehhid ning väike valutsehh mustast ja värvilistest metallidest esemete valamiseks. Oma tööseadmetega võis tehas valmistada suurel hulgal keerukaid detaile.

Tehases APEM3 kehtestati esmakordselt üksikute suuremate detailide remontmõõted, koostati esimesed tehnilised tingimused detailide praakimiseks, organiseeriti vahetusagregaatide ladu ja kehtestati süsteem tootmise planeerimiseks kesklao kaudu. Selle tehase õnnestunud projekt kujunes prototüübiks teiste autoremonditehaste projekteerimisel.

Umbes samal ajal hakkas grupp Moskva taksiautode pargi insener-mehaanikuid tegelema taksiautode remondiga. Organiseeriti üksikute agregaatide töökestuse tundmaõppimist, loodi spetsiaalbrigaadid üksikute agregaatide remontimiseks ning hakati remonditavaid autosid voolusüsteemil kokku monteerima. Tulemuseks oli remonditöökodade tööjõudluse järsk tõus. Autode seisuaeg remondis lühenes, mis võimaldas saavutada autopargi kõrge kasutamiskoefitsiendi (92% ja rohkem).

1929. aastaks koosnes NSV Liidu autode park ülekaalukalt veoautodest. Oli organiseeritud autobusside ja taksiautode majandus. Kodumaised autotehased alustasid esimeste nõukogude autode väljalaskmist. Loodi suuri autoremonditöökodasid ja projekteeriti

spetsiaalseid autoremonditehaseid. Autode remondi kultuur ja kvaliteet tõusid järsult.

Alates 1928. aastast, esimeste viisaastakute perioodil, arenes tormiliselt metallurgiatööstus ja raskemasinaehitus. Loodi baas kodumaise autotööstuse arenemiseks. 1929. aastal püstitas kommunistlik partei ülesande organiseerida meie maal massiline autode tootmine. Algas ettevalmistus kahe suure autotehase ehitamiseks: Gorkis — tootmisvõimsusega 100 000 autot aastas — ja Moskvas — tootmisvõimsusega 25 000 veoautot aastas.

1929. aastal tootsid kodumaised tehased rohkem kui 1500 autot. Algas seeriaviisiline ja seejärel massiline nõukogude autode väljalaskmine.

Esimese viisaastaku jooksul loodi meie maal kodumaine autotööstus.

Uute võimsate autotehaste käikulaskmisega kasvas meie maa autode park tugevasti ja muutus seejuures ühtlasemaks. See asjaolu võimaldas autode paremat ekspluateerimist ja tagas remondi väiksema maksumuse.

Autode järsk arvuline tõus põhjustas autoremonditööstuse arenemise NSV Liidus.

Autoremonditööstuse nagu iga meie teise tootmisala aluseks on majandamise sotsialistlik printsiip — ökonoomsus ja kokkuhoidlikkus. Nõukogude inimesed, kes on eluliselt huvitatud ühiskondliku rikkuse kasvust, rakendavad seda printsiipi kõrvalekaldumatult.

Autoremonditööstuse eesmärgiks on autode tööea pikendamine ja nende kasutamiskoefitsiendi tõstmine, mis lõpptulemusena annab vedude omahinna alanemise. Remondi maksumuse alandamiseks ja metalli ning teiste materjalide kokkuhoidmiseks on tarvis remontida autosid tehasemeetodil, kasutada laialdaselt remontimist agregaatmeetodil ja taastada autodetaile võimalikult suuremal hulgal.

1931. aastal loodi riiklik autotranspordiettevõtete projekteerimise instituut (Гипроавтотранс), kes projekteeris garaaže, remonditöökodasid ja remonditehaseid. Projekteerimise aluseks oli autode remontimine agregaatmeetodil ning detailide vastastikune vahetatavus remontimisel.

1933. a. 1. mail astus töötavate remondiettevõtete hulka Esimene Moskva Autoremonditehas (I-й МАРЗ). Autode kokkumonteerimine toimus selles tehases voolumeetodil. Autode remontimisel pöörati peamist tähelepanu remonditavate detailide nomenklatuuri suurendamisele.

Varsti ehitati Moskvas Teine Autoremonditehas. Algas autoremonditehaste ehitamine Leningradis, Habarovskis, Irkutskis, Mogiljovis, Harkovis, Kiievis, Saraatovis, Tbilisis jm.

Suure tähtsuse omandasid autoremonditehased Suure Isamaasõja aastail. Autoremonditehaste rindelähedased filiaalid teostasid väliolukorras autode kapitaalremonte valmisagregaatide baasil.

Autoremondiettevõtete tööstuslikud kogemused ja nende poolt rakendatud tagavaraosade valmistamise tehnoloogia olid suure

tähtsusega ka sõjajärgsel perioodil, kujunedes lisaallikaks autode tagavaraosade tootmisel rahvamajandusele.

Sõjajärgsetel aastatel ehitati Nõukogude Liidus uued autotehased, mis hakkasid välja laskma täiuslikuma konstruktsiooniga autosid. Autode arv meie maal tõusis tunduvalt. Samuti suurenes ka nende remondivajadus.

Sellele vastavalt kasvas autoremondiettevõtete võrk. Taastati purustatud autoremonditehased Leningradis, Pihkvas, Voronežis, Simferoopolis, Harkovis, Kiievis ja teistes kodumaa linnades. Reas linnades ehitati uued autoremondiettevõtted.

Tehased spetsialiseeruvad teatud automarkide remondile agregaatmeetodil; paljudes nendest toimub lahtivõtmine ja kokkupanemine vooluviisiliselt. Erilist tähelepanu pööratakse autoremondiettevõtetes detailide kontrollimisele ja sorteerimisele, täpsustatakse ja uuendatakse tehnilisi tingimusi nende praakimiseks, juurutatakse laialdaselt pesemis- ning lahtivõtmis- ja kokkupanemistööde mehhaniseerimist, detailide remondi marsruuttehnoloogiat ja detailide taastamise eesrindlikke meetodeid: survetöötlemist, siledat ja poorset kroomimist, terasega katmist, metallitamist ja rida teisi meetodeid.

Detailide remondil kasutatakse elektrilist töötlemist — elektrisädemega ja anoodmehaanilist. Edukalt juurutatakse detailide karastamist kõrgsagedusvooluga.

See kõik suurendab autode remondi kvaliteeti, vähendab autode remondis viibimise aega ja alandab remondi omahinda.

Käesoleval ajal viiakse ellu NLKP XX kongressi otsuseid üldkasutuslike suurte autoremonditehaste võrgu arendamiseks.

NLKP KK 1955. a. juulipleenum märkis, et enamiku autode ja sisseseade remontimiseks valmistatakse tagavaraosi igas ettevõttes oma vajaduste rahuldamiseks käsitööna, mis põhjustab ettevõtte remonttööde õigustamata laienemist ja tohutuid materiaalseid kulutusi. Pleenum otsustas: «Tunnistada vajalikuks korraldada paremini remondimajandust, pidades silmas seda, et remont peab põhiliselt seisnema detailide, sõlmede ja agregaatide vahetamise operatsioonides. Selleks tuleb ette näha tagavaraosade, sõlmede ja agregaatide tootmise organiseerimine vastavate tööstusharude spetsialiseeritud ettevõtetes.»[1]

Autotranspordi hea varustamine tagavaraosadega ei kõrvalda lõpuks aga sellist küsimust, nagu kulunud ja vigastatud osade remont. Detaile tuleb alati remontida, kui see ennast majanduslikult õigustab. Tuleb meeles pidada, et detailide remontimine teeb autode remondi odavamaks, säästab kvaliteetset metalli ja rahalisi vahendeid ning vabastab varuosade valmistamise vähendamise arvel autoehitustehaste võimsused uute autode tootmise suurendamiseks.

---

[1] NLKP Keskkomitee 1955. a. juulipleenumi otsused, Eesti Riiklik Kirjastus, Tallinn, 1955, lk. 13.

NLKP XX kongress andis üksikasjalise programmi võitluseks tehnilise progressi eest kõigis meie tootmisharudes; kongress võttis vastu NSV Liidu rahvamajanduse arendamise kuuenda viie aasta plaani ajaloolised direktiivid.

Nendes direktiivides on märgitud, et on vaja laialt juurutada autode remondi agregaatmeetodit, kasutades spetsialiseeritud tehastes valmistatud sõlmi ja agregaate, arendada autode remondi- ja tehnilise teenindamise baase.

Autoremonditööstuse tähtsamaks ülesandeks on ka uue, progressiivse tehnika juurutamine ning insener-tehniliste töötajate ja tööliste kvalifikatsiooni tõstmine, kelle ülesandeks ongi kõige uue ja eesrindliku tootmisse juurutamine.

Autotranspordi tormiline areng Nõukogude Liidus, ekspluatatsiooni- ja remondiettevõtete kasv nõudsid tähelepanu suurendamist autode ekspluatatsiooni ja remondi tehnikute ja inseneride kaadri ettevalmistamise küsimustele.

1929. a. organiseeriti ОШКУМТ (Объединная школа и курсы местного транспорта) baasil Moskvasse autode ja teede tehnikum. Järgnevatel aastatel, alates aastast 1930, avati autode ja teede tehnikumid Gorkis, Rostovis, Sverdlovskis, Tambovis, Tomskis, Petrozavodskis ja reas teistes meie maa linnades.

Seega loodi meie maal spetsialiseeritud tehnikumide võrk, mis valmistavad ette mehaanika ala tehnikuid automajanditele ja autoremondiettevõtetele.

1928. a. loodi Moskvas transpordiinseneride instituudis esimene autode ja teede teaduskond. 1930. a. moodustati see teaduskond ümber Moskva autode ja teede instituudiks (МАДИ). Samuti loodi autode ja teede instituudid Leningradis, Saraatovis, Harkovis ja Omskis.

Esmakordselt loodi NSV Liidu autode ja maanteede instituutides autode tootmise ja remondi kateedrid. 1934. a. alates lasevad instituudid välja mehaanikainsenere — spetsialiste autoremondi alal.

Reas polütehnilistes instituutides on loodud mehaanikafakulteedid autotranspordi inseneride ettevalmistamiseks. Areneb ka teaduslik uurimistöö autode remondi ja ekspluatatsiooni küsimuste alal. On asutatud Autoasjanduse Teadusliku Uurimise Keskinstituut (ЦАНИИ), samuti Linnatranspordi Teadusliku Uurimise Instituut (НИИГТ) ja Autotranspordi Teadusliku Uurimise Keskinstituut (ЦНИИАТ) (nüüdne — Üleliiduline Autotranspordi Teadusliku Uurimise Instituut (ВНИИАТ)).

Õigesti organiseeritud autoremonditööstus meie maal aitab tunduvalt kokku hoida väärismetalli, vabastab varuosi tootvate autotehaste võimsused uute autode ehitamiseks ja võimaldab säästa riiklikke vahendeid.

AUTOREMONDIALASED ÜLDMÕISTED

Auto koosneb mitmest tuhandest detailist, milledest koostatakse allgrupid, sõlmed ja agregaadid.

Detailiks nimetatakse masina või auto osa, mis on valmistatud materjali ühest tükist, nagu näiteks kolb, kolvisõrm, kolvirõngas, hammasratas ja teised.

Detaile, milledest algab allgrupi, sõlme, abi- või peaagregaadi kokkumonteerimine, nimetatakse baasilisteks detailideks. Niisugusteks detailideks on näiteks silindriplokk, käigukasti karter, õlipumba kere ja teised.

Allgrupiks nimetatakse niisugust kahe või mitme detaili kogumit, mis täidab autos ühe detaili ülesannet («kokkupandud detail»), nagu näiteks tagurpidikäigu kokkupandud hammasratas (s. o. koos puksiga), kokkupandud keps (s. o. koos alumise pea kaanega), kokkupandud käändtelg (s. o. koos puksidega) ja teised.

Allgruppi, millest algab sõlme, abi- või peaagregaadi koostamine, nimetatakse baasiliseks allgrupiks.

Baasilisteks allgruppideks loetakse kokkupandud silindriplokki (s. o. koos raamlaagrite kaantega), õlipumba kokkupandud keret (s. o. koos puksidega).

Sõlmeks nimetatakse auto osa, mis kujutab endast teatud hulga detailide kogumit, sõltumatult detailide ühendamise viisidest ja meetoditest, nagu näiteks kolvi-kepsu grupp, väntvõlli grupp, käigukasti ülemine kaas ja teised.

Sõlme, millest algab agregaadi ja auto kokkumonteerimine, nimetatakse baasiliseks sõlmeks. Baasiliste sõlmede hulka kuulub näiteks auto raam.

Agregaat kujutab endast sõlmede, allgruppide ja detailide kogumit valmismehhanismina, mis täidab teatud kindlaid funktsioone.

Agregaadid jagunevad põhi- ja abiagregaatideks.

Põhiagregaatideks loetakse mootorit, käigukasti, tagasilda, esitelge ja rooliseadet. Abiagregaatide hulka kuuluvad veepump, õlipump jne.

Detailide valmistamine ja auto kokkumonteerimine toimub tööjooniste järgi ning vastavate tehniliste tingimuste kohaselt. Uus auto peab kõigi peamiste ekspluatatsiooniliste parameetrite poolest vastama sellekohase ГОСТ-i nõuetele.

Peamisteks ekspluatatsioonilisteks parameetriteks, mis iseloomustavad auto tehnilist seisukorda, tuleb lugeda:

1. Auto hoovõtmise aega kuni teatud kiiruse saavutamiseni, mis iseloomustab mootori võimsust ja auto teiste agregaatide tehnilist seisukorda.

2. Kütuse ja õli kulu, mis iseloomustab mootori töötamise ökonoomsust ja teiste agregaatide seisukorda.

3. Auto liikumistee pikkust inertsi mõjul (veeremist) — teatud kiiruselt kuni täieliku peatumiseni, mis iseloomustab hõõrdumiskadusid auto kõikides agregaatides peale mootori.

Ekspluatatsiooni kestel need parameetrid muutuvad — auto vananeb.

Aeg hoovõtmiseks kuni teatud kiiruse saavutamiseni pikeneb mootori võimsuse vähenemise ja kadude suurenemise tõttu auto teistes agregaatides. Kütuse ja eriti õli kulu kasvavad, mille tõttu halveneb auto ökonoomsus. Auto veeremismaa lüheneb. Nende ekspluatatsiooniliste parameetrite taastamiseks tuleb autot remontida pärast teatud kindla ekspluatatsiooniperioodi möödumist.

Autoremondiks nimetatakse tööde kompleksi, mis tagab auto peamiste ekspluatatsiooniliste parameetrite taastamise vastavaks remondi liigi kohta kinnitatud tehnilistele tingimustele.

Õigeaegsete remontidega võib autot hoida ekspluatatsioonis pikemat aega. Auto amortisatsiooniaeg (remontimisel agregaatmeetodil) arvutatakse tinglikult raami tööea järgi (või kandva kere järgi raamitu auto korral). Teiste sõnadega, autot ekspluateeritakse seni, kuni raam või kandev kere on sellises seisukorras, kus teda pole enam võimalik remontida.

Kui võtta arvesse meie maa tohutut autode arvu ja seda, et autode park täieneb aastast aastasse uute masinatega, siis on selge, millist kolossaalset remonttööde hulka nõuab niisugune autode park. See asjaolu põhjustas NSV Liidus uue majandusharu — autoremonditööstuse rajamise.

Autoremondi küsimustes ei tohi talitada oskamatult. On tarvis juhiseid ja aluseid, mis tagaksid autoremonditööstuse õige arengu. Niisugusteks alusteks on plaanilis-ennetava tehnilise teenindamise ja remontimise süsteem, remondi liigid ning autode remontimise meetodid. Seejuures tuleb autode remont viia uuele ja uusimale tehnikale ning rakendada eesrindlikku tehnoloogiat ja kõigi remonttööde laialdast mehhaniseerimist. See kõik peab tagama remonditud autode kõrge kvaliteedi ja nende remondi madala maksumuse.

1. Autode plaanilis-ennetava tehnilise teenindamise ja remontimise süsteem

Autodetailide mõõdetes tekib ekspluateerimise kestel rida kõrvalekaldumisi tööjoonistest ja detaili kohta kehtivatest tehnilistest tingimustest. Neid kõrvalekaldumisi nimetatakse defektideks, mis jagunevad nelja gruppi: 1) ekspluatatsiooni-, 2) tootmis-, 3) konstruktsiooni- ja 4) avariidefektid.

Autodetailide ekspluatatsioonidefektid jagunevad omakorda kolme allgruppi: a) defektid autodetailide loomulikust

kulumisest, b) auto ebaõigest juhtimisest tulenevad defektid ja c) auto ebaõigest tehnilisest teenindamisest tingitud defektid.

Loomulikust kulumisest põhjustatud defektid on auto vananedes paratamatud. Vaatamata auto korralikule juhtimisele ja tehnilisele teenindamisele ning õigeaegsele remondile, muutuvad auto läbijooksu suurenedes koostöötavate detailide vahelised pingud ja lõtkud. Auto vananedes kasvavad lõtkud näiteks niisuguste tähtsate detailide vahel, nagu kepsulaagrid ja väntvõllikaelad. Need koostöökohad on tüüpiliseks näiteks loomuliku kulumise paratamatuse kohta.

Koostöötavate detailide tööpindade kulumine tõuseb järsult auto ebaõige juhtimise ja tehnilise teenindamise ning mitteõigeaegse remondi tagajärjel. Näiteks kui autojuht koormab automootorit üle, siis suurenevad järsult kulumised niisugustes koostöökohtades, nagu väntvõllikaelad ja laagrid.

Detailide tööpindade loomulik kulumine suureneb nii mitteõigeaegse ja puuduliku õlitamise kui ka ebakvaliteetse õli kasutamise ning õli halva filtreerimise korral. Kui näiteks niisugust tähtsat koostöökohta, nagu käändtelg ja selle puksid, ei õlitata õigeaegselt, siis kasvab järsult nende detailide loomulik kulumine ja nad vajavad sagedamini remonti. Koostöökohtade mitteõigeaegne ja halb reguleerimine põhjustab samuti koostöötavate detailide loomuliku kulumise kasvu. Nii näiteks on automootori klappide mitteõigeaegse või lohaka reguleerimise tulemuseks alati nende detailide tööea järsk lühenemine.

Eeltoodust järeldub, et ekspluatatsioonidefektide grupp on küllalt suur ja selles on tavaliselt ülekaalus loomulikust kulumisest põhjustatud defektid.

Auto ekspluateerimisel ja remontimisel tuleb selle grupi defektid hoolikalt välja selgitada ja rakendada abinõusid nende vähendamiseks. Tavaliselt suurendavad niisugused abinõud auto tööiga järjekordse remondini tunduvalt.

T o o t m i s d e f e k t i d on auto tootmisel või remontimisel tehtud vigade tulemuseks. Kõige sagedamini põhjustavad neid defekte:

a) kõrvalekaldumised tööjoonistel antud mõõdetest, tolerantsidest ja tehnilistest tingimustest;

b) kõrvalekaldumised normaalsest tehnoloogiast detailide töötlemisel või remontimisel;

c) kõrvalekaldumised normaalsest tehnoloogiast auto kokkumonteerimisel.

Autosid valmistatakse seeriaviisilise ja massilise tootmise tehastes, mis on varustatud kaasaegsete seadmetega. Detailide töötlemise ja autode kokkumonteerimise tehnoloogiat kontrollitakse neis tehastes hoolikalt. Seepärast esineb uue auto juures tootmisdefekte võrdlemisi vähe.

Tootmisdefektiks tuleb näiteks lugeda käigukasti hammasrataste hammaste kiiret kulumist, kui need on puuduliku termilise

töötlemise tõttu pehmed. Sellised kulumised on tavaliselt põhjustatud tööjoonistel antud tehnilistest tingimustest mittekinnipidamisest.

Tootmisdefektide hulka kuuluvad ka koonuslaagrite ebaõige kokkumonteerimine ja reguleerimine, mille tulemuseks on tavaliselt kas laagri kiire kulumine või isegi selle üksikute osade purunemine.

Autode ekspluateerimisel ja remontimisel tuleb tootmisdefektid avastada ja võtta õigeaegselt tarvitusele abinõud nende kõrvaldamiseks. Sel teel toimub auto pidev tehnoloogiline täiustamine.

Konstruktsioonidefektide põhjusteks on auto konstrueerimisel konstruktori poolt tehtud vead. Need defektid esinevad kõige sagedamini siis, kui on määratud valesti a) detailide mõõted; b) detailide metall ja termiline töötlemine; c) koostöötavate osade tolerantsid, mille tulemuseks on ebaõiged pingud või lõtkud kokkumonteerimisel.

Kaasaegsed autod on konstruktiivselt küllaltki täiuslikud ja konstruktsioonidefekte esineb neis võrdlemisi vähe.

Konstruktsioonidefektide hulka kuulub näiteks ГАЗ-51 mootori kepsu asümmeetrilisus, mille tulemuseks on väntvõlli kepsukaelte suur kulumine.

Autol ЗИЛ-150 on võrdlemisi pikk kardaanvõll, mis nõuab tingimata tasakaalustamist. Auto ekspluateerimisel võll kaotab tasakaalu, mille tagajärjel nuutühendused kuluvad kiiresti ja kahjulikud vibratsioonid kanduvad kogu jõuülekandele.

Ekspluatatsiooni ja remondi käigus on tarvis konstruktsioonidefektid avastada ja õigeaegselt võtta kasutusele abinõud nende kõrvaldamiseks, täiustades sel teel süstemaatiliselt auto konstruktsiooni.

Avariidefektid võivad auto ekspluateerimisel esineda järgmistel põhjustel:

a) auto ebaõige ekspluateerimine, peamiselt ettevaatamatu juhtimine (vedrude murdumine, käigukasti hammasrataste hammaste murdumine, mootori laagrite sulamine jne.);

b) materjali väsimus, mis esineb peamiselt vahelduva koormusega detailide juures (vedrud, esiteljed, käändteljed, väntvõllid jne.);

c) auto juures esinevate ekspluatatsiooni-, tootmis- ja konstruktsioonidefektide mitteõigeaegne avastamine. Avariidefektide hulgas esineb see defektide liik kõige sagedamini.

Õigeaegselt avastatud ja kõrvaldatud vead ei saa areneda ega muutuda avariidefektideks. Seepärast on NSV Liidus rakendatud plaanilis-ennetav tehnilise teenindamise ja remontimise süsteem. Selle süsteemi sisuks on autode kohustuslikud tehnilised ülevaatused ja remondid vajaduse järgi.

Selle süsteemi kohaselt on kohustuslik teha tehnilist ülevaatust iga päev ja teatud hulga kilomeetrite läbisõidu järel. Tehniliste

ülevaatuste peamiseks ülesandeks on autode juures esinevate defektide õigeaegne avastamine ja kõrvaldamine.

Plaanilis-ennetava tehnilise teenindamise ja remontimise süsteemi range rakendamine loob automajandites eeldused laialdaseks sotsialistlikuks võistluseks autojuhtide vahel, autodetailide erikulumiste (s. o. detailide kulumine 1 km läbisõidu kohta) vähendamiseks ja remontidevaheliste läbisõitude suurendamiseks.

2. Autode remondi meetodid ja liigid

Autosid võib remontida individuaal- või agregaatmeetodil.

Individuaalmeetodil remontimisel agregaate (sõlmi) autode vahel ei vahetata. Remontimisel monteeritakse autole tagasi samad agregaadid, mis võeti maha. Auto jääb remonti nii kauaks, kuni kõik mahavõetud agregaadid on korda seatud ja tagasi monteeritud. Selle tulemusena viibib auto remondis pikemat aega, mis on individuaalmeetodil tehtava remondi peamiseks puuduseks ja muudab selle majanduslikult ebaotstarbekaks.

Agregaatmeetodil remontimisel vahetatakse autode vahel agregaate (sõlmi), välja arvatud raam või kandva konstruktsiooniga kere. Rikkis agregaadi asemele monteeritakse autole otsekohe varem remonditud korras agregaat nn. agregaatide vahetusfondist. Autolt mahavõetud rikkis agregaat läheb pärast remontimist agregaatide vahetusfondi. Agregaatmeetodi puhul on auto remondi aeg märksa lühem, mis ongi selle meetodi peamiseks eeliseks. See agregaatmeetodi eelis tõstab eelkõige autopargi tehnilise valmisoleku koefitsienti. Agregaatmeetod võimaldab ka autode ja üksikute agregaatide remontimist voolumeetodil, mis alandab remondi maksumust ja tõstab selle kvaliteeti ning suurendab seega remontidevahelisi läbijookse. Kõige eeltoodu tulemuseks on autode ekspluateerimise maksumuse alanemine. Sel põhjusel rakendatakse laialdaselt meie maal agregaatmeetodit peale autode ka rea teiste masinate remontimisel. Tuleb silmas pidada, et remont agregaatmeetodil on võimalik ainult siis, kui on olemas agregaatide vahetusfond.

Agregaatide (sõlmede) vahetusfond arvutatakse valemiga

$$x_a = [(t_a + t_T) - t_r] k_a n_a, \qquad (1)$$

kui remont toimub agregaatide remondi tehases, või valemiga

$$x_a = (t_a - t_r)\, k_a\, n_a, \qquad (2)$$

kui agregaate remonditakse samas tehases, kus toimub autode remont.

Neis valemeis on kasutatud järgmisi tähistusi:

x_a — vahetusagregaatide arv;

t_a — agregaadi remondi kestus tööpäevades (koostvõtmisest kuni katsetamiseni ja remondist vastuvõtmiseni);

t_T — aeg tööpäevades mahavõetud agregaadi transportimiseks remondiettevõttesse ja tagasi;

t_r — auto raami remondis viibimise aeg tööpäevades teatud agregaadi mahavõtmise ajast kuni selle uuesti monteerimiseni;

k_a — ühel autol olevate ühesuguste agregaatide arv;

n_a — remondiettevõtte poolt ühe tööpäeva kestel väljastatavate autode arv.

Agregaatide vahetusfondi määramise näited. Oletame, et autoremondiettevõtte jaoks, mis väljastab kaks autot päevas, on tarvis arvutada vahetusmootorite arv. Autoraami remondi kestus on kolm päeva ja mootori remondi kestus kuus päeva. Mootoreid remonditakse agregaatide remondi tehases ja mootori transportimiseks kulub kaks päeva.

Sel juhul on vajalik vahetusmootorite arv:

$$x_m = [(t_a + t_T) - t_r]\, k_a n_a = [(6 + 2) - 3] \cdot 1 \cdot 2 = 10.$$

Kui agregaatide remont toimuks samas ettevõttes, kus remonditakse autosid, siis võiks arvutada vahetusagregaatide arvu valemi (2) järgi. Sel juhul oleks vajalik vahetusmootorite arv mõnevõrra väiksem:

$$x_m = (t_a - t_r)\, k_a n_a = (6 - 3) \cdot 1 \cdot 2 = 6.$$

Analüüsides valemit (1) võime teha järgmised järeldused:

1) kui agregaadi remondi kestuse (t_a) ja selle transportimise aja (t_T) summa on suurem kui raami remondi kestus (t_r), s. o. kui $t_a + t_T > t_r$, siis on agregaatmeetodil teostatava remondi juures vahetusagregaadid tarvilikud;

2) kui $t_a + t_T \leqslant t_r$, siis pole agregaatmeetodil läbiviidava remondi juures vahetusagregaadid tarvilikud.

Eeltoodust nähtub, et autode remontimisel agregaatmeetodil peab vahetusfondis olema rohkem neid agregaate, milledel on suurem t_a muutumatute t_T ja t_r juures. Tuleb silmas pidada, et autode agregaatide remondiajad ei ole ühesugused ja seepärast peavad erinema ka nende vahetusfondid.

Autode remontimisel agregaatmeetodil omab erilist tähtsust agregaatide remondi organiseerimine. Agregaate võib samuti remontida kahel meetodil:

1. Detaile agregaatide vahel ei vahetata. See meetod pikendab agregaadi remondi aega. Kaasaegsetes remondiettevõtetes kasutatakse seda meetodit ainult individuaal-kapitaalremondil, kui remonditakse mitut marki ja erinevat tüüpi autosid individuaalmeetodil. See meetod leiab laialdast kasutamist autode keskmisel remondil, kui detailide vahetamine autode vahel lühendaks tunduvalt nende remontidevahelist tööiga.

2. **Agregaatide vahel vahetatakse peaaegu kõik detailid, välja arvatud need, mida ei saa vahetada tehnilistel põhjustel.** Selle meetodi kasutamisel agregaadi remondiaeg lüheneb tunduvalt — seega väheneb agregaatmeetodil ka remondiks vajalik vahetusagregaatide fond. Ühemargiliste ja ühte tüüpi autode kapitaalremontidel on niisugune agregaatide remontimise meetod majanduslikult väga kasulik.

Autode minimaalseid remondiaegu võib saavutada ainult agregaatmeetodil remontimisel. See meetod on järelikult kõige progressiivsem, sest ta tõstab tunduvalt autode kasutamise koefitsienti ja suurendab remontidevahelisi läbijookse.

3. Autode remondi liigid

Autode remondid jaotatakse järgmisse kolme liiki: jooksev, keskmine ja kapitaalremont.

Eespool märgiti, et iga, ka küllalt täiuslik ja õigesti valmistatud auto vananeb ekspluatatsiooni kestel ning ta detailid kuluvad.

Oletame, et autot ekspluateeritakse normaalselt. Juhil on küllaldaselt kogemusi, masinat hooldatakse hästi, s. t. plaanilis-ennetava süsteemi tehnilised ülevaatused ja remondid tehakse täpselt ning kõik remondid, millede vajadus ilmnes tehnilistel ülevaatustel, tehakse kvaliteetselt.

On ilmne, et ekspluatatsiooni algul esineb auto juures võrdlemisi vähe defekte ja nende kõrvaldamine on lihtne. Need defektid kõrvaldatakse kohustuslike tehniliste ülevaatuste juures jooksva remondi korras. Neid remonte ei saa siduda auto teatud läbisõiduga. Jooksva remondi tööde maht plaanitakse seepärast tavaliselt 1000 km läbisõidu kohta.

Vaatamata õigele ekspluateerimisele, heale hooldamisele ja kvaliteetsetele jooksvatele remontidele jätkub auto vananemine peamiselt loomulikkude kulumiste suurenemise tõttu detailide koostöökohtades. Sel perioodil avastatakse ka kulumise vastu kõige nõrgemad agregaadid (sõlmed). Kaasaegsetel autodel kuulub nõrkade agregaatide hulka mootor. Mootoris endas on kõige nõrgemateks detailideks kolvirõngad. Pärast teatud läbisõitu l_c ei ole need mitte ainult kulunud, vaid on kaotanud ka vetruvuse, mille tulemusel suureneb õli ja osaliselt ka kütuse kulu. Selle läbisõidu järel ilmnevad väntvõlli raamlaagri-kaela ja kepsulaagri koostöökohas suuremad kulumised, millega seoses tuleb vahetada laagriliuad.

Pärast eespool märgitud läbisõitu vajavad mootori klapid soveldamist. Põlemiskambrid, kolbide põhjad ja klapid nõuavad nõest puhastamist. Rida teisi mootori detaile nõuab tehnilist ülevaatamist ja vajalikku remonti.

Pärast nimetatud läbisõitu nõuab auto mootor seega keskmist ja rida teisi agregaate jooksvat remonti. Kokkuvõetult nimetatakse kõiki neid remondi tüüpoperatsioone auto keskmiseks

tüüpremondiks. Teades keskmiseks remondiks vajalikkude tüüpoperatsioonide loetelu ja normeerides neid plaaniliste normide järgi, võib määrata auto keskmise tüüpremondi mahu V_c normtundides.

Pärast kvaliteetset keskmist remonti jätkub auto vananemine edasisel ekspluateerimisel ja lõpuks, pärast läbisõitu l_k, saabub aeg, kus auto põhisõlm — raam või kandva konstruktsiooniga kere nõuab remonti. Koos raamiga on ka teised agregaadid jõudnud põhjalikumat remonti vajavasse seisukorda, mis nõuab agregaatide täielikku koostvõtmist. Pärast läbijooksu l_k nõuab raam tavaliselt ümberneetimist, mootor — silindrite puurimist ja hoonimist ning väntvõllikaelte lihvimist, sidur — friktsioonkatete ümberneetimist jne. Kokkuvõetult nimetatakse neid remondi tüüpoperatsioone tüüp-kapitaalremondiks. Kapitaalremondi operatsioonide loetelu kohaselt määratakse plaaniliste normide järgi auto tüüp-kapitaalremondi maht V_k normtundides.

Autode kolm tüüpremonti — jooksev, keskmine ja kapitaalne — on seega täiesti põhjendatud, lähtudes järgmistest alustest: a) autode detailide töötamisel esineb põhiliselt loomulik kulumine, b) autot ekspluateeritakse normaalselt, c) autot hooldatakse hästi ja d) autot remonditakse õigeaegselt ja kvaliteetselt.

Kaasaegsetes remondiettevõtetes remonditakse autosid agregaatmeetodil. Üksikute agregaatide remondile tuleb seepärast osutada erilist tähelepanu. Eeltoodust järeldub, et auto kõige keerukam agregaat — mootor — nõuab kolme tüüpremonti: jooksvat, keskmist ja kapitaalset. Keskmisel tüüpremondil (pärast läbisõitu l_c) on mootoril tarvis vahetada kolvirõngad, kepsulaagrite liuad, puhastada detailid nõest, soveldada klapid ja teha rida teisi remonttöid. Selle remondi juures võetakse mootor koost ainult osaliselt ning hästi sissetöötanud detaile teiste mootorite omadega ei vahetata. Teades mootori keskmiseks remondiks vajalike tööde loetelu ja normides neid töid plaaniliste normide järgi, võib määrata mootori keskmise tüüpremondi mahu V_{mc} normtundides.

Tüüp-kapitaalremondil mootor demonteeritakse täielikult ja enamik detaile vahetatakse. Teades mootori kapitaalremondiks vajalike tööde loetelu ja normeerides neid töid plaaniliste normide järgi, võib määrata mootori tüüp-kapitaalremondi mahu V_{mk} normtundides.

Autode teistele, lihtsamatele agregaatidele on ette nähtud ainult kaks tüüpremondi liiki — jooksev ja kapitaalne. Kapitaalremondil demonteeritakse agregaadid täielikult ja enamik detaile asendatakse remonditud detailidega.

Tegelikes töötingimustes ei ekspluateerita autot alati normaalselt, autojuhil ei ole igakord kogemusi, samuti pole ka tehniline teenindamine alati normaalne. Seepärast esineb nähe,

et tegelike remontide mahud on tüüpremontide mahtudest suuremad.

Remondiettevõttes on tarvis määrata remontide tegelikud mahud. Selle tagamiseks vaadatakse remonti saabunud auto kvalifitseeritud tehniku poolt üle, kes tehtud ülevaatuse alusel koostab vajalike remonttööde loetelu. Need remonttööd hinnatakse samade normide järgi, millede alusel määrati tüüpremontide mahud. Tulemuseks saadakse remondi tegelik maht normtundides.

Oletame, et remondi tegelikuks mahuks saime W normtundi. Seda remondi tegelikku mahtu on tarvis võrrelda tüüpremontide mahtudega. Võrdlemisel võib esineda kolm erijuhtu:

1. juht — kui $W < V_c$, siis tuleb auto remont alati lugeda jooksvaks remondiks.

2. juht — kui $W \geqslant V_c < V_k$, siis nõuab auto keskmist remonti, kusjuures remondi maht on W_c normtundi, millele vastab läbisõit L_c km. Keskmiste tüüpremontide arv on sel juhul:

$$W_c : V_c = n_c,$$

kus $n_c \geqslant 1$.

3. juht — kui $W \geqslant V_k$, siis nõuab auto kapitaalremonti, kusjuures selle remondi maht on W_k normtundi, millele vastab läbisõit L_k km. Tüüp-kapitaalremontide arv on sel juhul

$$W_k : V_k = n_k,$$

kus $n_k \geqslant 1$.

Seega kuuluvad kõik tegelikud remondid töömahuga kuni V_c jooksvate remontide hulka. Tegelikud remondid, millede töömahud on V_c ja V_k vahel, kuuluvad keskmiste remontide hulka ja tegelikud remondid, millede töömaht on võrdne või suurem kui V_k, on kapitaalremondid.

Eeltoodust võib teha järgmised järeldused:

1. Individuaalmeetodit tuleb peamiselt kasutada erinevat marki ja eri tüüpi autode remontimisel.

2. Agregaatmeetodil remontimist tuleb peamiselt kasutada ühemargiliste ja ühte tüüpi autode korral, kui on olemas agregaatide vahetusfond.

3. Agregaatmeetodil remontimisel on auto remondis viibimise kestus minimaalne.

4. Autodel ja mootoritel peab olema kolm remondiliiki: jooksev, keskmine ja kapitaalremont.

5. Autode agregaatidel, välja arvatud mootorid, peab olema kaks remondiliiki: jooksev ja kapitaalremont.

6. Autode ja agregaatide remontide tüüp-liigid võimaldavad tegelikke remonte kanda ühte või teise remondiliiki.

TEINE JAGU

AUTODE REMONDI TEHNOLOOGIA

1. PEATÜKK

TEHNOLOOGILISTE PROTSESSIDE SKEEMID

Autode remont jaguneb reaks tehnoloogilisteks operatsioonideks. Kindlas järjestuses täidetud operatsioonide kogusumma moodustab remondi tehnoloogilise protsessi.

On arusaadav, et sõltuvalt remondi mahust, meetodist ja tehnilistest tingimustest on igal remondi liigil oma erinev tehnoloogiline protsess.

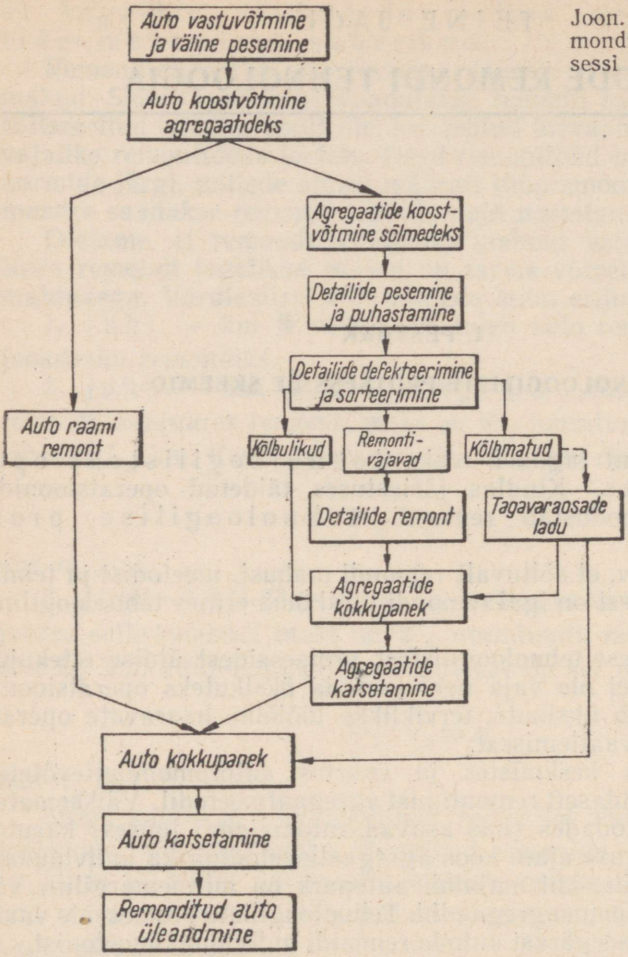
Mitmesugustest tehnoloogilistest protsessidest üldise ettekujutuse saamiseks ei ole vaja neid jaotada üksikuteks operatsioonideks, vaid piisab üksikute, terviklikke töölõike haaravate operatsioonigruppide vaatlemisest.

Kaasaegsetes keskmistes ja suurtes autoremondiettevõtetes kasutatakse laialdaselt remontimist agregaatmeetodil. Väiksemates autoremonditöökodades (mis asuvad automajandi juures) kasutatakse kuni praeguse ajani koos agregaatmeetodiga ka individuaalmeetodit, eriti siis, kui majandi autopark on mitmemargiline või kui puuduvad vahetusagregaadid. Tehnoloogiliste protsesside vaatlemist alustame seepärast autode remondi individuaalmeetodist.

Joonisel 1 on skemaatiliselt näidatud auto kapitaalremondi tehnoloogiline protsess individuaalmeetodil. Pärast remonti vastuvõtmist pestakse auto väliselt ja demonteeritakse agregaatideks. Mahavõetud agregaadid ja sõlmed demonteeritakse detailideks ning puhastatakse ja pestakse. Puhtad detailid defekteeritakse ja sorteeritakse kõlblikkudeks, remontivajavateks ning kõlbmatuteks. Kõlblikud detailid suunatakse komplekteerimislattu. Remontivajavad detailid suunatakse tsehhidesse, kus nad remonditakse ja saadetakse komplekteerimislattu. Kõlbmatute detailide asemele tuuakse varudetailide laost uued.

Kui kõik detailid on valitud, siis monteeritakse agregaat kokku ja katsetatakse.

Proovimise järel suunatakse agregaadid auto kokkumonteerimise töökohale. Auto raam remonditakse sel ajal, kui toimub agregaatide koostvõtmine ja kokkupanek.



Joon. 1. Auto kapitaalremondi tehnoloogilise protsessi skeem individuaalmeetodi puhul

Agregaatidest, sõlmedest ja detailidest kokkumonteeritud autot proovitakse, kõrvaldatakse leitud defektid ja korras auto antakse üle tellijale.

Individuaalmeetodil teostataval remondil koostatakse agregaadid sama auto detailidest. Agregaatide remont venib tavaliselt pikale ja remonditud raam peab agregaate ootama. Auto seisab seepärast remondis kaua.

Joonisel 2 on toodud skeem auto kapitaalremondi tehnoloogiast agregaatmeetodil. Remonti võetud ja väliselt pestud auto demonteeritakse agregaatideks. Auto raam remonditakse. Seejärel monteeritakse auto kokku vahetusagregaatide ja -detailide (vahetusagregaatide) laost saadud valmisagregaatidest, sõlmedest ning detailidest.

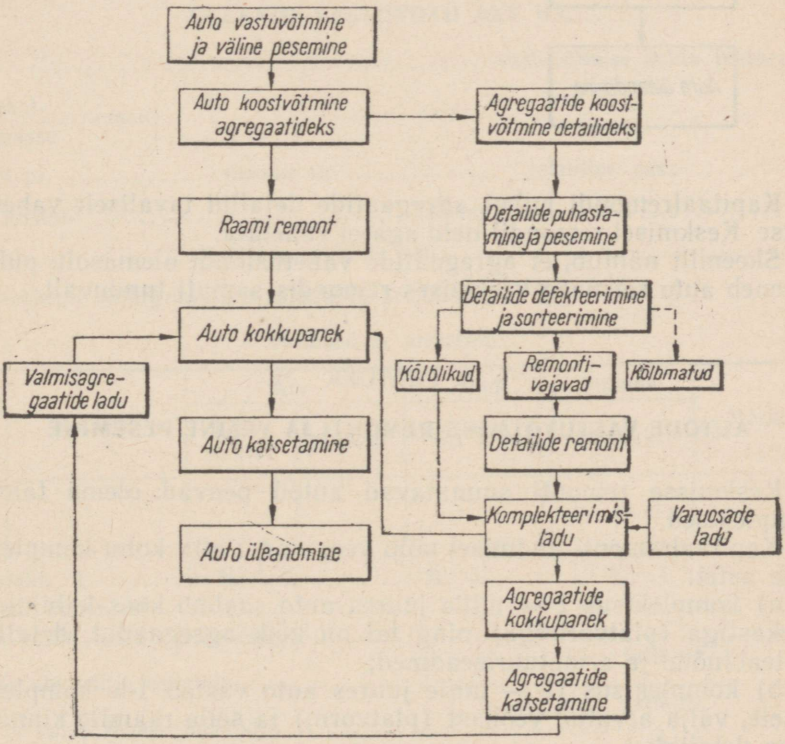
Skeemilt nähtub, et vahetusagregaatide olemasolu puhul võib auto koostvõtmisele järgneda kohe kokkumonteerimine.

Kokkumonteeritud autot proovitakse, kõrvaldatakse avastatud defektid ja korras auto antakse tellijale üle.

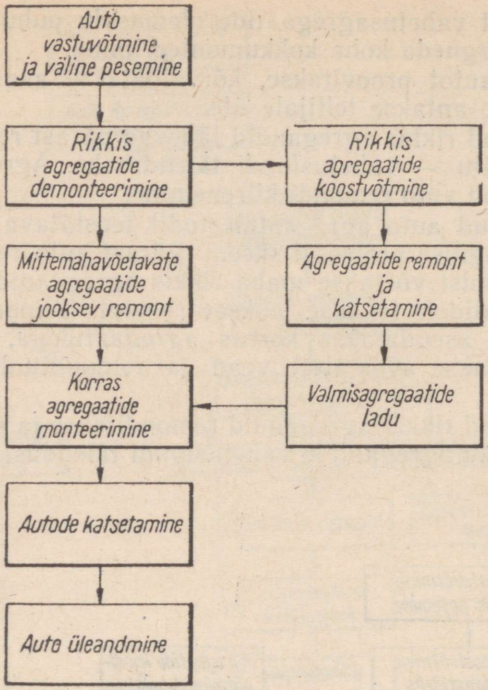
Autolt demonteeritud rikkis agregaadid lähevad pärast remonti vahetusagregaatide lattu — vahetusfondi täienduseks. Agregaatmeetodi iseärasuseks on auto remondi kiirenemine.

Joonisel 3 on toodud auto agregaatmeetodil teostatava keskmise remondi tehnoloogilise protsessi skeem. Pärast auto remonti võtmist ja välist pesemist võetakse maha rikkis agregaadid ning autole jäänud agregaatidele tehakse jooksev remont. Demonteeritud rikkis agregaadid asendatakse korras agregaatidega, autot proovitakse, kõrvaldatakse avastatud vead ja remonditud auto antakse üle tellijale.

Autolt demonteeritud rikkis agregaadid remonditakse ja suunatakse vahetusosade lattu agregaatide vahetusfondi täienduseks.



Joon. 2. Auto kapitaalremondi tehnoloogilise protsessi skeem agregaatmeetodi puhul



Joon. 3. Auto keskmise remondi tehnoloogilise protsessi skeem agregaatmeetodi puhul

Kapitaalremondi puhul agregaatide detailid tavaliselt vahetatakse. Keskmisel remondil neid aga ei vahetata.

Skeemilt nähtub, et agregaatide vahetusfondi olemasolu puhul lüheneb auto seisuaeg keskmises remondis samuti tunduvalt.

2. PEATÜKK

AUTODE VASTUVÕTMINE REMONTI JA VÄLINE PESEMINE

Keskmisse remonti suunatavad autod peavad olema täiesti komplektsed.

Kapitaalremonti andmisel võib veoautodel olla kolm komplektsuse astet:

a) komplektsus I — mille juures auto saabub koos kabiini ja veokastiga (platvormiga) ning tal on kõik agregaadid, detailid, näiteabinõud ja armatuuriseadmed;

b) komplektsus II — mille juures auto vastab I-le komplektsusele, välja arvatud veokast (platvorm) ja selle raamile kinnitamise detailid;

c) komplektsus III — mille juures autol puuduvad kabiin ja veokast (platvorm).

Sõiduautod antakse kapitaalremonti ainult komplektsuses I.

Auto vastuvõtmine keskmisse või kapitaalremonti toimub remondiettevõtte tehnilise kontrolli osakonna vastuvõtja poolt.

Remonti antava auto tehnilise ülevaatuse teostab vastuvõtja autode remonti andmise kohta kehtivate tehniliste tingimuste kohaselt. Kui auto tehnilisel ülevaatusel tekib vastuvõtjal kahtlus kõikide detailide olemasolus, on tal õigus nõuda tellijalt üksikute agregaatide lahtivõtmist.

Kui auto pole täielikult komplekteeritud, võib vastuvõtja keelduda seda remonti võtmast.

Tehnilise ülevaatuse alusel koostab vastuvõtja üleande-vastuvõtu akti neljas eksemplaris, kuhu kirjutavad alla auto üleandja (tellija) ja vastuvõtja.

Allpool on toodud ühes autoremonditehases kasutatav üleande-vastuvõtu akti vorm.

..... ministeeriumi

plaani järgi «....» ..... 196.. a.

ÜLEANDE-VASTUVÕTU AKT NR. .....

Auto ..... vastuvõtmise kohta tehasesse

kapitaal-/keskmisse remonti

šassii nr. ..... mootor nr. ..... tehniline pass .....

mis kuulub ..... aadress .....

telefon nr. ..... tellija esindaja sm. .....

juuresolekul alljärgnevate seadmete ja armatuuriga.

Seadmed ja armatuur

Nr.	Nimetus	Arv		Hind	Summa	Märkus
		kõlbmatu	puudub	rbl. kop.	rbl. kop.	

Kummid: 1. ..... %; 2. ..... %; 3. ..... %; 4. ..... %.

Kokku kummisid .....

Auto võttis vastu tehase tehnik .....
(allkiri)

Andis üle tellija esindaja .....
(allkiri)

Võttis vastu tehase laohoidja .....
(allkiri)

Auto võttis remonti vastu demontaažitsehhi ülem .....
(allkiri)

Akti üks eksemplar antakse tellijale, teine jääb autoremondiettevõtte toimikusse, kolmas — raamatupidamisse ja neljas — tsehhidesse.

Pärast vastuvõtmist läheb auto remondifondi (remonditavate esemete) lattu, kuni ta suunatakse remondiks vastavatesse tsehhidesse.

Kapitaalremondi puhul pukseeritakse auto remondifondi laost kuni konveierketini vedurauto (või auto) abil. Konveierkett on monteeritud pesemis-demonteerimistsehhi ruumi põrandas olevasse erilisse kanalisse ning ulatub välja tehase õuele. Konveierketi, mille kiirus on 0,15—0,3 m/min, paneb liikuma elektrimootor reduktori kaudu.

Auto esisild ühendatakse ketiga erilise haaraja abil ja läbi avatud värava tõmmatakse auto demontaažitsehhi. Talvel, et vältida tsehhiruumi jahenemist, lülitatakse automaatselt üheaegselt värava avamisega töösse õhkkardin. Auto transporditakse esimesele töökohale, kus talt võetakse maha platvorm ja kabiin. Seejärel saadetakse šassii (telik) välise pesemise ruumi.

Autot pestakse enne koostvõtmist väliselt, selleks et vältida demontaažitsehhi reostamist ja kergendada auto koostvõtmist.

Enne auto välist pesemist tuleb tingimata välja lasta õli tema põhiagregaatidest ja pärast seda agregaadid läbi aurutada. Õli väljaaurutamine toimub madalrõhuauruga.

Sõltuvalt autoremondiettevõtte tootmisvõimsusest võidakse autosid väliselt pesta järgmistel viisidel:

1) pesemiskambris;

2) vooliku abil kõrgsurve-veejoaga (18—22 kg/cm²) või madalsurve-veejoaga (1,5—2,0 kg/cm²).

Kambris pesemise korral (joonis 4) suunatakse auto šassii põranda tasemel olevas rennis liikuva konveierketi *5* abil kambrisse *1*. Kambri *1* kummalgi küljel on presentkate. Kambris pestakse autot vee ja 1—2%-lise kuuma seebikivilahusega. Auruga paagis *2* temperatuurini 60—80° C kuumendatud lahus suunatakse tsentrifugaalpumba *3* abil pesemiskambri torustikku rõhul 6,5 kg/cm². Pump käitatakse elektrimootorilt.

Torustiku *4* olevate otsikute kaudu suunduvad lahuse joad kambris olevale autole ülalt, külgedelt ja alt ning pesevad selle puhtaks. Kambri kummaski otsas asetseb ventilatsioonikumm *6*. Pestud auto tõmmatakse konveierketiga pesemiskambrist välja ja suunatakse koostvõtmisele.

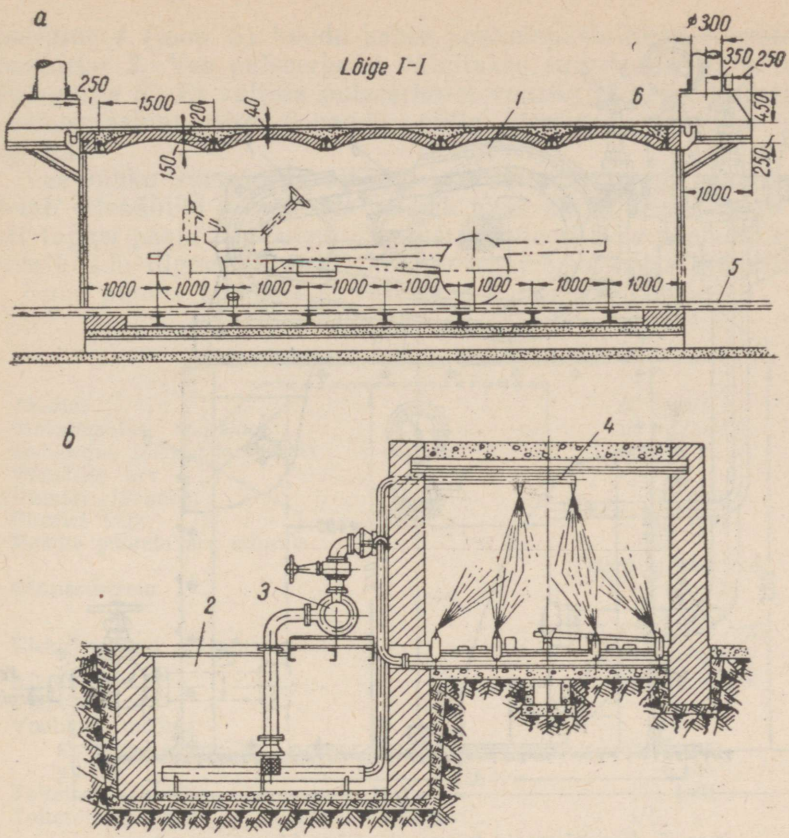
Pesemiskambri kasutamisel on järgmised eelised:

1) pesemise kvaliteet on küllalt hea;

2) ajakulu on pesemisel väike;

3) ei ole tarvis töölisi-pesijaid, sest pesemiskambrit juhib üksainus masinist.

Pesemiskambri ehitus on võrdlemisi kallis ja õigustab end ainult suurtes autoremondiettevõtetes.

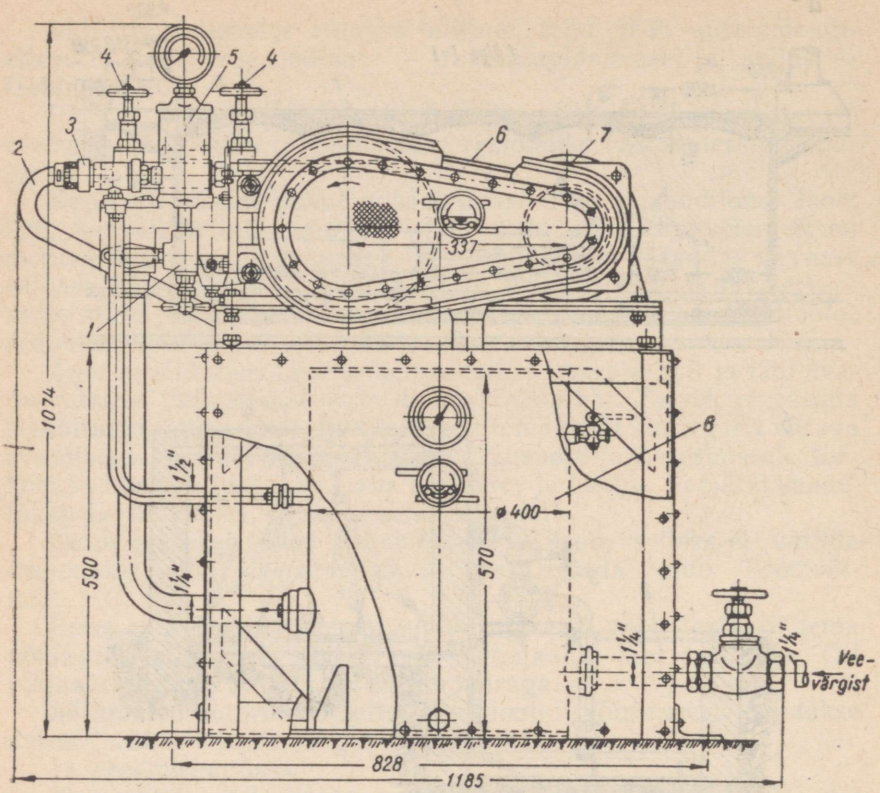


Joon. 4. Pesemiskamber auto väliseks pesemiseks:
a — pikilõige; *b* — ristlõige

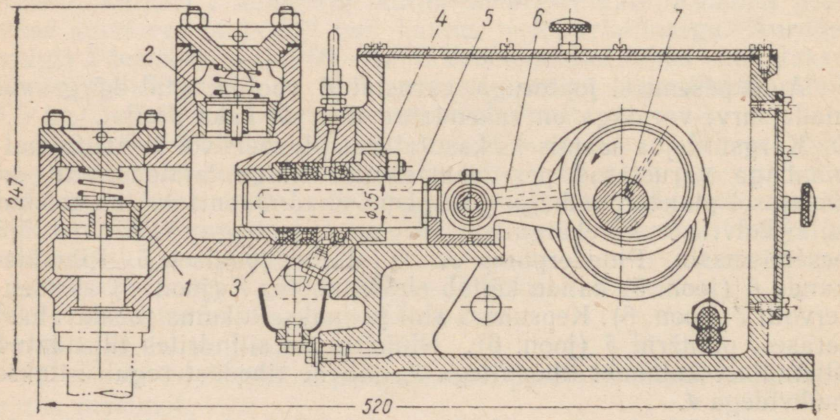
Auto pesemisel joatoruga varustatud vooliku abil kõrg- või madalsurve-veejoaga on rakendatud üks või kaks pesijat.

Kõrgsurvejoa saamiseks kasutatakse plunžer- või tsentrifugaalpumbaga varustatud pesemismasinaid. Kõige laialdasemalt on kasutusel plunžerpumbaga pesemismasinad. Joonisel 5 on toodud kolmekolvilise kiirekäigulise kõrgsurvepumbaga «ГАРО»-tüüpi pesemismasin. Plunžerpump on kujutatud joonisel 6. Rihmülekande *6* (joon. 5) kaudu käitab elektrimootor *7* (joon. 5) ekstsentervõlli *7* (joon. 6). Kepsude *6* abil pannakse liikuma roostevabast terasest plunžrid *5* (joon. 6). Plunžrid on silindrites tihendatud õlikindlast kummist tihenditega *3*, millede tihedust reguleeritakse muhvidega *4*.

Plunžri liikudes paremale suundub vesi sisselaskeklapi *1* kaudu pumba silindrisse. Plunžri tagasi liikudes suundub vesi klapi *2* ja



Joon. 5. Pesemismasin kolme plunžriga kõrgrõhupumbaga



Joon. 6. Pesemismasina plunžerpumba pikilõige

ventiilide *4* (joon. 5) kaudu kahte pesemispüstolitega varustatud voolikusse *2*. Vee pulseerimist välditakse survetorule paigutatud õhukupliga *5*. Et vältida pulseerimist veemagistraalis, toidetakse pesemismasinat paagi *8* kaudu, mille ülemine osa töötab õhukuplina.

Vee rõhku survetorus mõõdetakse manomeetriga. Kui surve ületab ettenähtud normi, siis hakkab tööle klapp *3*, mis laseb osa vett tagasi paaki *8*. Masina jõudlust reguleeritakse nõelklapiga *1*, mille kaudu liigne vesi juhitakse survekambrist imemiskambrisse.

Enne pumba käivitamist valatakse imitorusse vett.

Pesemismasina lühike karakteristika

Jõudlus	60 l/min
Maksimaalne töörõhk	22 kg/cm²
Imikõrgus (sissevalamisega)	kuni 3 m
Plunžrite arv	3
Plunžri läbimõõt	35 mm
Plunžri käik	32 mm
Pumba pöörete arv minutis	725
Õlitussüsteem	tsentraliseeritud, hammasratas-pumbaga
Elektrimootori võimsus	3,2 kW 127/220 või 220/280 V
Ajami tüüp	kiilrihmad (3 tk.)
Voolikute arv	2
Voolikute mõõted:	
sisemine läbimõõt	15 mm
pikkus	6 m
Toitetoru läbimõõt	1¼ tolli
Toitetoru läbimõõt vee võtmisel veekogust	1½ „

Joonisel 7 on kujutatud teisaldatav tsentrifugaalpumbaga pesemisseadis mudel 149.

Pesemisseadise lühike karakteristika

Tootlikkus	75—80 l/min
Pumba pöörete arv minutis	1440
Maksimaalne imemiskõrgus	6 m
Gabariitmõõted	1596 × 660 × 1013 mm

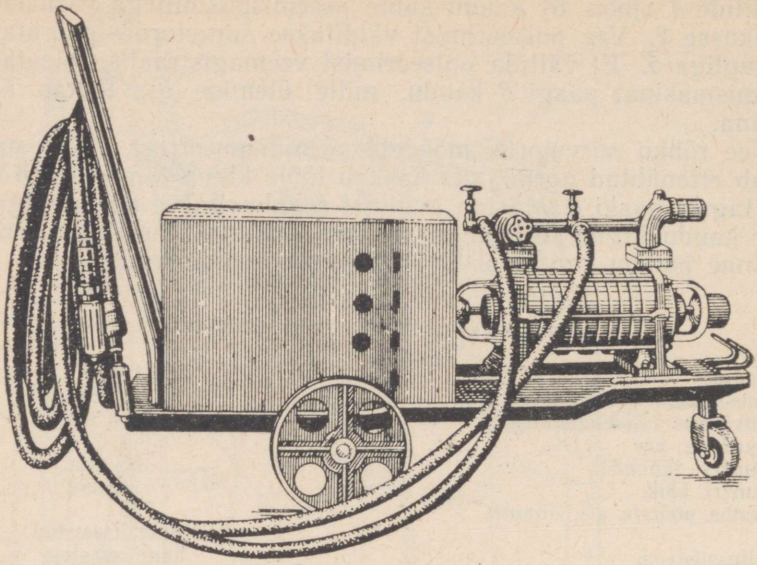
Pesemispüstolite (joon. 8) abil võib saada kahte liiki joa — koond- või lehvikjoa. Veejuga reguleeritakse püstoli käepidet pöörates.

Vooliku abil kõrgsurvejoaga pesemise eelisteks on:

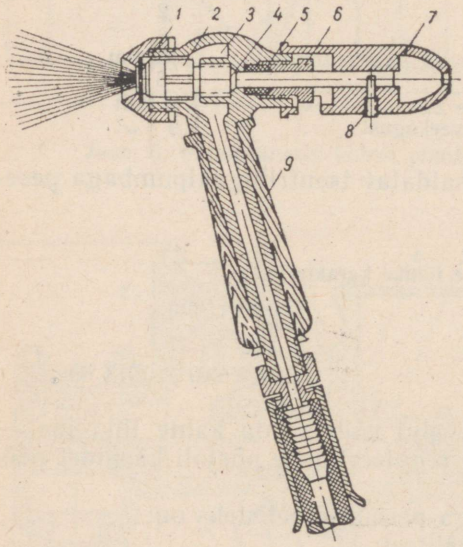
1) auto pesemise kõrge kvaliteet;
2) minimaalne veekulu pesemisel;
3) pesemisseadme märksa madalam maksumus, võrreldes pesemiskambriga.

Selle pesemisviisi puudusteks on:

1) märksa suurem ajakulu kui kambris pesemisel;



Joon. 7. Tsentrifugaalpumbaga pesemisseadme mudel 149 üldvaade.



Joon. 8. Pesemispüstol:
1 — plaat; 2 — joa reguleerimiskork; 3 — korgi kamber; 4 — korgi varras; 5 — tihend; 6 — tihendi mutter; 7 — reguleerimiskäepide; 8 — kruvi; 9 — püstoli käepide

2) eritööliste-pesijate vajadus.

Vooliku abil madalsurvejoaga pestes (linna veevärgis on rõhk tavaliselt 1,5—2,0 kg/cm²) kulutatakse väga palju vett ja pesemise kvaliteet on madalam kui pesemisel kõrgsurvejoaga.

Pärast välist pesemist suunatakse auto koostvõtmisele.

3. PEATÜKK

AUTO DEMONTEERIMINE AGREGAATIDEKS JA AGREGAATIDE KOOSTVÕTMINE DETAILIDEKS

Keskmisel remondil võetakse autolt maha ainult rikkis agregaadid. Kapitaalremondi puhul demonteeritakse auto täielikult. Demontaažitsehhi viiakse remonditav auto puksiirautoga (veduriautoga) või, enamikul juhtudel, konveierketi abil.

Kui auto vajab ainult osalist koostvõtmist, siis tehakse seda paiksal meetodil. Auto täielikku demontaaži võib teostada paiksalt ja voolumeetodil. Paiksal koostvõtmisel demonteeritakse auto algusest lõpuni ühel ja samal töökohal. Voolumeetodil koostvõtmisel (tavaliselt ei liigu vooluliin pidevalt) demonteeritakse auto järkjärgult demontaažiliini mitmel töökohal.

Piiratud remondiprogrammiga ettevõtetes demonteeritakse autolt agregaate paiksalt, autoremonditehastes tehakse seda tavaliselt voolumeetodil.

Auto ja selle agregaatide koostvõtmist paiksal meetodil võib teha kahel viisil: 1) autot ja agregaate võtab koost üks ja sama brigaad, 2) üks brigaad demonteerib auto agregaatideks ja teine võtab autolt mahavõetud agregaadid koost. Töö organiseerimise esimene variant on ratsionaalsem väikese tootmisvõimsusega ettevõtetes.

Auto täielikul või osalisel demonteerimisel ja agregaatide koostvõtmisel tuleb osutada erilist tähelepanu tehnoloogiliste operatsioonide järjestusele. Demontaažtöödeks koostatakse seepärast *tehnoloogilised kaardid*, milledel on tavaliselt järgmimised lahtrid:

1) operatsioonide järjekorranumbrid;
2) operatsioonide sisu vihjetega autolt või agregaadilt mahavõetavate detailide nimetustele ja nomenklatuurnumbritele;
3) seadmed, abinõud ja tööriistad;
4) operatsioonide tööajad inimtundides.

Peale eeltoodu näidatakse tavaliselt tehnoloogilises kaardis brigaadi kuuluvate tööliste eriala ja kategooria. Demontaažtööde tehnoloogilisi kaarte illustreeritakse mõnikord skitsidega, milledel mahavõetavad detailid on märgitud nomenklatuurnumbritega.

Demontaažtööd on kõige keerukamad auto osalisel koostvõtmisel keskmise remondi puhul, kui võetakse maha üks või kaks agregaati, teisi demonteerimata.

Auto või agregaadi paiksa koostvõtmise puhul koostatakse tehnoloogiline kaart iga töökoha jaoks.

Auto demonteerimisel voolumeetodil koostatakse tehnoloogilised kaardid demontaažiliini üksikutele tööpostidele. Niisuguseid

tehnoloogilisi kaarte nimetatakse tööpostide tehnoloogilisteks kaartideks.

Auto või selle agregaatide paiksal koostvõtmisel määratakse demontaažitsehhi töökohtade arv x järgmise valemiga:

$$x = \frac{t\,N}{T_t y m},$$

kus t — auto või agregaadi koostvõtmise ajanorm inimtundides (võetakse tehnoloogiliselt kaardilt);

N — aasta kestel koostvõetavate autode või agregaatide arv (aasta tootmisprogramm);

T_t — ühe töölise aastane tööaja-fond inimtundides ühes vahetuses;

y — vahetuste arv;

m — auto või selle agregaatide koostvõtmisel üheaegselt töötavate tööliste arv.

Valemist nähtub, et töökohtade arv on seda väiksem, mida väiksem on koostvõtmise ajanorm t ja mida suurem on üheaegselt töötavate tööliste arv m.

Koostvõtmise ajanorm sõltub suurel määral töökoha organiseerimisest, s. t. selle varustamisest vajalike seadmete, abinõude ja tööriistadega, ning samuti tööliste kvalifikatsioonist. Erilist tähelepanu tuleb pöörata demontaažtööde mehhaniseerimisele.

Tööliste arvu suurendamine töökohal on võimalik ainult teatud kindla piirini, mille määrab töökohal igale töölisele vajalik liikumisvabadus.

Auto koostvõtmise vooluliini (peatustega vooluliini) arvutus toimub järgmiselt:

1. Määratakse auto koostvõtmise takt

$$\tau_p = \frac{T_p \cdot y}{N},$$

kus T_p — vooluliini ühe tööposti aastane ajafond ühes vahetuses.

2. Auto koostvõtmise kogu tehnoloogiline protsess jaotatakse vooluliini tööpostide vahel. Igale tööpostile koostatakse tehnoloogiline kaart. Nende kaartide järgi määratakse igale tööpostile vajalik tööaeg t inimtundides ja tööliste arv m igal tööpostil.

3. Määratakse auto koostvõtmise osataktid igal tööpostil:

$$1.\ \text{tööpost} — \tau_1 = \frac{t_1}{m_1};$$

$$2.\ \text{tööpost} — \tau_2 = \frac{t_2}{m_2};$$

3. tööpost — $\tau_3 = \frac{t_3}{m_3}$;

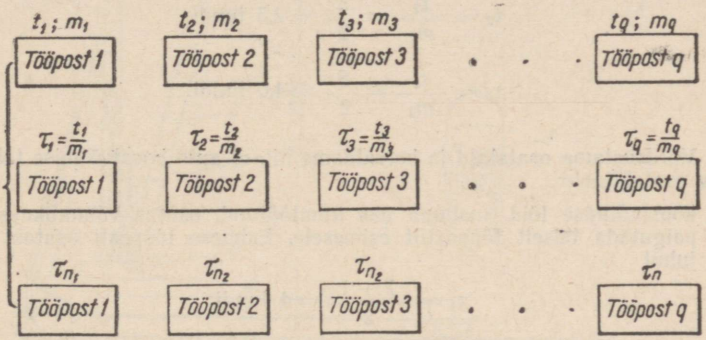
. . . . . .

q tööpost — $\tau_q = \frac{t_q}{m_q}$,

kus $\tau_1, \tau_2, \tau_3 \ldots \tau_q$ — koostvõtmise osataktid esimesel, teisel jne. tööpostil;

$t_1, t_2, t_3 \ldots t_q$ — esimesel, teisel jne. tööpostil tehtavate tööde ajanorm inimtundides;

$m_1, m_2, m_3 \ldots m_q$ — esimesel, teisel jne. tööpostil üheaegselt töötavate tööliste arv.



Joon. 9. Auto demontaaži vooluliinide skeem

4. Saadud osataktid võrdsustatakse ja korraldatakse nii, et koostvõtmise takt oleks osataktidele jagatav. See on tarvilik vooluliini pideva liikumise säilitamiseks. Osataktide võrdsustamine saavutatakse üksikute tööde ümberpaigutamise teel ühelt tööpostilt teisele ja tööliste arvu muutmisega tööpostidel. Mõnikord võib osutuda tarvilikuks muuta esialgselt kavandatud tööpostide arvu. Nende toimingute tulemusena saavutatakse kõikidel tööpostidel ligikaudselt ühesugune, koostvõtmise taktile taandatud osatakt τ_n.

5. Teades taandatud osatakti τ_n ja auto koostvõtmise takti τ_p, määratakse vajalik demontaažiliinide arv

$$i_p = \tau_n : \tau_p.$$

6. Vooluliini tööpostide x_p üldine arv

$$x_p = i_p \cdot q,$$

kus q — tööpostide arv igal liinil.

Auto koostvõtmise katkelise liikumisega vooluliini arvutamise näide. Tehase programm on 1200 auto kapitaalremonti aastas. Aasta tööpäevade arv on 307, tööpäeva pikkus 8 t., töö toimub ühes vahetuses.

Esialgselt projekteeritud tehnoloogilise protsessi kohaselt leiti olevat ratsionaalne korraldada auto koostvõtmine agregaatideks kolmel tööpostil. Neil tööpostidel olid auto koostvõtmise normajad vastavalt 7, 5 ja 8 inimtöötundi ning üheaegselt töötavate tööliste arv 2, 2 ja 2 töölist.

Lahendus.

1. Määrame auto koostvõtmise takti:

$$\tau_p = \frac{T_p \cdot y}{N} = \frac{307 \cdot 8 \cdot 1}{1200} \approx 2 \text{ tundi.}$$

2. Määrame osataktid igal tööpostil:

$$\tau_1 = \frac{t_1}{m_1} = \frac{7}{2} = 3{,}5 \text{ tundi.}$$

$$\tau_2 = \frac{t_2}{m_2} = \frac{5}{2} = 2{,}5 \text{ tundi.}$$

$$\tau_3 = \frac{t_3}{m_3} = \frac{8}{2} = 4{,}0 \text{ tundi.}$$

3. Võrdsustame osataktid ja korraldame nii, et auto koostvõtmise takt oleks jagatav osataktidele:

a) koostvõtmise töid, mahuga üks inimtöötund, osutus võimalikuks ümber paigutada teiselt tööpostilt esimesele. Esimese tööposti osatakt on sel juhul

$$\tau_1 = \frac{7+1}{2} = 4 \text{ tundi;}$$

b) teisel tööpostil oli võimalik vähendada tööliste arvu ühe võrra. Sellel tööpostil on seega osatakt

$$\tau_2 = \frac{5-1}{1} = 4 \text{ tundi;}$$

c) kolmandal tööpostil muudatusi ei tehta, sest osatakt

$$\tau_3 = \frac{8}{2} = 4 \text{ tundi.}$$

Seega taandatud osatakt $\tau_n = 4$ tundi.

4. Demontaažiliinide arvuks saame:

$$i_p = \frac{\tau_n}{\tau_p} = \frac{4{,}0}{2{,}0} = 2 \text{ liini.}$$

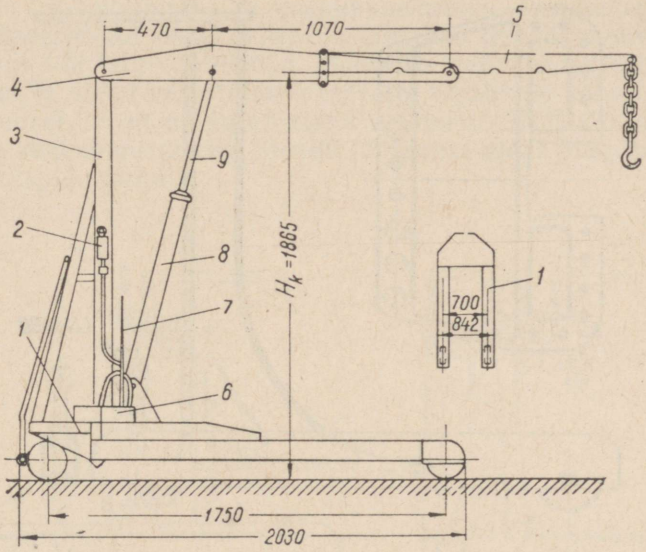
5. Auto demontaažiliini tööpostide arv x_p on:

$$x_p = i_p \cdot q = 2 \cdot 3 = 6 \text{ tööposti.}$$

Pärast autolt mahavõtmist tuleb agregaadid transportida nende välise pesemise kohale (või kambrisse) ning seejärel lahtivõtmise kohale.

Kaasaegsetes remondiettevõtetes kasutatakse selleks otstarbeks järgmisi tõste- ja transpordiseadmeid: a) liikuvaid kraanasid, b) monorelsse ja c) talakraanasid.

Joonisel 10 on kujutatud hüdraulilise liikuva konsoolkraana skeem. Selle maksimaalne tõstejõud on 1000 kg, kui noole pikkus on 1540 mm. Kergemate (150—400 kg) raskuste tõstmisel kasutatakse pikendajat *5*, mis võimaldab noole ulatust suurendada kuni 2570 mm.

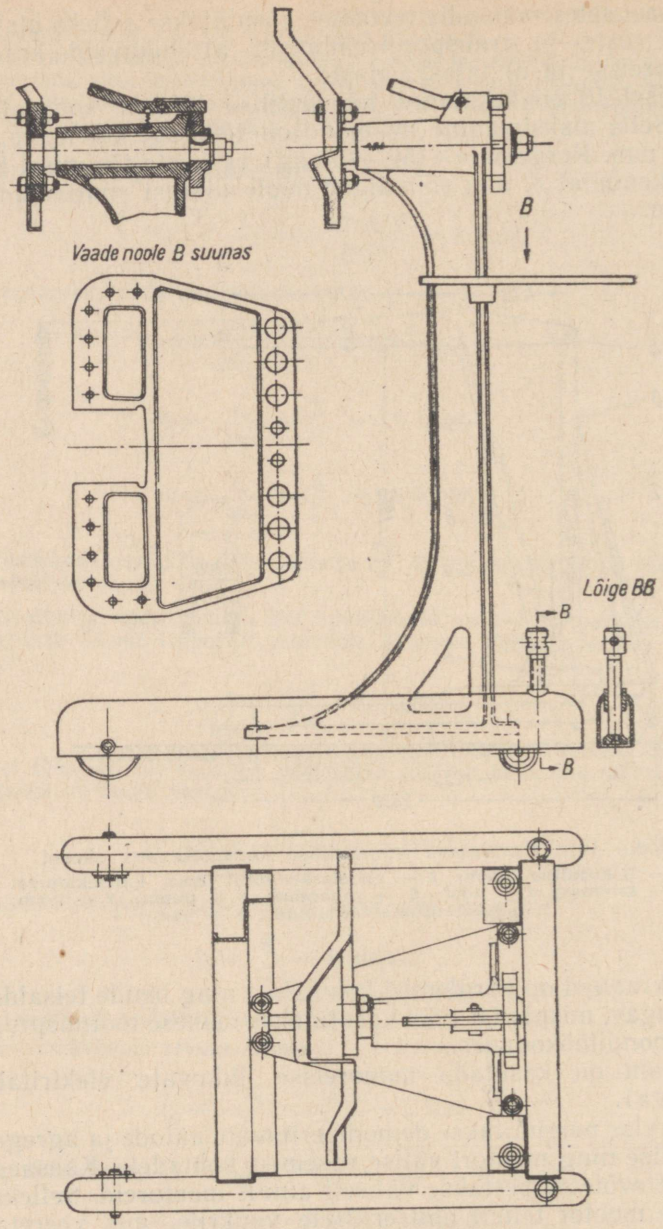


Joon. 10. Teisaldatava hüdraulilise konsoolkraana skeem:
1 — U-kujuline raam; *2* — väljalaskeventiil koos kaitsekiapiga; *3* — samamas; *4* — nool; *5* — pikendus; *6* — pump; *7* — hoob; *8* — hüdrauliline töösilinder; *9* — vars

Need kraanad on võrdlemisi kohmakad ning nende teisaldamine on ebamugav, mispärast neid kasutatakse väikese tootmisprogrammiga remonditöökodades.

Soodsam on kasutada monorelsse liikuvate elektritalidega (telferitega).

Monorelss paigutatakse demonteeritavate autode ja agregaatide lahtivõtmise ning mootori välise pesemise kohtadele. Kaasaegsetes remondiettevõtetes pestakse väliselt ainult mootoreid. Selleks paigutatakse mootor telferi abil erilisele vankrile, mis veeretatakse mööda rööpaid spetsiaalsesse pesemiskambrisse. Sellesse kambrisse on monteeritud peatorustik ja pritsimispihustid. Agregaadi pesemine toimub kordamööda leelislahuse ja kuuma veega. Pärast pesemist puhutakse mootor suruõhuga üle ja transporditakse monorelssi mööda tema lahtivõtmise kohale.



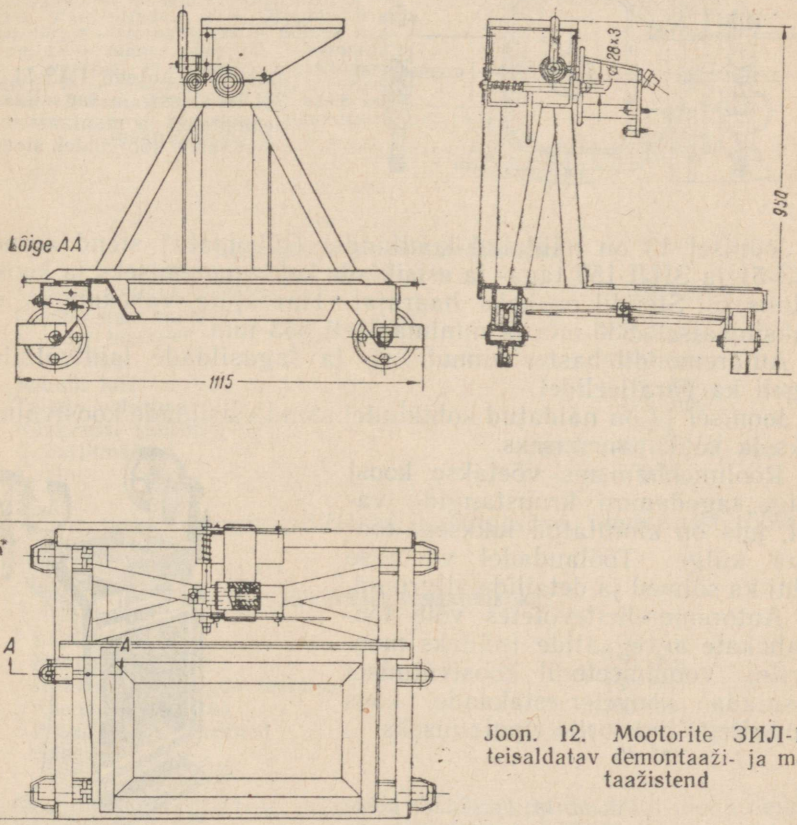
Joon. 11. Autode M-20 «Pobeda» ja ГАЗ-51 mootorite teisaldatav demontaaži- ja montaažistend

Monorelss teenindab ainult seda tööpinna osa, mille kohal ta asub. Selle puuduse kõrvaldamiseks kasutatakse talakraanat, mis teenindab kogu tööpinda, mille kohal ta asub. Kaasaegsetes remondiettevõtetes kasutatakse elektrifitseeritud talakraanat.

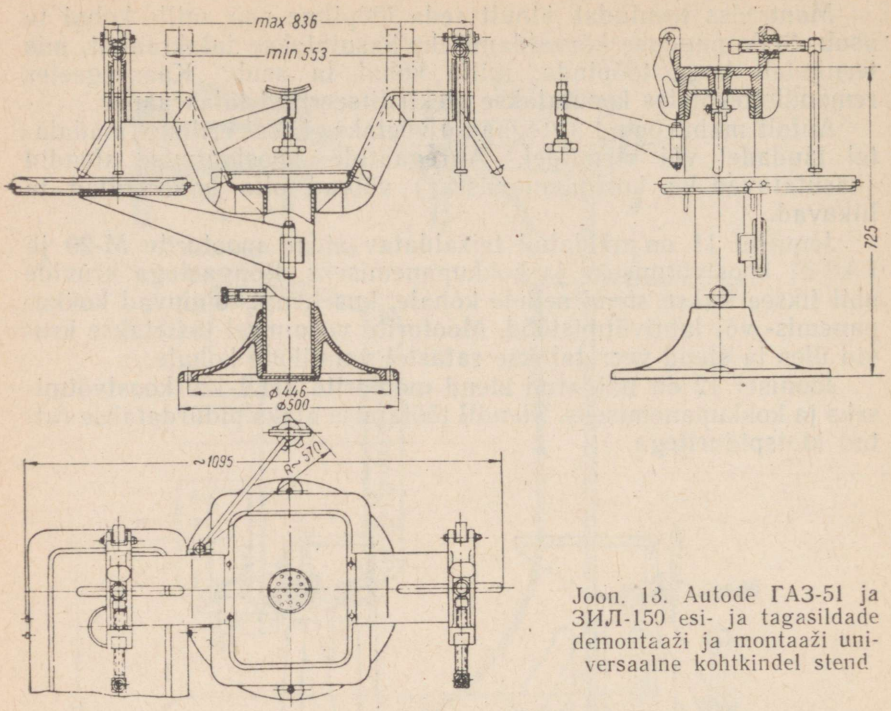
Autolt mahavõetud agregaadid võetakse koost erilistel madalatel laudadel või stendidel. Agregaatide koostvõtmise stendid (kasutatavad ka kokkupanemiseks) võivad olla kohtkindlad ja liikuvad.

Joonisel 11 on näidatud teisaldatav stend mootorite M-20 ja ГАЗ-51 koostvõtmiseks ja kokkupanemiseks. Rõngastega kruvide abil fikseeritakse stend sellele kohale, kus temal toimuvad kokkupanemis- või lahtivõtmistööd. Mootorite vedamisel tõstetakse kruvid üles ja stend veeretatakse ratastel vajalikule kohale.

Joonisel 12 on näidatud stend mootorite ЗИЛ-120 koostvõtmiseks ja kokkupanemiseks. Stendil töötamise ajaks pidurdatakse rattad klotspiduritega.



Joon. 12. Mootorite ЗИЛ-120 teisaldatav demontaaži- ja montaažistend



Joon. 13. Autode ГАЗ-51 ja ЗИЛ-150 esi- ja tagasildade demontaaži ja montaaži universaalne kohtkindel stend

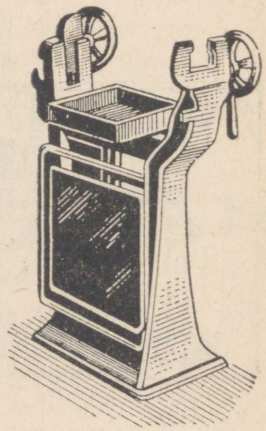
Joonisel 13 on näidatud kohtkindel (liikumatu) stend autode ГАЗ-51 ja ЗИЛ-150 taga- ja esisildade kokkupanemiseks ja koostvõtmiseks. Stendil on kaks haarajat. Haarajate vahekaugus on maksimaalselt 836 mm ja minimaalselt 553 mm.

Autoremonditehastes toimub esi- ja tagasildade lahtivõtmine sageli ka paralleelidel.

Joonisel 14 on näidatud kohtkindel stend esisildade koostvõtmiseks ja kokkupanemiseks.

Roolimehhanisme võetakse koost kõige sagedamini kruustangide vahel, mis on kinnitatud lukksepa-töölaua külge. Töölaudadel võetakse lahti ka sõlmed ja detailide allgrupid.

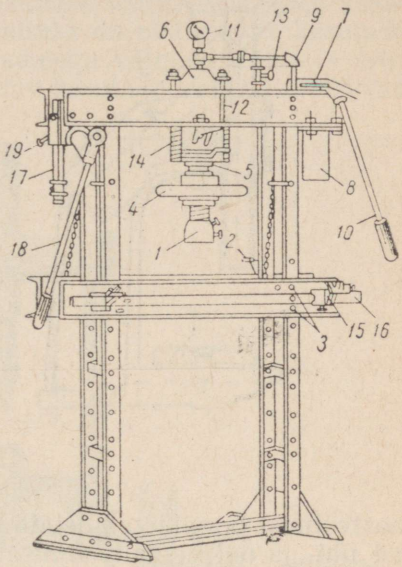
Autoremondiettevõtetes võib töömahukate agregaatide (näiteks mootorite) voolumeetodil koostvõtmisel kasutada konveier-estakaade koos vankritega mootorite riputamiseks.



Joon. 14. Esisildade kohtkindel demontaaži- ja montaažistend

Detailide väljapressimiseks kasutatakse koostvõtmistöödel presse.

Joonisel 15 on näidatud 20-tonnine universaalne hüdrauliline press. Vasakul pool asub käsi-hammaslattpress.



Joon. 15. Hüdrauliline press 20 t:
1 — spindel; *2* — vintsi vänt; *3* — seadepulgad; *4* — spindli käsiratas; *5* — kolb; *6* — silinder; *7* — õlipump; *8* — õlipaak; *9* — torustik; *10* — pumba käepide; *11* — manomeeter; *12* — joonlaud; *13* — ventiil; *14* — kolvi tagasitõmbevedru; *15* — tsentrid; *16* — latt; *17* — käsipressi hammaslatt; *18* — käsipressi käepide; *19* — käsipressi hammaslati tagasitõmbehoob

Hüdraulilise pressi karakteristika

Suurim töörõhk silindris	255 kg/cm²
Suurim jõud spindlil	20 t
Silindri läbimõõt	100 mm
Kolvi käik	200 mm
Spindli käik	165 mm
Talade vahemaa	174 mm
Käsipressi suurim jõud	3 t
Gabariitmõõted	760 × 1300 × 2000 mm
Kaal	600 kg

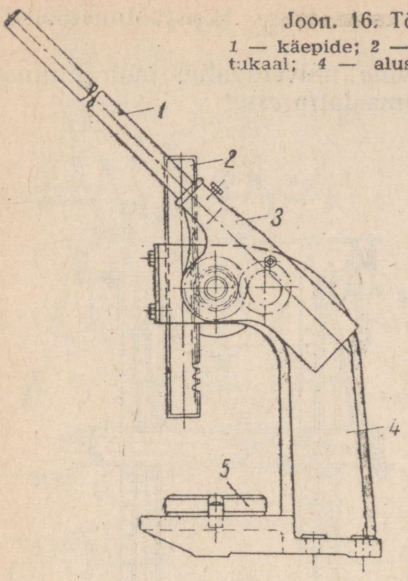
Väikesteks pressimistöödeks kasutatakse ühetonnist töölaupressi (joon. 16).

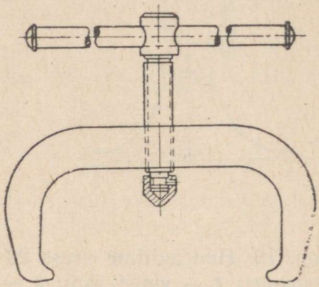
Käsipressi karakteristika

Suurim jõud	1 t
Hammaslati käik	220 mm
Hammaslati kaugus raamist	150 mm
Käsihoova pikkus	700 mm
Pressi gabariitmõõted	760 × 370 × 305 mm
Kaal	85 kg

Autode, agregaatide, sõlmede ja allgruppide detailideks demonteerimisel kasutatakse laialdaselt eritõmmitsaid, mis kiirendavad

Joon. 16. Töölauapress 1 t:
1 — käepide; 2 — hammaslatt; 3 — vastukaal; 4 — alus; 5 — pööratav laud





Joon. 17. Detailide mahavõtmise lihttõmmits

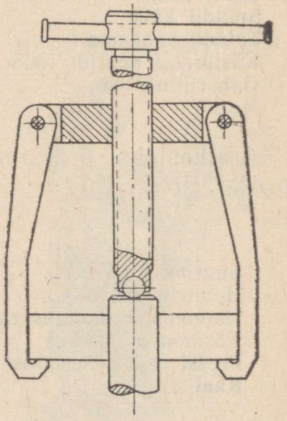
koostvõtmist ja väldivad detailide vigastamisi. Tõmmitsad jagunevad liht- ja universaaltõmmitsateks.

Lihttõmmitsad on ette nähtud ainult auto teatud detaili mahavõtmiseks. Joonisel 17 on toodud lihttõmmits mootori jaotusvõlli hammasratta mahavõtmiseks.

Universaaltõmmitsad on määratud mitmesuguste detailide mahavõtmiseks (mahapressimiseks). Joonisel 18 on toodud universaaltõmmits mitmesuguste detailide mahapressimiseks võllidelt. Tõmmitsate kasutamine on otstarbekas nii suurtes remondiettevõtetes kui ka väikestes remonditöökodades.

Järjekordseks ülesandeks on mehhaniseerida lihtsad ja universaaltõmmitsad, vahetada tõmmitsate kruvid hüdrauliliste või pneumaatiliste jõusilindritega. See kergendab tunduvalt demonteerijate tööd ja kiirendab nii agregaatide kui ka kogu auto lahtivõtmise protsessi.

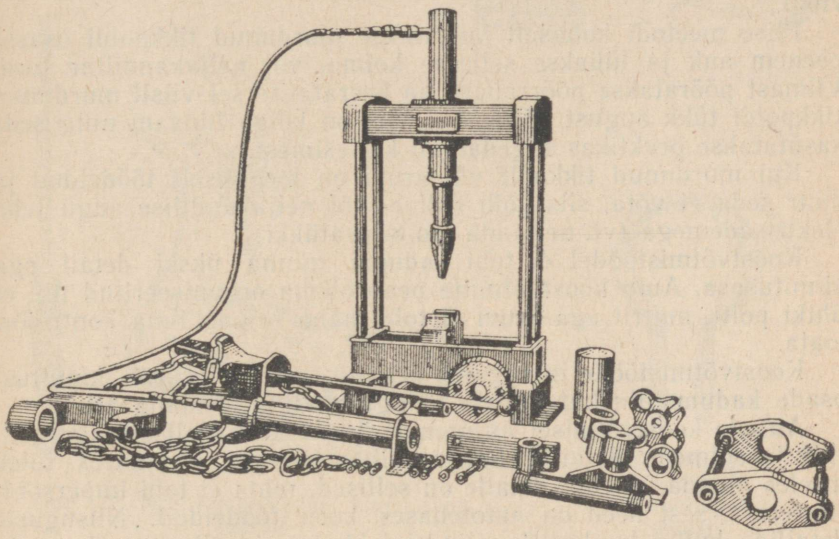
Joonisel 19 on näidatud teisaldatav 10-tonnine press, mis on määratud demontaaž- ja montaažtöödeks autode remondil. Press koosneb hüdraulilisest käsipumbast, jõusilindrist,



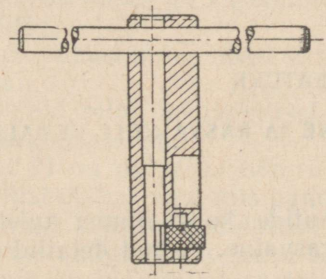
Joon. 18. Detailide mahavõtmise universaaltõmmits

sammastest, kõrgrõhuvoolikust ja rakiste komplektist. Pressi rakiste komplekt võimaldab tema jõusilindrit kasutada tungrauana, pitskruvina ja kett-tõmmitsana. Seda pressi võib rakendada spetsiaalsete tõmmitsatena, kasutades kruvide asemel pressi jõusilindrit.

Demontaaztöödel tuleb osutada erilist tähelepanu tööriistade valikule. Poldipeade ja mutrite rikkumise vältimiseks tuleb kasutada padrunvõtmeid. Töö kiirendamiseks on otstarbekas kasutada pööramise käepidemega ja põrkseadmega võtmeid. Liht- ja eriti tellitavaid mutrivõtmeid pole soovitav kasutada, sest need rikuvad poldipeade ja mutrite tahke.



Joon. 19. Hüdrauliline 10-tonnine teisaldatav press koos rakistega



Joon. 20. Võti tikkpoltide väljakeeramiseks

Viimasel ajal on hakatud reas remondiettevõtetes koostvõtmistöödel mutrite ärakeeramiseks kasutama elektrilisi või pneumaatilisi mutrikeerajaid. See lühendab tunduvalt auto ja selle agregaatide koostvõtmise aega.

Demontaaztöödel tuleb detailidest sagedasti välja keerata tikkpolte. Kõige otstarbekam on selleks kasutada erivõtit (joon. 20),

mille kere auku läheb väljakeeratava tikkpoldi ots. Tikkpoldi otsa surub võtme kere auku kinni ekstsentriliselt paigutatud rihvelrull. Võtit pööratakse vardaga ja tikkpolt keeratakse välja. Murdunud poldid ja tikkpoldid eemaldatakse aukudest:

a) murdunud otsa välja puurides või b) kolme- või neljakandilise torniga välja keerates.

Esimese meetodi kohaselt puuritakse tikkpoldi murdunud ots välja ja eemaldatakse osade kaupa. Väljapuurimisel võib vigastada augu keeret. Seepärast kasutatakse seda meetodit neil juhtudel, kui tikkpoldi või kruvi murdunud osa pole võimalik eemaldada teisel viisil.

Teise meetodi kohaselt puuritakse murdunud tikkpoldi osasse peenem auk ja lüüakse sellesse kolme- või neljakandiline torn. Viimast pööratakse pöörrauaga ja keeratakse sel viisil murdunud tikkpoldi tükk august välja. See viis on kõige lihtsam ning seda kasutatakse praktikas sagedamini kui esimest.

Kui murdunud tikkpolt või kruvi on termiliselt töödeldud ja puur seda ei võta, siis võib kolme- või neljakandilise augu teha elektrisädemega (vt. neljanda jao 8. peatükki).

Koostvõtmistöödel ei tohi kaduma minna ükski detail ega kinnitusosa. Auto koostvõtmine peab olema organiseeritud nii, et ühtki polti, mutrit ega kruvi ei tohi maha raiuda ilma kontrolöri loata.

Koostvõtmistööde niisugune organiseerimine piirab kinnitusosade kadumaminekut autode ja agregaatide demontaažil.

Autode koostvõtmisel autoremonditehastes tavaliselt agregaatide ja sõlmede detailid impersonifitseeritakse. Seejuures tuleb meeles pidada, et rida detaile on sellised, mida ei tohi impersonifitseerida, sest need on autotehases koos töödeldud. Niisuguste detailide hulka kuuluvad: silindriplokk ja sidurikarter, keps ja kepsu alumine kaas ning diferentsiaali satelliitide karbid (parem- ja vasakpoolne).

4. PEATÜKK

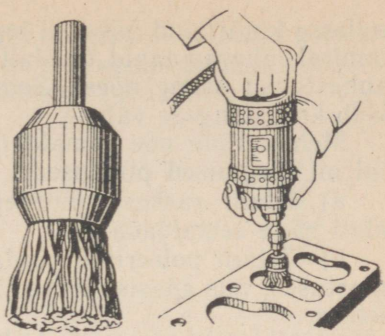
AUTODETAILIDE PUHASTAMINE JA RASVAINETE EEMALDAMINE

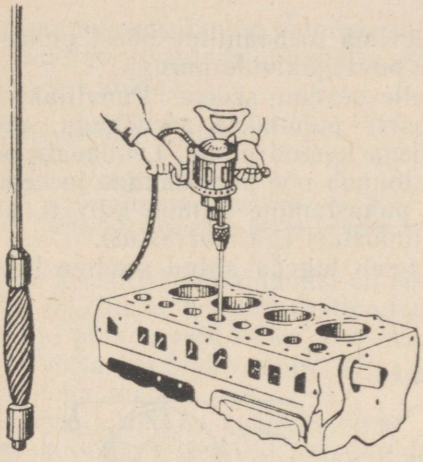
Pärast auto ja selle agregaatide koostvõtmist tuleb detailid puhastada ja eemaldada neilt rasvaine. Paljud detailid on kaetud nõe, katlakivi või õliga.

Põlemiskambrisse sattuv õli ja kütus ei põle ära täielikult. Jäägid sadestuvad detailide pindadele asfalditaolise kleepuva vaiguna — nõena.

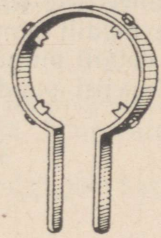
Mootori plokikaane põlemiskambris tekkiv nõgi katab põlemiskambri seinad, klapipesad, klapivarre puksid, klapid (eriti sisselaskeklapid) ja kolvid.

Joon. 21. Nõe eemaldamine plokikaanest ümmarguse metallharjaga





Joon. 22. Nõe eemaldamine klapi juhtpuksist



Joon. 23. Nõe eemaldamine kolvirõnga pesast

Nõgi koosneb õlidest ja vaikudest (8,5%), asfalteenidest (1,01%), karbeenidest ja karboiididest (60%) ning mineraalainetest (30,49%).

Detailide puhastamine nõest võib toimuda mehaanilisel või keemilisel viisil.

Nõe eemaldamine mehaanilisel viisil võib toimuda metallharjade või kaabitsate abil.

Joonisel 21 on näidatud nõe eemaldamine silindritest ümmarguse metallist otsharjaga, mis pannakse pöörlema elektritrilli abil. See viis annab täiesti rahuldavaid tulemusi.

Nõe puhastamine klapipeadelt võib toimuda ümmarguse metallharjaga, mis on kinnitatud spetsiaalsesse hoidjasse ja pannakse pöörlema elektritrilliga.

Joonis 22 illustreerib nõe eemaldamise viise klapi juhtpuksist spetsiaalse harja abil, mis samuti pannakse pöörlema elektritrilliga.

Nõe eemaldamiseks kolvirõngaste soontest kasutatakse rakist, mis on kujutatud joonisel 23. Rakis koosneb lamedast vedrust ja

sellesse kinnitatud mitmest tapist (kaabitsast). Vedru kokkupigistamisel lähevad tapid tihedalt kolvisoonde ja rakise pööramisel puhastavad soone nõest. Soodsamaks käsitsemiseks pigistatakse kolb kruustangide vahele.

Mehaaniline nõe eemaldamise viis harjadega on lihtne, kuid tal on järgmised puudused:

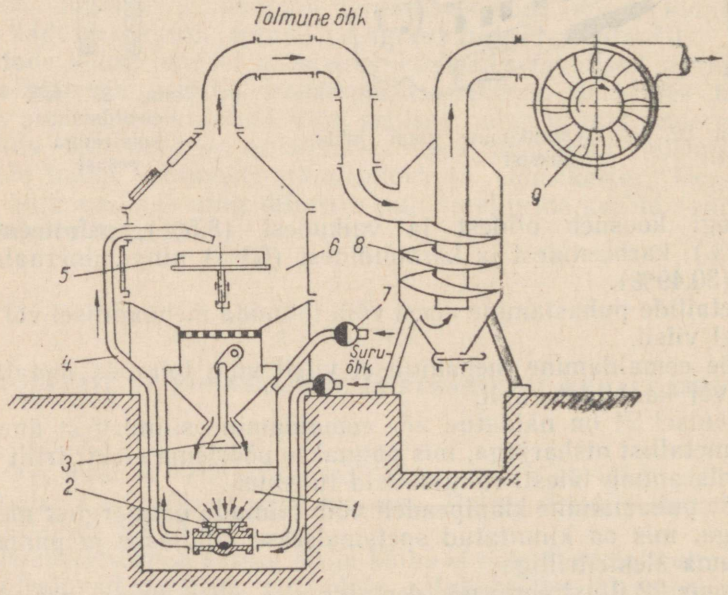
a) detaili raskesti juurdepääsetavatest kohtadest ei õnnestu alati nõge eemaldada;

b) detaili poleeritud pindadelt nõe eemaldamisel jäävad kriimustused, mis edasise töötamise ajal on uuteks nõe tekkimise kolleteks.

Viimasel ajal on hakanud levima mehaaniline nõest puhastamise viis, kus detaile puhutakse puuviljakivide puruga.

Joonisel 24 on kujutatud selle seadme skeem. Puuviljakivide puru (või jahvatatud pähklikoori) puhutakse suruõhuga, mille rõhk on 4—5 kg/cm², vastu nõega kaetud pinda. Lendavate osakeste kineetilise energia mõjul toimub nõe purustamine ja eemaldamine detaili pinnalt. Pinna puhastamine toimub kiiresti, kusjuures detaili pinnale ei jää kriimustusi ega marrastusi.

Selle viisi puuduste hulka tuleb lugeda antud seadme keerukust.



Joon. 24. Detailidelt puuviljakivide puru abil nõe eemaldamise seadme skeem:

1 — punker; *2* — segaja; *3* — klapp; *4* — puhumisvoolik; *5* — laud; *6* — töökamber; *7* — õhu reguleerkraan; *8* — tsükloon; *9* — ventilaator

Üsna laialdaselt on levinud detailide puhastamine nõest keemilisel viisil. Teras- ja malmdetailidelt on nõe eemaldamiseks soovitav kasutada järgmise koostisega lahust (grammides 1 l vee kohta):

seebikivi (naatriumhüdroksüüd NaOH)	25
kaltsineeritud sooda (naatriumkarbonaat Na_2CO_3)	35
vesiklaas (naatriumsilikaat Na_2SiO_2)	1,5
roheline seep	25

Lahuse temperatuur kuni 90—95°;
detailide hoidmine selles lahuses 2—3 tundi.

Alumiiniumisulamist valmistatud detailidelt nõe eemaldamiseks on soovitav kasutada järgmise koostisega lahust (grammides 1 liitri vee kohta):

kaltsineeritud sooda	19
vesiklaas	9
roheline seep	10

Lahuse temperatuur kuni 90—95°;
detailide hoidmine selles lahuses 3—4 tundi.

Nõe keemilist eemaldamist on soovitav läbi viia järgmiselt:

1) sukeldada detailid ülaltoodud koostise ja temperatuuriga vanni ja pidada neid selles, kuni nõgi pehmeneb;

2) võtta detailid vannist välja ja pühkida nõgi jõhvharja või kaltsudega maha;

3) pesta detaile kuuma veega;

4) kuivatada detailid suruõhujoaga.

Nõe keemiline eemaldamine on keerukam kui mehaaniline, kuid sellel ei ole viimase puudusi. Keemilise puhastusviisi ainsaks puuduseks on detailide küllalt pikk vannis viibimise aeg.

Mootori jahutussüsteemis tekib katlakivi. See sadestub peamiselt ploki veesärgi seintele ja radiaatoris.

Eristatakse järgmisi katlakivi liike:

a) karbonaatne — sisaldab suuremal hulgal kaltsiumkarbonaati ($CaCO_3$);

b) sulfaatne — sisaldab suurel hulgal kipsi (kaltsiumsulfaati — $CaSO_4$);

c) silikaatne — sisaldab suuremal hulgal ränihapendit (SiO_2);

d) sega.

Karbonaatset ja sulfaatset katlakivi on soovitav eemaldada sool- või kroomhappega. Lahusele lisatakse passivaatoreid (kondiliim, tanniin, furfool jt.), mis aeglustavad happe toimet metallile.

Silikaatset katlakivi on hapetega raske eemaldada, sest tekib amorfne ränihape, mis takistab katlakivi edasist lahustumist. Seepärast on soovitav selle lahustamiseks kasutada 2—3-protsendilist naatriumhüdroksüüdi lahust, mis on soojendatud temperatuurini 30°.

Igasuguse katlakivi universaalseks lahustamisvahendiks on soovitav kasutada 3—5-protsendilist trinaatriumfosfaadi leelislahust. See lahus kobestab katlakivi ning seda on kerge veega välja uhta.

Alumiiniumisulamist detaile on soovitav katlakivist puhastada järgmises lahuses: 100 g fosforhapet (H_3PO_4) ja 50 g kroomanhüdriidi (CrO_3) ühe liitri vee kohta.

Lahuste neutraliseerimiseks tuleb detailid pärast katlakivi eemaldamist hoolikalt pesta kuumas vees.

Katlakivi eemaldamine peab toimuma kinnistes, hästi ventileeritavates kambrites.

Nagu juba märgiti, on suurem osa autodelt mahavõetud detaile kaetud õliga, s. o. rasvainega.

Rasvained jagunevad keemilistelt omadustelt seebistuvateks ja seebistumatuteks.

Seebistuvate ainete hulka kuuluvad kõik taimsed ja loomsed rasvad. Leeliste mõjul moodustavad nad soolad, s. o. seebi, mis hästi lahustub vees.

Seebistumatute ainete hulka kuuluvad kõik mineraalõlid, mis ei lahustu leelistes. Mineraalõlidega segatult loovad leelised tingimused nn. emulsioonide moodustamiseks. Emulsioon kujutab endast kahe teineteises lahustumatu vedeliku segu, millest üks on pihustatud teisesse väga väikeste mullidena, nagu näiteks õlimullikesed vees. Emulsioon nõrgestab märgatavalt vedeliku pindpinevust. Õli ja metalli kohesioonjõud (või külgetõmme) on siiski niivõrd suur, et leeline üksi ei suuda lahutada õli metallist. Nende lahutamiseks kasutatakse seepärast aktiivseid aineid — emulgaatoreid, mis soodustavad õli lahutamist detaili metallist. Emulgaatorite hulka kuuluvad ka naatriumsilikaat ja seep.

Emulgaatorid katavad metallil oleva õlikihi kelmega, mis nõrgestab õli sidestust metalliga, püüavad õlikihti katki rebida ning muuta seda üksikuteks mullikesteks.

Rasvainest puhastamise protsessi aktiviseerimiseks tuleb lahust soojendada temperatuurini 70—90°C või segada või kasutada mõlemaid aktiviseerimise meetodeid.

Rasvainest puhastamiseks on otstarbekas jaotada autodetailid järgmistesse gruppidesse, vastavalt gabariitmõõdetele:

1) väikesed detailid (kinnitusosad), 2) keskmised detailid (hammasrattad, kolvid, kepsud jne.), 3) suured detailid (plokid, karterid jne.).

Rasvainest puhastamise hõlbustamiseks paigutatakse väikesed detailid traatkorvidesse.

Auto teras- ja malmdetaile on soovitav puhastada rasvainest järgmise koostisega vannides:

1. retsept:	kaaliumseebikivi (KOH)	23 g
	kaltsineeritud sooda	6,5 g
	roheline seep	3,0 g
	vesi	1,0 l

2. retsept:	naatriumbikromaat	0,1%
	kaltsineeritud sooda	0,2%
	vesi	99,7%

Alumiiniumisulameist valmistatud detailide puhastamiseks rasvainest soovitatakse järgmiste koostistega vanne:

1. retsept:	kaltsineeritud sooda	4,5 g
	naatriumhüdroksüüd	1,3 g
	naatriumfosfaat	1,45 g
	roheline seep	1,0 g
	vesi	1,0 l
2. retsept:	naatriumsilikaat	1,5%
	majapidamisseep	0,2%
	vesi	98,3%

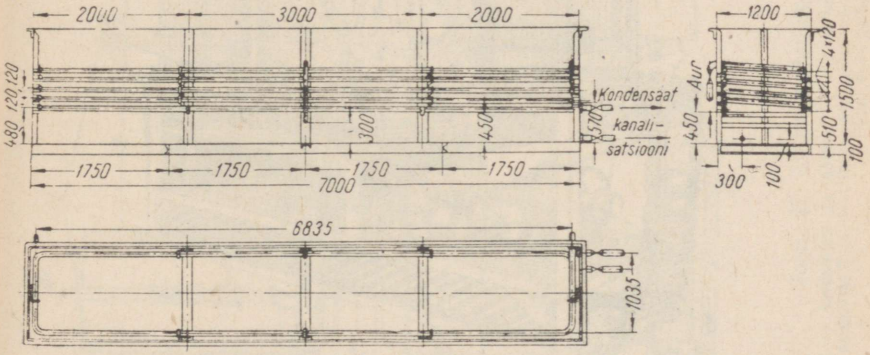
Kõiki neid lahuseid soojendatakse temperatuurini 70—90°C.

Autodetaile võib rasvast pesta järgmiselt:

a) tavalistes vannides, b) voolikuga (joatoruga) erivannides, c) pesemismasinates.

Detailide puhastamiseks rasvast võib kasutada vanni ühe eeltoodud lahusega. Lahust võib vannis soojendada mitmel viisil.

Eriti suurte detailide pesemiseks (keetmiseks) kasutatakse suuri vanne.



Joon. 25. Keetmisvann mitme raami üheaegseks läbikeetmiseks

Joonisel 25 on toodud vann mitme autoraami üheaegseks puhastamiseks. Selles vannis kuumendatakse lahust auru-siugtorudega. Vanni lahuse pinnalt eralduva auru eemaldamiseks on vanni kohale ehitatud kumm, mis on ühendatud väljatõmbe ventilatsiooniga.

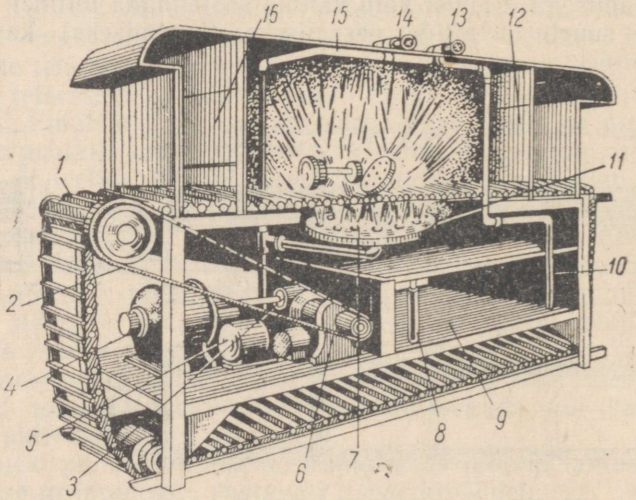
Rasva eemaldamiseks väikestelt detailidelt on ehitatud spetsiaalne vann järgmiselt. Lehtterasest keeviskonstruktsiooniga vann on eraldatud horisontaalse võrguga, millele paigutatakse puhastatavad detailid. Võrgu all on rasva eemaldav lahus, mis on kuumu-

tatud temperatuurini 70—90°. Vanni kõrvale on paigutatud elektrimootor tsentrifugaalpumbaga, mis pumpab vanni alumisest osast (rõhuga kuni 6 kg/cm²) rasva eemaldavat lahust läbi filtri pealmistesse aukudega torudesse. Torud paiknevad võrgul asetsevate detailide kohal. Pealt on vann kaetud hermeetilise kaanega. Pärast vanni täitmist detailidega suletakse vanni kaas ja lülitatakse sisse elektrimootor.

Nendes vannides toimub rasva eemaldamine detailidelt küllalt puhtalt ja lühikese ajaga. Nimetatud vanni puuduseks on see, et lahus mustub kiiresti ja seda tuleb sagedasti vahetada.

Neid vanne kasutatakse väikestes autoremonditöökodades.

Joonisel 26 on toodud ühekambriline konveier-pesemismasin. Väikesed detailid paigutatakse konveierile traatvõrkkorvides, keskmised ja suured detailid vahetult konveieri lindile. Tsentrifugaalpump ja kettkonveier käitatakse kumbki oma elektrimootorilt. Rasva eemaldav lahus kuumendatakse temperatuurini 80—90° C auruspiraali kaudu. Tugevasti määrdunud detailide korral võib konveieri peatada, pikendades sel teel pesemisaega.

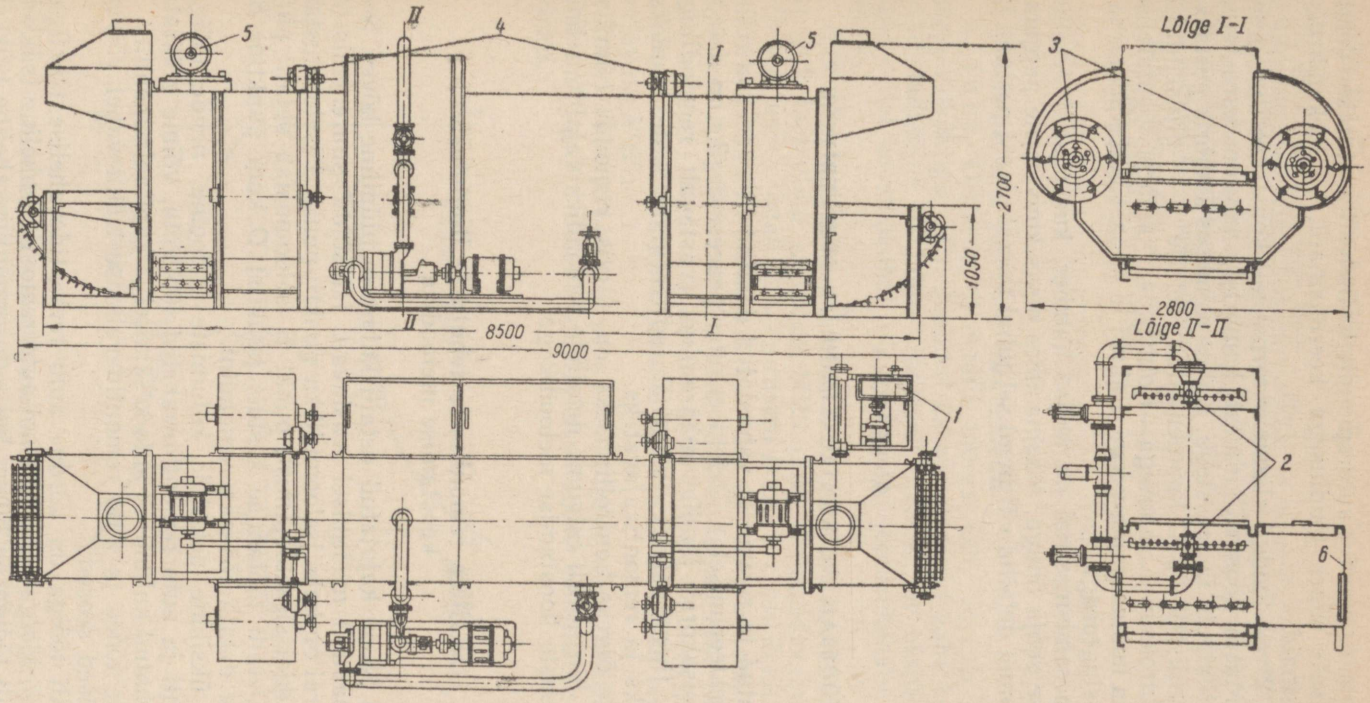


Joon. 26. Ühekambriline konveierpesemismasin:

1 — kettkonveier; *2* — ajamikett; *3* — pump; *4* — pumba elektrimootor; *5* — konveieri elektrimootor; *6* — reduktor; *7* — alumised düüsid; *8* — termomeeter; *9* — filtreerivad võrgud; *10* — väljavoolutoru; *11* — õlieraldaja; *13* ja *14* — ventiilid; *15* — ülemised düüsid; *12* ja *16* kardinad

Ühekambrilise pesemismasina karakteristika

Konveieri tööharu pikkus	5,5 m,
Konveieri kiirus	1,3—1,5 m/min.
Vee surve vooliku suuetes	6—7 kg/cm²,
Arvutuslik koormus konveieri tööharul	500 kg.



Joon. 27. Mitmekambriline konveierpesemismasin:

1 — konveier ja ajam; *2* — pöörlevad vesirattad; *3* — külgmised tiibrattad; *4* — tiibrataste ajam; *5* — tiibrataste ajami elektrimootor; *6* — puhastusluuk

Kaasaegsetes suurtes autoremondiettevõtetes kasutatakse detailide pesemiseks suure jõudlusega keerukamaid, mitmekambrilisi pesemismasinaid.

Joonisel 27 on toodud «Гипроавтотранс»-i konstrueeritud pesemismasin. Masin koosneb kolmest kambrist, mis on varustatud pöörlevate tiivikute ja ratastega. Kahes esimeses kambris pestakse temperatuurini 80—90°C kuumendatud detaile 5—8-protsendilise naatriumhüdroksüüdi lahusega. Kolmandas kambris loputatakse detaile sama kuuma puhta veega. Lahust ja puhast vett kuumendatakse auru-siugtoruga.

Mõnel pesemismasinal on neljas kamber, kus pestud detailid kuivatatakse sooja õhuga. Masina ühes otsas konveierile paigutatud määrdunud detailid väljuvad sel juhul teisest otsast pestuna ja kuivadena.

5. PEATÜKK

AUTODETAILIDE KONTROLLIMINE JA SORTEERIMINE

Puhastatud ja rasvadest vabastatud detailid lähevad kontrollimisele (defekteerimisele). Defekteerimise peaeesmärgiks on detaili tehnilise seisukorra kindlaksmääramine (vastavalt remondiliigi tehnilistele tingimustele) ja nende sorteerimine kõlblikkudeks, kõlbmatuteks ja remontivajavateks.

Detailide õigeks kontrollimiseks on tarvis remondi tehnilisi tingimusi. Järgnevalt tutvume detailide remondiks vajalike tehniliste tingimuste koostamise metoodikaga.

1. Detailide remontimise tehniliste tingimuste koostamise metoodika

Joonisel 28 on kujutatud detaili kulumise tüüpiline kõver. See kõver on saadud mõõtmisel vastavalt läbisõidu suurenemisele. Sellel kõveral on kaks iseloomulikku punkti: punkt A iseloomustab detaili lõplikku sissetöötamist, punkt B iseloomustab detaili piirkulumist. Detaili töötamise kestust punktist O kuni punktini B_1 nimetatakse detaili tööeaks remondini.

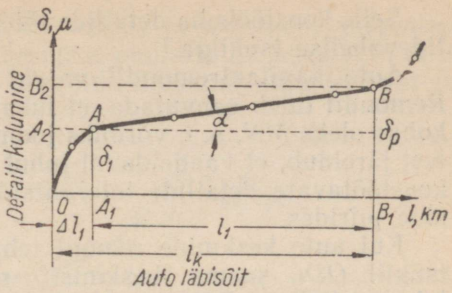
Teades üksikute detailide kulumiste iseloomu, nende tööiga enne remonti ja auto remontidevahelist läbisõitu, võime määrata detailide lubatud kulumised auto keskmisel ja kapitaalremondil.

Detailide tööea ja auto remontidevahelise tsükli vahel võivad olla järgmised seosed:

1) detaili tööiga on võrdne auto remontidevahelise tsükliga;
2) detaili tööiga on pikem kui auto remontidevaheline tsükkel;
3) detaili tööiga on lühem kui auto remontidevaheline tsükkel.

Joon. 28. Detailide kulumise tüüpkõver:

OA_2 — detaili kulumine tema lõplikul sissetöötamisel; OB_2 — detaili piirkulumine; Δl_1 — auto läbisõit lõpliku sissetöötamiseni; l_1 — auto läbisõit pärast sissetöötamist kuni detaili tööeani; l_k — auto läbisõit kuni kapitaalremondini; α — detaili kulumise kasvu iseloomustava sirge AB kaldenurk



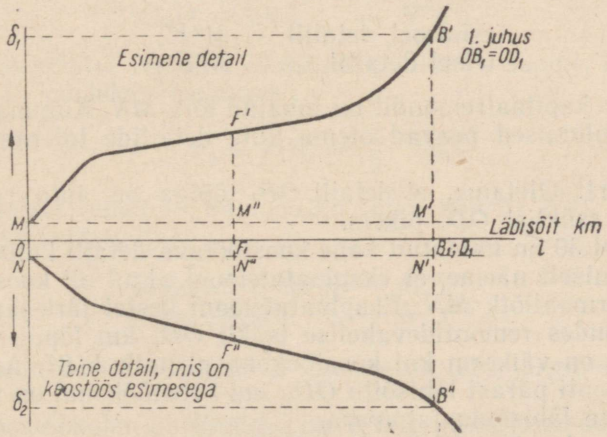
Vaatleme neid juhtusid järgemööda.

1. juht. Oletame, et detaili tööiga OB_1 võrdub remontidevahelise tsükliga OD_1. Joonisel 29 on näidatud kahe koostöötava detaili kulumine sel juhul. Jooniselt nähtub, et ekspluatatsiooni algul sellel koostöökohal oli keskmine, joonisekohane normaallõtk MN.

Auto ekspluateerimise kestel, s. o. läbisõidu suurenedes kasvab see lõtk loomuliku kulumise tõttu ning remontidevahelise tsükli OD_1 km juures jõuab lõtk suuruseni $B'B''$, s. t. piirlõtkuni.

Piirlõtkuks nimetatakse seega koostöökoha niisugust lõtku, kus koostöötavate detailide edasine kasutamine võib põhjustada avariilise defekti. Selle piirlõtku juures on koostöökoha esimese detaili piirkulumine $M'B'$ ja teise detaili piirkulumine vastavalt $N'B''$.

Detaili piirkulumiseks nimetatakse niisugust kulumist, mille puhul detaili edasine kasutamine põhjustaks avariilise defekti.



Joon. 29. Kahe koostöötava detaili kulumised vastavalt auto läbisõidule, juhul kui $OB_1 = OD_1$

Selle koostöökoha detailide tööiga on seega võrdne auto remontidevahelise tsükliga.

Auto kapitaalremondil vajab see koostöökoht remontimist. Remondil tuleb saavutada, et lubatud lõtku suurus selles koostöökohas oleks MN, s. t. võrduks joonisekohasele normaallõtkule. Sellest järeldub, et vaadeldaval juhul peavad kapitaalselt remonditud koostöötavate detailide tolerantsid olema uute detailide tolerantside piirides.

Kui auto keskmine remont tehakse poolel remontidevahelisel tsüklil OD_1, saame keskmisel remondil sellele koostöökohale lubatud lõtkuks $F'F''$. Seejuures

$$OF_1 = F_1B_1 = F_1D_1 = \frac{1}{2} OD_1.$$

Seega nimetatakse koostöökoha lubatud lõtkuks keskmisel remondil niisugust lõtku, mille puhul see koostöökoht ei vaja veel remonti.

Vastavalt sellele on koostöökoha esimese detaili keskmisel remondil lubatud kulumine $F'M''$ ja teise detaili kulumine $F''N''$.

Detaili lubatud kulumine auto keskmisel remondil on niisugune kulumine, mille puhul see detail ei vaja veel remonti.

Eeltoodu alusel võime vaadeldava juhu kohta teha järgmised järeldused:

1) koostöökoha piirlõtk on $B'B''$. Piirkulumised on vastavalt:

esimesel detailil — $M'B'$;
teisel detailil — $N'B''$;

2) auto keskmisel remondil on koostöökohas lubatud lõtk $F'F''$. Piirkulumised on vastavalt:

esimesel detailil — $M''F'$;
teisel detailil — $N''F''$;

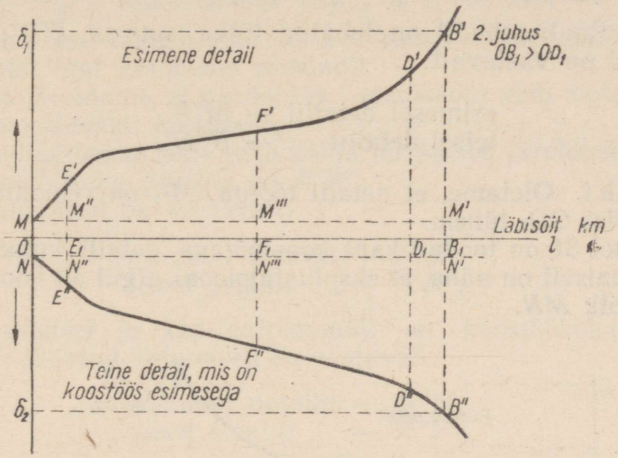
3) auto kapitaalremondil on lubatud lõtk MN. Kummagi detaili lubatud kulumised peavad olema uute detailide tolerantside piirides.

2. juht. Oletame, et detaili OB_1 tööiga on auto remontidevahelisest tsüklist OD_1 pikem.

Joonisel 30 on näidatud kahe koostöötava detaili kulumised sel juhul. Jooniselt näeme, et ekspluatatsiooni algul oli koostöökohas samuti normaallõtk MN. Ekspluatatsiooni kestel järk-järgult lõtk kasvab, jõudes remontidevahelise tsükli OD_1 km lõpul suuruseni $D'D''$, mis on väiksem kui koostöökoha piirlõtk $B'B''$. Auto läheb seega remonti pärast läbisõitu OD_1, kui koostöökohal on veel D_1B_1 km suurune läbisõidu tagavara.

See asjaolu võimaldab pehmendada mõningal määral keskmise ja kapitaalremondi tehnilisi tingimusi, auto läbisõidu tsüklit OD_1 muutmata.

Mõõtes punktist O lõigu $OE_1 = D_1B_1$ ja alustades järgmisel kapitaalremondil auto ekspluateerimist punktist E_1, näeme, et auto läbisõit $OD_1 = E_1B_1$ ja et selle läbisõidu möödudes koostöökoht on saavutanud piirlõtku $B'B''$.



Joon. 30. Kahe koostöötava detaili kulumised vastavalt auto läbisõidule, juhul kui $OB_1 > OD_1$

Sellest järeldub, et kapitaalremondil lubatud lõtku võib tõsta selles koostöökohas suuruseni $E'E''$, mis on suurem joonisekohasest normaallõtkust MN. Kapitaalremondi juures lubatud kulumised on seega:

esimesel detailil — $M''E'$,
teisel detailil — $N''E''$.

Auto keskmise remondi läbisõidu punkti F_1 saame, kui jagame lõigu E_1B_1 pooleks. Seejuures

$$E_1F_1 = F_1B_1 = \frac{1}{2} OD_1.$$

Keskmisel remondil on lubatud lõtku suurus $F'F''$ ja lubatud kulumised vastavalt:

esimesel detailil — $M'''F'$,
teisel detailil — $N'''F''$.

Eeltoodust võib vaadeldava juhu kohta teha järgmised järeldused:

1) koostöökoha piirlõtkuks on $B'B''$; piirkulumised on vastavalt:

esimesel detailil — $M'B'$,
teisel detailil — $N'B''$;

2) auto keskmisel remondil on koostöökoha lubatud lõtku suurus $F'F''$; lubatud kulumised on vastavalt:

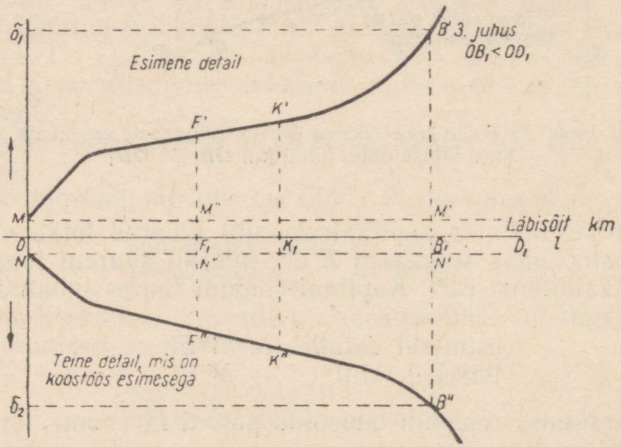
esimesel detailil — $M'''F'$,
teisel detailil — $N'''F''$;

3) kapitaalremondil on lubatud lõtku suurus $E'E''$; lubatud kulumised on vastavalt:

esimesel detailil — $M''E'$,
teisel detailil — $N''E''$.

3. juht. Oletame, et detaili tööiga OB_1 on remontidevahelisest tsüklist OD_1 lühem.

Joonisel 31 on toodud kahe koostöötava detaili kulumised sel juhul. Jooniselt on näha, et ekspluatatsiooni algul oli koostöökohal normaallõtk MN.



Joon. 31. Kahe koostöötava detaili kulumised vastavalt auto läbisõidule, juhul kui $OB_1 < OD_1$

Ekspluatatsiooni kestel lõtk suureneb. Suurenemine on märksa kiirem kui kahel esimesel juhul ja lõtk saavutab piirsuuruse pärast läbisõitu OB_1, mis on väiksem kui auto remontidevaheline tsükkel OD_1. Teiste sõnadega, koostöökoht ei pea remontidevahelise tsükli lõpuni vastu. Selle koostöökoha pärast peab auto minema remonti enne remonditsükli läbimist.

Niisugust olukorda ei saa lubada. Keskmisel remondil tuleb seepärast koostöökoht remontida nii, et pärast seda remonti võiks auto läbida poole remontidevahelisest tsüklist.

Nende kaalutluste kohaselt võib keskmisel remondil koostöökoha lubatud lõtk olla $F'F''$, sest

$$F_1B_1 = OK_1 = \frac{OD_1}{2}.$$

Kui koostöökohal on pärast kapitaalremonti normaalne, joonisekohane lõtk MN, siis keskmisel remondil on punktis K_1 ($OK_1 = K_1D_1 = \frac{OD_1}{2}$) lõtku suurus $K'K''$, s. t. et lõtk on keskmise remondi lubatud lõtkust suurem. See koostöökoht vajab seepärast remontimist igal keskmisel remondil.

Sellest järeldame, et vaadeldav koostöökoht võib töötada ainult poole remonditsükli kestusest.

Eeltoodust teeme selle juhu kohta järgmised järeldused:

1) koostöökoha piirlõtk on $B'B''$.

Piirkulumised on vastavalt:

esimesel detailil — $M'B'$,
teisel detailil — $N'B''$;

2) keskmisel ja kapitaalremondil on koostöökoha lubatud lõtk $F'F''$; lubatud kulumised on vastavalt:

esimesel detailil — $M''F'$,
teisel detailil — $N''F''$;

3) remondita on vaadeldava detaili tööiga ainult $^1/_2\,OD_1$.

Tabel 1

Detailide kontrollsorteerimise tehniliste tingimuste kaart auto keskmisel ja kapitaalremondil

Auto .....
Agregaat .....
Detaili nimetus .....
Detaili kataloogi nr. .....
Detailide arv ühele autole .....
Detaili materjal .....
Termiline töötlemine .....
Kõvadus .....

(detaili skits)

Jrk. nr.	Detaili defektide nimetused	Defekti määramise viis ja kontrollmõõteriist	Mõõted				Otsus kontrolli tulemuste kohta
			nominaal-	kapitaalremondil, lubatud	keskmisel remondil, lubatud	piir-	
1	2	3	4	5	6	7	8

Viimane asjaolu on kahjulik. Remondimeetodi määramisel tuleb seepärast püüda saavutada, et koostöökoha tööiga pikeneks suuruseni OD_t km või sellest suuremaks. Nagu edaspidi näeme, on autoremondiettevõtetes niisugune võimalus olemas.

Kirjeldatud piirkulumiste määramise meetod, samuti meetod keskmiste lubatud kulumiste määramiseks keskmisel ja kapitaalremondil on kasutatav ka detaili kuju (ovaalsus, koonilisus) piir- ja lubatud hälvete määramiseks auto keskmisel ja kapitaalremondil.

Selleks on auto ekspluateerimisel tarvis ovaalsuse ja koonilisuse kasvu kõveraid ning nende piirväärtusi.

Tabel 2

Remonditehas

Mootori ..... silindrite mõõtmiste pass

$\frac{\text{enne}}{\text{pärast}}$ töötlemist

Kuupäev	Mõõtmise koht	Mõõtmise suund	Silindrite numbrid						Märkused
			1	2	3	4	5	6	
	1. võõ (ülemine)	Paralleelselt väntvõlli telje tasapinnaga							
		Perpendikulaarselt väntvõlli telje tasapinnaga							
	Ovaalsus								
	2. võõ (keskmine)	Paralleelselt väntvõlli telje tasapinnaga							
		Perpendikulaarselt väntvõlli telje tasapinnaga							
	Ovaalsus								
	3. võõ (alumine)	Paralleelselt väntvõlli telje tasapinnaga							
		Perpendikulaarselt väntvõlli telje tasapinnaga							
	Ovaalsus								
	Koonilisus	Paralleelselt väntvõlli telje tasapinnaga							
		Perpendikulaarselt väntvõlli telje tasapinnaga							

Kontrolör

Tehnilised tingimused kontrollsorteerimisteks koostatakse erikaartidena. Üks niisugustest kaartidest on toodud tabelis 1.

Neid kaarte kasutatakse detailide defekteerimisel ja sorteerimisel kõlblikkudeks, kõlbmatuteks ja remontivajavateks.

Eriti tähtsate osade kohta koostatakse eripassid, milledesse märgitakse detailide mõõted ka pärast remonti. Tavaliselt koostatakse niisugused passid silindrite ja väntvõllikaelte mõõtmise tulemuste kohta.

Tabelis 2 on toodud silindrite mõõtmise tulemuste passi vorm ja tabelis 3 — väntvõllikaelte mõõtmise tulemuste passi vorm.

Tabel 3

Remonditehas

Mootori ..... väntvõllikaelte mõõtmiste pass

mõõtmine $\frac{\text{enne}}{\text{pärast}}$ töötlemist

Kuupäev	Mõõtmise koht	Mõõtmise suund	Väntvõllikaelte numbrid mootori esiotsast arvatult						
			1	2	3	4	5	6	7
	1. vöönd	Paralleelselt põskede tasapinnaga							
		Perpendikulaarselt põskede tasapinnaga							
	Ovaalsus								
	2. vöönd	Paralleelselt põskede tasapinnaga							
		Perpendikulaarselt põskede tasapinnaga							
	Ovaalsus								
	Koonilisus	Paralleelselt põskede tasapinnaga							
		Perpendikulaarselt põskede tasapinnaga							

Kui kontrollimisel selgub, et tehniliste tingimuste kohaselt nõuab detail remonti, siis määratakse selle kulunud pindadele remontimisel antavad mõõted.

Kui detaili ei taastata nominaalmõõdeteni, siis nimetatakse määratud mõõteid r e m o n t m õ õ d e t e k s.

Vaatleme remontmõõdete määramise metoodikat.

2. Detailide remontmõõdete määramise metoodika

Võllikaela remontmõõte määramine. Joonisel 32 on toodud nominaalmõõtega d_n võllikaela ristlõige. Pärast teatud läbijooksu on võllikael kulunud mõõteni d_1. Võllikaela kulumine on tavaliselt ebaühtlane. Nominaalläbimõõduga võrreldes on võllikaela kulumine ühel pool (δ_1') väikseim ning teisel pool suurim (δ_1''). Võllikaela suurim kulumine δ_1'' on piirkulumiseks, mille puhul võlli ei tohi enam kasutada. Kui konstruktsioon võimaldab, siis võib niisuguse kulunud võllikaela töödelda remontmõõtesse d_{r_1}, mis on väiksem kui d_n. Võlli tsentreid muutmata töödeldakse võllikael mõõtesse d_{r_1}, s. o. esimesse remontmõõtesse. Remontmõõte määramisel võetakse arvesse töötlemisvaru x_1.

Võllikaela esimene remontmõõde on seega:

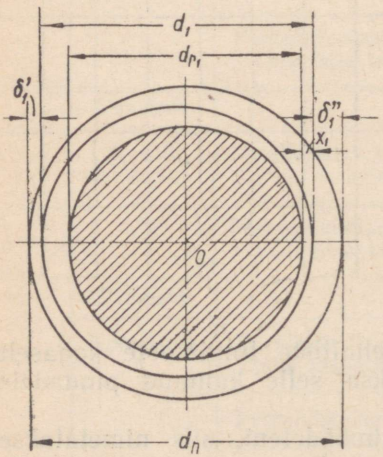
$$d_{r_1} = d_n - 2(\delta_1'' + x_1).$$

Kulumise δ_1'' mõõtmiseks paigutatakse võll tsentrite vahele ja indikaatori osuti suurima hälbe järgi määratakse δ_1''. Kontrollimiseks on remondiettevõttes niisugune mõõtmine keerukas ega ole seepärast soovitav. Lihtsam on mõõta kulunud võllikaela läbimõõtu mikromeetriga, kus leiame, et

$$\delta_1 = d_n - d_1 = \delta_1' + \delta_1'',$$

s. o. määrame võllikaela üldise suurima kulumise.

Kasutades kulumise ebaühtluse koefitsienti $\varrho_1 = \frac{\delta_1''}{\delta_1}$, saame $\delta_1'' = \varrho\delta_1$.



Joon. 32. Võlli remontmõõte määramine

Edasi leiame kulumise ebaühtluse koefitsiendi väärtuse piirid:

1) ühtlasel kulumisel

$$\delta_1' = \delta_1''; \quad \delta_1 = 2\delta_1' = 2\delta_1'',$$

kust $$\varrho_1 = \frac{\delta_1''}{\delta_1} = \frac{\delta_1''}{2\delta_1''} = 0{,}5;$$

2) ühepoolsel kulumisel

$$\delta_1' = 0; \quad \delta_1 = \delta_1''; \quad \varrho_1 = \frac{\delta_1''}{\delta_1''} = 1{,}0.$$

Võllikaela kulumise ebaühtluse koefitsient asetseb seega piirides

$$\varrho_1 = 0{,}5 \div 1{,}0.$$

Kulumise ebaühtluse koefitsient leitakse kontrollimisel saadud võllikaelte mõõtmise tulemuste analüüsimisel. Niisuguste uurimuste tulemusel määratakse antud võllikaela kulumise keskmine ebaühtluse koefitsient. Võllikaela esimest remontmõõdet määratakse seega järgmiselt:

$$d_{r_1} = d_n - 2\,(\delta_1'' + x_1) = d_n - 2\,(\varrho_1\delta + x_1).$$

Võllikaela töötlemisvaru x_1 määramisel tuleb arvestada järgmisi asjaolusid:

1) võllikaela remontmõõte saavutamiseks kasutatavat töötlemisviisi (treimine, lihvimine jne.);

2) süsteemi — tööpink-detail-tööriist — jäikust;

3) detaili tööpingile asetamise ja kinnitamise ebatäpsust;

4) pikkade võllide puhul — võlli jäävaid deformatsioone enne töötlemist.

Avaldust $2\,(\varrho_1\delta_1 + x_1) = \gamma_v$ nimetatakse võlli remondiintervalliks.

Võllikaela remontmõõdete arvu määramiseks on vaja teada d_{min} väärtust, s. t. tugevuse nõuetest tingitud võllikaela minimaalmõõdet. Võllikaela remontmõõdete arvu n_v võib siis määrata valemiga:

$$n_v = \frac{d_n - d_{min}}{\gamma_v}$$

tingimusel, et võllikaela kõikide remontmõõdete remondiintervallid on ühesugused.

Seega saame võllikaela jaoks järgmise remontmõõdete rea:

$$d_{r_1} = d_n - \gamma_v$$

$$d_{r_2} = d_n - 2\gamma_v$$

$$d_{r_3} = d_n - 3\gamma_v$$

. . . . . .

. . . . . .

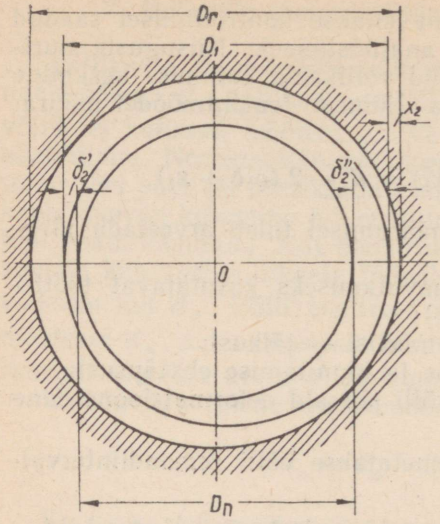
$$d_{rn} = d_n - n \cdot \gamma_v.$$

Näide: Väntvõlli kepsulaagrikaela nominaalmõõde $d_n = 60_{-0,02}$ mm. Rea väntvõllide kulumiste uurimiste tulemused näitasid, et $\varrho_1 = 0{,}8$ ja $\delta_1 = 0{,}25$. Tugevuse nõuetest tingitult on võllikaela minimaalläbimõõt $d_{min} = 57$ mm. Kui võllikaelale on tarvis anda lihvimisega õige sõõri kuju, siis töötlemisvaru $x_1 = 0{,}05$ mm.

Määrame remondiintervalli:

$\gamma_v = 2\,(\varrho_1\delta_1 + x_1) = 2\,(0{,}8 \cdot 0{,}25 + 0{,}05) = 0{,}5$ mm ja remontmõõdete arvu:

$$n_v = \frac{d_n - d_{min}}{\gamma_v} = \frac{60 - 57}{0{,}5} = 6.$$



Joon. 33. Augu remontmõõte määramine

Teades võlli remontmõõdete arvu ja remondiintervalli, saame järgmised remontmõõted:

$$d_{r_1} = 60 - 0{,}5 = 59{,}5_{-0{,}02} \text{ mm}$$

$$d_{r_2} = 60 - 1{,}0 = 59{,}0_{-0{,}02} \text{ mm}$$

$$d_{r_3} = 60 - 1{,}5 = 58{,}5_{-0{,}02} \text{ mm}$$

$$d_{r_4} = 60 - 2{,}0 = 58{,}0_{-0{,}02} \text{ mm}$$

$$d_{r_5} = 60 - 2{,}5 = 57{,}5_{-0{,}02} \text{ mm}$$

$$d_{r_6} = 60 - 3{,}0 = 57{,}0_{-0{,}02} \text{ mm}$$

Tolerants jääb kõikidele remontmõõdetele samaks mis nominaalmõõtel.

Detaili augu remontmõõte määramine. Joonisel 33 on kujutatud detaili auk nominaalmõõtega D_n, mis pärast teatud läbisõitu on kulunud mõõteni D_1. Auk kulub tavaliselt ebaühtlaselt. Nominaalläbimõõdu suhtes on ühe poole kulumine (δ_2') väiksem ja teise poole kulumine (δ_2'') suurem. Detaili augu suurim kulumine (δ_2'') on piirkulumine. Niisuguse kulumise korral ei tohi detaili ekspluateerimist jätkata.

Kui detaili konstruktsioon lubab, siis võib kulunud augu töödelda remontmõõtesse D_{r_1}, mis on suurem kui D_n. Tsentrit muutmata ja võttes arvesse töötlemisvaru x_2, töödeldakse auk mõõtesse D_{r_1}.

Detaili esimene remontmõõde on seega:

$$D_{r_1} = D_n + 2(\delta_2'' + x_2'').$$

Defekteerimisel on raske mõõta detaili kulumist δ_2''. Märksa lihtsam on mõõta läbimõõtu D_1. See läbimõõt määratakse tavaliselt sisemõõdu indikaatoriga. Detaili üldine kulumine on sel juhul:

$$\delta_2 = D_1 - D_n = \delta_2' + \delta_2''.$$

Kasutades augu kulumise ebaühtluse koefitsienti

$$\varrho_2 = \frac{\delta_2''}{\delta_2}, \text{ saame } \delta_2'' = \varrho_2 \delta_2.$$

Analoogiliselt võllikaelale on augu kulumise ebaühtluse koefitsient samuti piirides:

$$\varrho_2 = 0{,}5 \div 1{,}0.$$

Sellest lähtudes saame augu esimese remontmõõte:

$$D_{r_1} = D_n + 2(\varrho_2\delta_2 + x_2).$$

Töötlemisvaru x_2 määramisel tuleb arvestada järgmisi asjaolusid:

1) remontmõõte saavutamiseks kasutatavat augu töötlemisviisi (treimine, lihvimine, peenlihvimine jne.);
2) süsteemi — tööpink-detail-tööriist — jäikust;
3) detaili tööpingile asetamise ja kinnitamise ebatäpsust;
4) detaili deformeerumist tööpingile kinnitamisel.

Avaldust $2(\varrho_2\delta_2 + x_2) = \gamma_0$ nimetatakse augu remondiintervalliks.

Augu remontmõõdete arvu määramiseks on tarvis teada D_{max} väärtust, s. o. augu maksimaalläbimõõtu, mida võimaldab detaili konstruktsioon.

Detaili augu remontmõõdete arvu võib siis määrata valemiga:

$$n_0 = \frac{D_{max} - D_n}{\gamma_0}$$

tingimusel, et augu kõikide remontmõõdete remondiintervallid on ühesugused.

Seega saame augule järgmise remontmõõdete rea:

$$D_{r_1} = D_n + \gamma_0$$

$$D_{r_2} = D_n + 2\gamma_0$$

$$D_{r_3} = D_n + 3\gamma_0$$

. . . . . .

$$D_{rn} = D_n + n\gamma_0$$

Näide. Mootori silindri nominaalmõõde

$$D_n = 100{,}0^{+0{,}02} \text{ mm}.$$

Rea silindriplokkide kulumise uurimise tulemusena leiti, et

$$\varrho_2 = 0{,}7 \text{ ja } \delta_2 = 0{,}5 \text{ mm}.$$

Augu maksimaalmõõde määratakse silindri seina paksuse järgi ning lubatud $D_{max} = 103$ mm. Et treimise ja järgneva peenlihvimisega anda õõnele õige kuju, peab olema töötlemisvaru $x_2 = 0{,}15$ mm.

Remondiintervall on sel juhul:

$$\gamma_0 = 2(\varrho_2\delta_2 + x_2) = 2(0{,}7 \cdot 0{,}5 + 0{,}15) = 1 \text{ mm}$$

ja remontmõõdete arv

$$n_0 = \frac{D_{max} - D_n}{\gamma_0} = \frac{103 - 100}{1} = 3.$$

Silindritele saame seega järgmise remontmõõdete rea:

$$D_{r_1} = 100 + 1{,}0 = 101^{+0{,}02} \text{ mm}$$

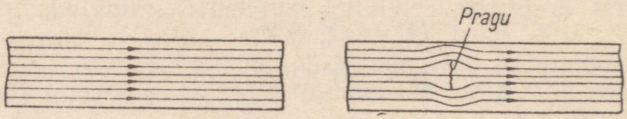
$$D_{r_2} = 100 + 2{,}0 = 102^{+0{,}02} \text{ mm}$$

$$D_{r_3} = 100 + 3{,}0 = 103^{+0{,}02} \text{ mm}.$$

3. Autodetailide sorteerimine

Detailide sorteerimine kõlblikkudeks, kõlbmatuteks ja remontivajavateks toimub tehniliste tingimuste kohaselt. Algul vaadatakse detailid väliselt üle, kasutades vajaduse korral lihtsaid või kahe okulaariga luupe.

Nähtamatute pragude avastamiseks detailides kasutatakse kaasaegsetes remondiettevõtetes magnetilisi defektoskoope. Defektoskoobi abil magneeditakse detail, et kujundada magnetväli defekti kohal. Magnetvälja tekkimise põhjuseks on magnetpooluste kujunemine prao äärtel. Polaarsust tekitab magnetilise läbitavuse muutumine prao kohal. Püüdes mööduda väikese magnetilise läbitavusega (ehk suurema magnetilise takistusega) kohtadest, väljuvad jõujooned magneetimisel detaili pinnast. Selle tulemusena kujuneb kohalik puistevoog ja magnetpoolused prao äärtel (joon. 34).



Joon. 34. Magnetvoo hajumisväli defekti ümbruskonnas

Pärast välise magneetimise lõpetamist moodustavad need poolused defekti kohal oma magnetvälja.

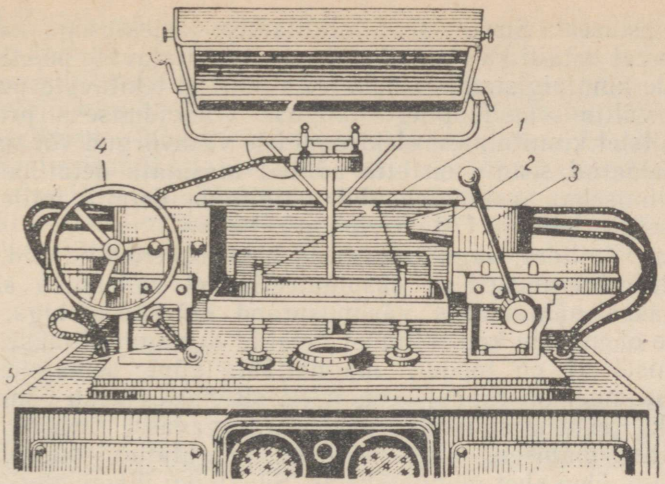
Selle välja avastamiseks valatakse ese üle spetsiaalse vedelikuga (petrooleum, transformaatoriõli), millesse on segatud peent metallipulbrit. Tavaliselt kasutatakse selleks magneetilise raudoksüüdi pulbrit. Toote sellele kohale, kus asub pragu, ilmub kitsas metallipulbri vöönd, mis määrab täpselt prao piirid.

Pikuti ja viltu asetsevate defektide avastamiseks on vaja detaili magneetida tsirkulaarselt. Põiksuunas asetsevate defektide avastamiseks tuleb detaili magneetida pikisuunas.

Joonisel 35 on toodud magnetiline defektoskoop.

Proovitav detail paigutatakse prismadele *1*, tõstetakse jalgpedaali abil elektromagneti pooluskingade *2* tasemele ja pigistatakse nende vahele kinni käsihoovaga *3*.

Detaili tihe kontakt elektromagneti kingadega tagatakse pigistusmehhanismi *5* hoova abil. Käsiratas *4* on ette nähtud detaili



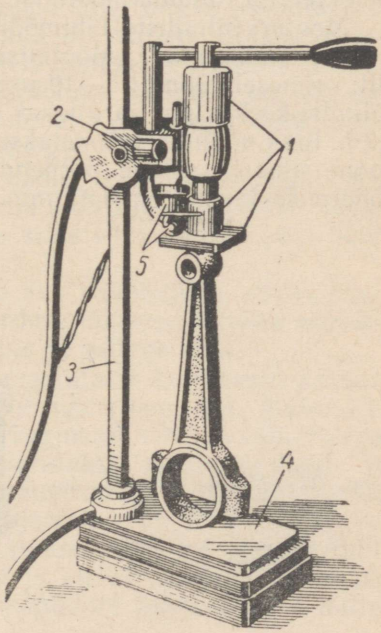
Joon. 35. Universaalne magnetiline defektoskoop МДВ

pööramiseks proovimise ajal. Defektoskoop võimaldab avastada igasuunalisi defekte ühekordse magneetimisega.

Joonisel 36 on toodud tsirkulaarse magneetimise abinõu.

Detaili magneeditakse lühiajaliste voolu impulssidega, mis läbivad vahetult detaili või õõnsasse detaili paigutatud voolujuhtiva vask- või valgevaskvarrast.

Seadme kontaktpea on nii valmistatud, et hoova vajutamisel lülitatakse vedrude abil sisse algul transformaatori sekundaarmähise ja seejärel primaarmähise vooluahel. Kui hooba tõsta, lülituvad vooluahelad välja vastupidises järjekorras. Niisuguse sisse- ja väljalülitamise järjestusega välditakse detaili demagneetimine, mis oleks võimalik voolu katkestamisel, kui ei peeta kinni ettenäh-



Joon. 36. Poolautomaatne elektromagnetiline rakis ЦН-2 tsirkulaarseks magneetimiseks:

1 — elektroodiga kontaktpea; *2* — kronstein; *3* — hammaslatt peakronsteini tõstmiseks ja allalaskmiseks; *4* — vasest aluslaud — elektrood; *5* — transformaatori primaarmähise lüliti

tud järjestusest. Sisse- ja väljalülitamise järjestusega kaitstakse proovitavat detaili ka elektrikaare poolt tekitatavate põletiste eest. Detailide kinnipigistamisel kohalikke põletisi tekitavate punktkontaktide vältimiseks ja pinge languse ärahoidmiseks proovitava detaili otstel kinnitatakse elektroodidele vaskvõrgud või tinalehed.

Kirjeldatud seadis on ette nähtud masinate detailide kiireks kontrollimiseks. Seadmesse võib paigutada detaili, mille pikkus on 70 cm ja ristlõige 170 cm^2.

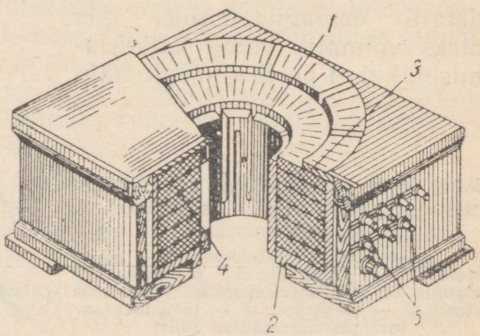
Reas detailides, nagu kolvisõrmed, käändteljed, klapid, vedrud jt., millede koormused on ekspluateerimisel vahelduva suunaga, avastatakse nähtamatud väsimuspraod defektoskoobiga. Pärast pragude olemasolu kontrollimist detailid demagneeditakse.

Joonisel 37 on toodud magnetlääts-tüüpi demagnetisaatori lõige. Seadmel on rauast kest, mille sisemuses asub õõnes raudsüdamik. Kesta ja südamiku vahelisse sügavasse ringõnarasse on paigutatud mähised, mille peale on paigutatud raudrõngas, et vähendada õhuvahet magnetahelas. Südamiku ülemine ots on äärmiste mähiste tasemest veidi madalamal. Seda on tehtud selleks, et tuua magnetväli võimalikult rohkem välja ja tekitada seega välja «lehvikus» suuremat ebaühtlust. Seadmes kasutatakse vahelduvvoolu. Pöörisvoolude vältimiseks on magnetahela kõikidel osadel sisselõiked.

Demagneetimine toimub detailide ümberpaigutamisega laual, paralleelselt mähise keerdude tasapinnale.

Detailide sorteerimisel kõlblikkude, kõlbmatute ja remontivajavate gruppidesse peab defekteerija neid mõõtma. Selleks peab defekteerija tundma mõõtmise peamisi võtteid.

Mootori silindrite läbimõõtude määramisel kasutatakse tavaliselt siseindikaatorit. Mõõtmisi toimetatakse silindri kolmel vööndil: esimesel vööndil 5—10 mm kaugusel silindri ülemisest äärest, silindri keskpaigas ja allosas — seal, kus veel töötavad kolvirõngad. Igas vööndis mõõdetakse kahes ristsihis — väntvõlli telgjoone sihis ja sellele perpendikulaarselt. Silindrite läbimõõtude mõõtmise täpsus on 0,01 mm.



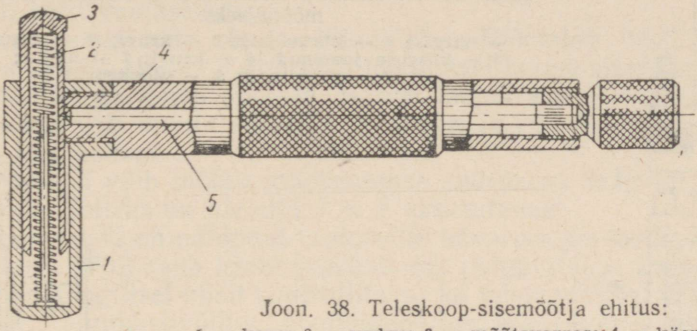
Joon. 37. Magnetläätsega demagnetisaatori lõige:

1 — südamik; *2* — kest; *3* — rõngas; *4* — pool; 5 — klemmid

Kolbide läbimõõte mõõdetakse tavaliselt mikromeetriga kahes vööndis: ülemises vööndis — pealpool kolvisilma ja alumises — 5 mm kaugusel kolvi alläärest. Mõõdetakse kahes ristsihis — kolvisõrme telgjoone sihis ja sellega risti. Mõõtmiste täpsus on 0,01 mm.

Kolvisilmade läbimõõdud määratakse väikese siseindikaatoriga. Tavaliselt mõõdetakse ühes vööndis — kolvi silma keskkohas kahes ristsihis — kolvi telgjoone sihis ja sellega risti.

Juhul kui siseindikaator puudub, võib kolvisilma mõõta teleskoop-sisemõõtjaga (joon. 38) ja määrata seejärel mõõde mikromeetriga.



Joon. 38. Teleskoop-sisemõõtja ehitus:
1 — kere; *2* — vedru; *3* — mõõtevarras; *4* — käepide; *5* — pidurkruvi

Kolvirõngaste soonte laiust mõõdetakse tavaliselt etaloon-kolvirõnga ja lehtkaliibrite abil. Etaloon-kolvirõngas paigutatakse kolvirõnga soonde, kuhu see peab minema vabalt. Etaloon-kolvirõnga ja kolvirõnga soone seina vahele pistetakse vastavas paksuses lehtkaliiber. Kolvirõnga soone lõplikuks mõõduks on etaloon-kolvirõnga ja lehtkaliibri paksuse summa. Kolvirõnga soone laiust mõõdetakse kolmes kohas, 120° vahedega.

Väntvõlli kepsu- ja raamlaagri kaelte läbimõõte mõõdetakse mikromeetriga. Tavaliselt määratakse võllikaelte mõõdud kahes vööndis (õndla läheduses) ja kahes sihis — väntvõlli põse telgjoone sihis ja sellega risti.

Kepsu alumise pea laagriliudade ava mõõdetakse siseindikaatoriga. Avasid mõõdetakse liua ümarduse läheduses kahes vööndis ja kahes sihis — kepsu telgjoone sihis ja sellega risti.

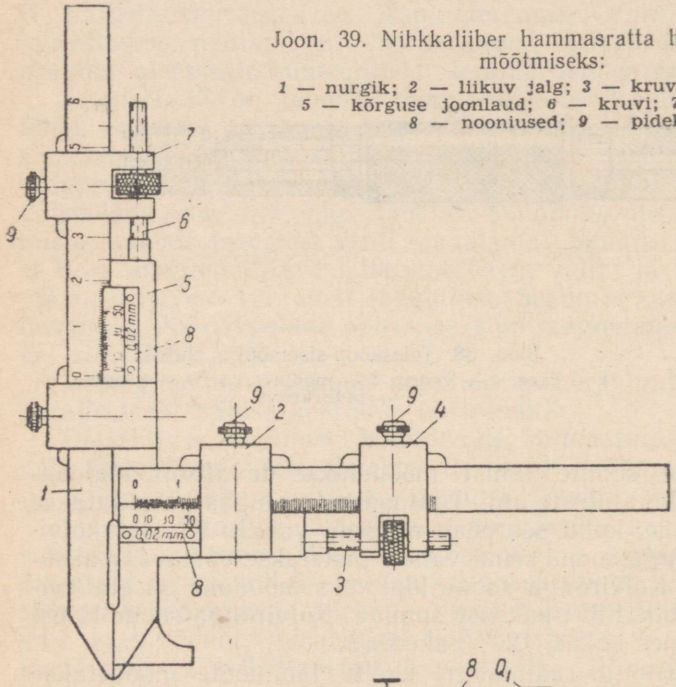
Sirgete hammastega silinderhammasrataste hammaste paksusi mõõdetakse hambamõõtmise nihkkaliibriga (joon. 39). Mõõtmisel määratakse kolme hamba paksus algringjoonel 120°-se vahemaaga.

Kuullaagrite defekteerimisel määratakse nende radiaal- ja aksiaallõtk. Joonisel 40 on toodud seadme skeem radiaallõtku määramiseks indikaatoriga. Kuullaagri sisemine rõngas paigutatakse seadme astmelisele tornile ja pigistatakse mutriga kinni. Kuullaagri välise rõnga peal asub toru *3* ja all varda *2* pea. Hoobade süsteemi abil on toru *3* ja varras *2* ühendatud joonlauaga *1*, millel

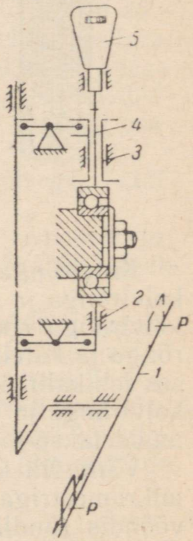
liigub viht *P*. Torus *3* asub varras *4*, mille üks ots toetub laagri välisele rõngale ja teine minimeetri *5* jalale.

Kui viht *P* asub paremal, siis vajutab toru *3* laagri välisele rõngale ülevalt ja see liigub allapoole. Vihi asudes vasakul surub varras *2* laagri välimist rõngast ülespoole. Laagri välise rõnga liikumise suurus (lõtk) määratakse minimeetriga. Lõtku mõõtmisel võib laagri välimist rõngast käega pöörata.

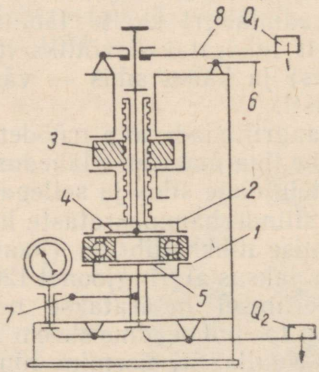
Joonisel 41 on toodud seadme skeem kuullaagri aksiaallõtku määramiseks.



Joon. 39. Nihkkaliiber hammasratta hambapaksuse mõõtmiseks:
1 — nurgik; *2* — liikuv jalg; *3* — kruvi; *4* — liugur; *5* — kõrguse joonlaud; *6* — kruvi; *7* — liugur; *8* — nooniused; *9* — pidekruvid



Joon. 40. Kuullaagrite radiaallõtku määramise seadme skeem



Joon. 41. Kuullaagrite aksiaallõtku määramise seadme skeem

Kuullaagri välimine rõngas pigistatakse mutriga *3* liikumatu tasapinna *1* ja liikuva *2* vahele. Laagri sisemise rõnga otste vastu toetub pealt seib *4* ja alt seib *5*. Seibidele vajutavad vihid Q_1 ja Q_2, mis on nii valitud, et vihi Q_1 surve laagri sisemisele rõngale oleks kaks korda suurem kui vihi Q_2 surve.

Vihi Q_1 väljalülitamiseks vajutatakse hoob *6* alla. Selles asendis mõjub laagri sisemisele rõngale ainult viht Q_2 ja rõngas tõuseb ülespoole.

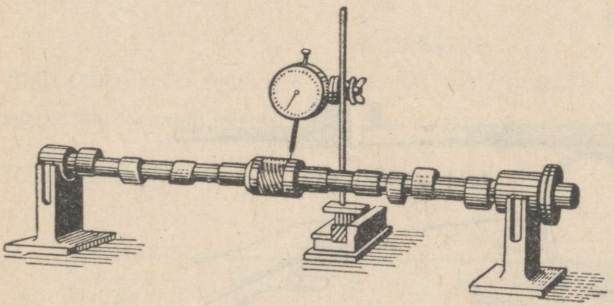
Kui hoob *6* on tõstetud üles, siis mõjub laagri sisemisele rõngale ülalt kaks korda suurem jõud kui alt. Selle tulemusena mõjub laagri sisemisele rõngale nüüd samasugune jõud kui esimesel juhul, kuid vastassuunas.

Laagri sisemise rõnga liikumist mõõdetakse indikaatoriga hoova kaudu. Hoova *7* abil võib mõõtmisel laagri sisemist rõngast väikese nurga võrra pöörata. Survet laagri sisemise rõnga lauppindadele võib muuta vihi Q_2 vahetamise ja vihi Q_1 ümberpaigutamise teel hooval *8*.

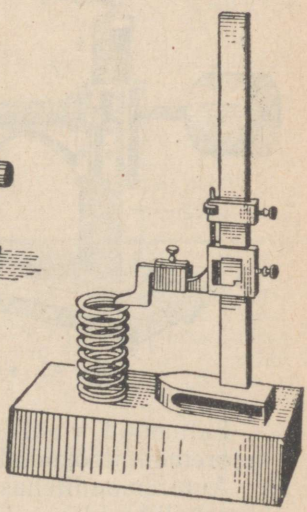
Seadmel võib mõõta mitmesuguse suurusega laagrite aksiaallõtkusid. Selleks on plaadid *1* ja *2* vahetatavad.

Joonisel 42 on näidatud jaotusvõlli kõveruse kontrollimine indikaatoriga. Võll asub kahel prismal, mis paigutatakse kontrollplaadile. Analoogilisel viisil kontrollitakse ka teiste võllide, nagu väntvõllide, käigukastivõllide, pooltelgede jne. kõverdumisi. Võlle võib kontrollida ka tsentrite vahel. Enne seda tuleb kontrollida võlli tsentriauke.

Joonisel 43 on näidatud klapivedru vaba pikkuse määramine kõrgusemõõtjaga kontrollplaadil. Vedrude elastsust kontrollitakse vihtidega varustatud hoobseadmetega või hüdrauliliste seadme-



Joon. 42. Jaotusvõlli kõveruse kontrollimine

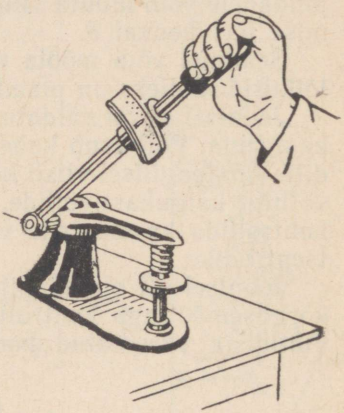


Joon. 43. Klapivedru kõrguse kontrollimine kõrgusemõõtjaga

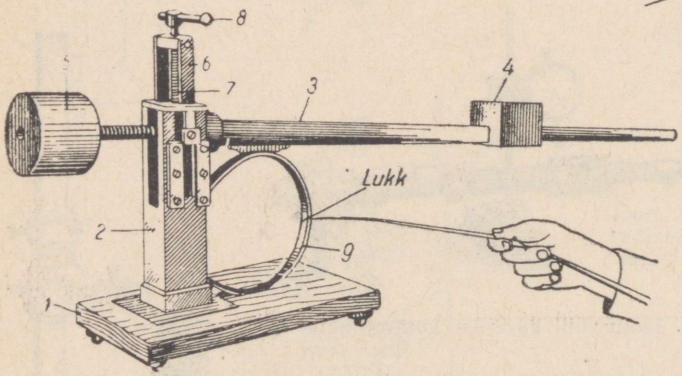
tega. Viimased on ebatäpsed, sest ümbritseva õhu temperatuur muudab kasutatava vedeliku sitkust. Hoobseadmed on täpsemad.

Joonisel 44 on toodud lihtsaim vedrude proovimise seadis, mis töötab dünamomeetrilise võtme põhimõttel.

Joonisel 45 on toodud üks kolvirõngaste elastsuse proovimise seadmeid. Seadis koosneb alusest *1*, sambast *2*, hoovast *3* vihiga *4* ja vastukaalust *5*. Hooval *3* on kilogrammjaotustega skaala. Hooba *3* võib tõsta üles või lasta alla seadise abil, mis koosneb raamist *6* ja pööraga *8* varustatud kruvist *7*. Algul tuleb seadis üles seada rõnga teatud mõõte järgi. Selleks nihutatakse viht *4* hoova *3* null-asendisse, pöörates vastukaalu ühes või teises suunas ja viies seega hoova *3* tasakaaluasendisse. Seejärel seatakse hoob sellisele kõrgusele, et kolvirõnga *9* lukuvahe normaalse pilu korral oleks hoob *3* horisontaalses asendis. Pärast seda võib seadisel mõõta nende rõngaste elastsust, mille jaoks ta on üles seatud.



Joon. 44. Vedrude katsetamise abinõu



Joon. 45. Kolvirõngaste elastsuse määramise abinõu

Eeltoodud viisil defekteeritakse tavaliselt detaile väikestes autoremonditöökodades.

Autoremonditehastes on võimalik kasutada piirkaliibreid (praakimiskaliibreid) — kork- ja harkkaliibreid ning šabloone. Detaili

kulunud auku mõõdetakse näiteks kahe korkkaliibriga. Kui esimene neist, läbimõõdus $d_1 = d_n + \delta_{lub}$, ei lähe auku, tähendab see, et detail on kõlblik kasutamiseks remontimatult; kui teine, läbimõõdus $d_1 = d_n + \delta_{rem}$, ei lähe auku, tähendab see, et detail on kõlblik remontimiseks (esimene korkkaliiber läheb sellesse auku). Kui ka teine korkkaliiber läheb auku, siis loetakse detail kõlbmatuks.

Võllide läbimõõtusid kontrollitakse analoogiliselt eeltooduga piir-harkkaliibritega. Pikkusi kontrollitakse šabloonidega — hammasratta hammaste paksuse kulumisi kontrollitakse näiteks U-kujuliste šabloonidega.

Detailide kontrollsorteerimiseks tuleb tehniliste tingimuste alusel määrata praakimistööriistade mõõted ja lasta valmistada niisuguste tööriistade täielikud komplektid. Praakimistööriistu hoitakse agregaatide, s. o. mootori, käigukasti jne. järgi komplektidena, mis lihtsustab nende kasutamist.

Piirmõõduriistade kasutamine tõstab järsult defekteerijate töövõudlust, parandab kontrolli kvaliteeti mõõdete lugemisvigade vältimise kaudu ja säästab tunduvalt kallihinnalisi universaalmõõduriistu, nagu mikromeetreid, nihkkaliibreid, sisemikromeetreid jne.

Välise ülevaatuse ja mõõtmistel saadud andmete järgi määrab kontrolör-defekteerija tehniliste tingimuste alusel grupi, millesse üks või teine detail kuulub.

Gruppidesse sorteerimisel märgistatakse detailid tavaliselt vastava värviga. Reas autoremondiettevõtetes märgistatakse kõlbmatuid detaile punase, remontivajavaid kollase ja kõlblikke rohelise värviga.

Detailide sorteerimise tulemused märgitakse eridokumendile, mida nimetatakse defektleheks. Tabelis 4 on toodud niisuguse defektlehe vorm.

Tabel 4

Defektleht .....

Auto (agregaadi) mark .....

mis kuulub remontimisele .....
(ettevõtte nimetus)

töökorralduse ..... alusel, mis on välja antud .....
(kelle poolt)

Koostatud ..... 196 ... a.

Jrk. nr.	Detaili nr. kataloogis	Agregaadi või detaili nimetus	Detailide arv ühele autole	Detailide seisukord				Mis on vaja teha	Märkus täitmise kohta
				kõlblikud	kõlbmatud	remontivajavad	puudu-vad		

Tabel 5

Defektleht nr. .....

agregaadile .....

Nr. kataloogis	Detaili nimetus	Arv ühele autole	Detailid				Komplekteerimis-lattu (kõlblikud detailid) (1)			Remonti ootavate detailide lattu (remontivajavad) (2)			Varuosade lattu (kõlbmatud ja puuduvad) (3)			Utiili lattu (kõlbmatud detailid) (4)	
			Kõlblikud	Remontivajavad	Kõlbmatud	Puuduvad	Nr. kataloogis	Arv ühele autole	Detailide arv	Nr. kataloogis	Arv ühele autole	Detailide arv	Nr. kataloogis	Arv ühele autole	Detailide arv	Nr. kataloogis	Detailide arv
1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2

Tabelis 5 on toodud teistsuguse defektlehe vorm. Selle küljest rebitakse pärast täitmist neli riba.

1. Riba (1) koos kõlblikkude detailidega saadetakse komplekteerimislattu. Selle dokumendi põhjal võetakse arvele kõlblikud detailid.

2. Riba (2) koos remontivajavate detailidega saadetakse remontiootavate detailide lattu. Selle dokumendi põhjal võetakse arvele remontivajavad detailid.

3. Riba (3) kõlbmatute ja puudulikkude detailide kohta saadetakse varuosade lattu. Selle dokumendi põhjal antakse komplekteerimislattu varuosad koos kõlbmatute ja puudulikkudega.

4. Riba (4) saadetakse koos kõlbmatute detailidega utiili lattu, kus need detailid võetakse arvele metalliliikide järgi.

Tabel 6

Käändtelje remondil kasutatavad marsruudid

Marsruudi nr.	Marsruudisse kuuluvate defektide nimetus	Remondi marsruutkoefitsient K_m*	Remondi otstarbekuse koefitsient K_O**
1	a) Mutrialuse keerme mõlgid, mis on kõrvaldatavad ülelõikamisega b) Käändtelje poldi murdumine	Parempoolne käändtelg 0,25 Vasakpoolne käändtelg 0,38	0,01
2	a)) Sama, mis 1. marsruudil b)) c) Sisemise laagrialuse kaela kulumine, kusjuures välise laagri all olev kael taastatakse ükskõik millise seisukorra puhul	Parempoolne 0,49 Vasakpoolne 0,40	0,15 / 0,30
3	a) Mutrialuse keerme täielik kulumine b) Välise laagrialuse kaela kulumine, kusjuures sisemise laagri all olev kael taastatakse ükskõik millise seisukorra puhul c) Käändtelje poldi kaitsekaane poldi murdumine	0,14	0,20 / 0,40
R	Erakordne marsruut	0,06	

* Marsruutkoefitsient K_m on antud marsruudil olevate defektide arvu ja läbikontrollitud detailide arvu suhe.

** Remondiotstarbekuse koefitsient K_o kujutab 1 km läbisõidu kohta remonditud detaili ja uue detaili kulutuste suhet.

Kaasaegsetes autoremondiettevõtetes juurutatakse detailide remondil marsruuttehnoloogiat. See seisab selles, et detailidel esineb kontrollimisel sageli korduvaid defekte. Peale selle on avastatud, et detailide defektidel on teatud ühtsus.

Nende kaalutluste põhjal võib igale detailile määrata teatud marsruudid, mis vastavad detailidel tegelikult esinevatele defektidele, milledega detailid lähevad remonti.

Need marsruudid, mis põhinevad detailide defektide uurimisel, määratakse kindlaks erilise vormi kohaselt. Näiteks toome käändtelje remondi marsruudid (tab. 6).

Ülalnimetatud marsruutide järgi koostatakse remondi jaoks tehnoloogilised tüüpkaardid, mis näevad ette kõige kasulikuma operatsioonide järjestuse defektigruppide kohta, mis kuuluvad marsruudi koosseisu.

Kontrolöride ülesandeks on iga detaili sorteerimisel määrata teatud marsruut ja märkida see detailile või detaili juures olevale lipikule. Seejärel jaotatakse remonti ootavate detailide laos need kindlatele marsruutidele, mis ei nõua lao riiulitelt nii suurt sahtlite arvu.

Vastavalt sellele, kuidas sahtlitesse koguneb ühesuguse marsruudi detaile, saadetakse need varem väljatöötatud tehnoloogia järgi vastavatesse tsehhidesse remontimiseks.

Erakordse marsruudiga (R) detailide remonti tuleb teha vastavalt detailide kogunemisele, spetsiaalselt väljatöötatud tehnoloogia ja dokumentatsiooni järgi. Kuid niisuguseid detaile, nagu on näidanud marsruuditehnoloogia kasutuselevõtmise kogemused, on väga vähe.

Remondi marsruuttehnoloogia juurutamine tagab:
ranget korda detailide remontimise tsehhides;
detailide remontfondi arvestust;
detailide remonttööde planeerimise lihtsust;
autode remondi kõrget kvaliteeti ja omahinna alandamist.

6. PEATÜKK

AUTODETAILIDE KOMPLEKTEERIMINE

Autoremondiettevõtte komplekteerimislaos kogutakse kokku kõlblikud detailid, remonditud detailid ja varuosad, mis saadi kõlbmatute asemele. Nendest detailidest komplekteeritaksegi sõlmed, agregaadid ning auto tervikuna.

Komplekteerimisel tuleb algul sõlmede ja agregaatide remonditud baasiliste detailide järgi valida mõõdete, vajaduse korral ka kaalu järgi kõik ülejäänud detailid. Seejärel antakse komplekteeritud sõlmed ja agregaadid kokkupanemisele.

1. Detailide valimine

Komplekti koostamiseks valitakse ainult need detailid, mis rahuldavad täielikult sõlmede ja agregaatide kokkupaneku tehnilisi tingimusi.

Näiteks kasutame mootori detailide valimist. Mootori komplekteerimisel on baasiliseks detailiks silindriplokk.

Algul valitakse silindrite mõõdete järgi kolvid. On teada, et mootori silindritel on mitu remontmõõdet. Auto ГАЗ-51 mootoril, mille silindri nominaalmõõde on $\frac{81{,}880}{81{,}940}$, on viis peamist remontmõõdet

$$1. -\frac{82{,}488}{82{,}548}; \quad 2. -\frac{82{,}788}{82{,}848}; \quad 3. -\frac{82{,}988}{83{,}048};$$

$$4. -\frac{83{,}238}{83{,}298}; \quad 5. -\frac{83{,}488}{83{,}548},$$

s. o. silindrite läbimõõdu suurenemised + 0,5; + 0,80; + 1,0; + 1,25 ja + 1,50 mm võrra.

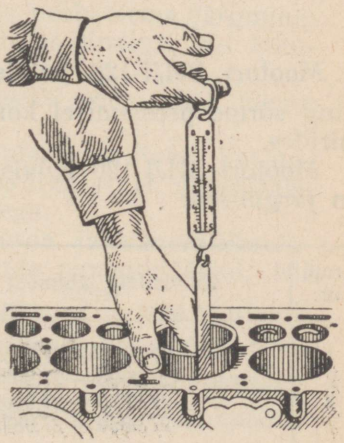
Mootori ЗИЛ-120 silindritel on nominaalläbimõõdu $\frac{101{,}56}{101{,}62}$ mm juures kolm remontmõõdet, läbimõõdu suurenemistega + 0,5; + 0,10 ja 1,5 mm.

Vastavalt eeltoodud nominaal- ja remontmõõdetele valitakse kolvid. Kolbidel on samasugused remontmõõted kui silindritel. Nii näiteks on mootori ГАЗ-51 kolbidel viis ja mootori ЗИЛ-120 kolbidel kolm remontmõõdet.

Kolvid valitakse silindri ja kolvi vahelise lõtku järgi. Lõtk mootori ГАЗ-51 silindri ja kolvi vahel (mõõdetult perpendikulaarselt kolvisõrme telgjoonele) peab näiteks olema 0,012—0,024 mm piirides. Mootoril ЗИЛ-120 peab analoogiline lõtk olema 0,08—0,10 mm piirides.

Lõtku kontrollimiseks tõmmatakse silindri ja kolvi vahelt läbi lehtkaliiber, nagu näidatud joonisel 46.

Mootori ГАЗ-51 lõtku mõõtmiseks kasutatakse lehtkaliibrit, mille laius on 13, pikkus 250 ja paksus 0,05 mm. Selle lehtkaliibri läbitõmbamiseks vajalik jõud peab olema 2,25—3,25 kg



Joon. 46. Lõtku kontrollimine silindri ja kolvi vahel kaliiberlehe läbitõmbamisega

piirides. Mootori ЗИЛ-120 lõtku määramiseks kasutatakse 13 mm laiust, 200 mm pikkust ja 0,10 mm paksust lehtkaliibrit. Läbitõmbamiseks vajalik jõud peab olema 2,25—3,65 kg piirides.

Peale mõõdete tuleb kolbide valikul arvestada ka kolbide kaalu. Nii näiteks ei tohi mootorile ГАЗ-51 valitavad kolvid ühes mootoris erineda kaalult rohkem kui 4 g ja mootori ЗИЛ-120 kolvid mitte rohkem kui 8 g.

Järgnevalt valitakse kolbidele rõngad ja sõrmed. Kolvisilmal võivad samuti olla remontmõõteid. Mootori ГАЗ-51 kolvisilmal, nominaalmõõtega $\frac{21{,}985}{21{,}995}$, on kolm remontmõõdet, läbimõõdu suurenemistega + 0,08; + 0,12 ja + 0,20 mm. Mootori ЗИЛ-120 kolvisilma nominaalläbimõõt on $\frac{27{,}985}{27{,}995}$ ja kolm remontmõõdet + 0,05; + 0,10; + 0,20 mm.

Kolvisilmade järgi valitakse kolvisõrmed. Alumiiniumisulamist valmistatud kolbidesse pressitakse sõrmed tavaliselt pinguga. Mootori ГАЗ-51 kolvisõrmedel, nominaalmõõduga $\frac{21{,}99}{22{,}00}$ mm, on kolm remontmõõdet läbimõõdu suurenemistega + 0,08; + 0,12 ja + 0,20 mm. Sõrme pressimisel kolvisse peab ping olema 0,0025—0,0075 mm piirides. Selleks et kergendada kolvisõrmede valikut kolvisilmade järgi, jaotatakse need detailid mõõdugruppidesse. Mootori ГАЗ-51 kolvisilmadel ja -sõrmedel on neli gruppi:

Grupi nr.	Kolvisilma läbimõõt mm	Kolvisõrme läbimõõt mm
1	21,9850 — 21,9875	21,9900 — 21,9925
2	21,9875 — 21,9900	21,9925 — 21,9950
3	21,9900 — 21,9925	21,9950 — 21,9975
4	21,9925 — 21,9950	21,9975 — 22,0000

Mootori ЗИЛ-120 kolvisõrme nominaalmõõde on $\frac{27{,}99}{28{,}00}$ mm. Ping sõrme pressimisel kolvisse peab olema 0,0025—0,0075 mm piirides.

Mootori ЗИЛ-120 kolvisilmade ja kolvisõrmede mõõdugrupid on järgmised:

Grupi nr.	Kolvisilma läbimõõt mm	Kolvisõrme läbimõõt mm
1	27,9925 — 27,9950	27,9975 — 28,0000
2	27,9900 — 27,9925	27,9950 — 27,9975
3	27,9875 — 27,9900	27,9925 — 27,9950
4	27,9850 — 27,9875	27,9900 — 27,9925

Kolbide ja silindrite järgi valitakse kolvirõngad. Kolvirõngaste remontmõõde peab vastama silindrite remontmõõtele. Peale selle peab kolvirõngaste soontes olema teatud lõtk kõrguti. Nii näiteks mootori ЗИЛ-120 kompressiooni- ja õlirõngastel, välise nimiläbimõõduga 101,6 mm, on kolm remontmõõdet läbimõõdu suurenemistega 0,5; 1,0 ja 1,5 mm. Lõtkud kõrguti kolvirõnga ja soone seina vahel peavad olema järgmistes piirides:

— kompressioonirõngastel — 0,035 — 0,072 mm,
— õlirõngastel — 0,035 — 0,080 mm.

Kolvirõngaste lukuvahed peavad olema: ülemistel kroomitud rõngastel — 0,25 — 0,60 mm, ülejäänud rõngastel 0,25 — 0,45 mm.

Mootori ГАЗ-51 kompressiooni- ja õlirõngastel on peale nominaalmõõte veel viis remontmõõdet läbimõõdu suurenemistega 0,5; 0,8; 1,00; 1,25 ja 1,50 mm.

Lõtkud kõrguti kolvirõnga ja soone vahel peavad olema järgmistes piirides:

ülemistel kompressioonirõngastel — 0,050 — 0,082 mm,
alumistel kompressiooni- ja
õlirõngastel . — 0,035 — 0,067 mm.

Kolvirõngaste lukuvahe peab olema 0,24 — 0,45 mm piirides.

Kolvirõngaste valikul tuleb peale mõõdete arvestada ka elastsust. Mootori ЗИЛ-120 kolvirõnga kokkusurumisel perpendikulaarselt lukule nominaal- või remontläbimõõduni peab jõu suurus olema:

ülemisel kompressioonirõngal — vähemalt 5 kg,
keskmisel kompressioonirõngal — 4,5 — 7,0 kg,
õlirõngal — 3,7 — 5,7 kg.

Mootori ГАЗ-51 kolvirõngaste vetruvus peab olema järgmine: jõud kompressioonirõnga kokkusurumiseks lindiga, kui lukuvahe jääb 0,20 — 0,45 mm, peab olema 1,9 — 2,7 kg;

õlirõnga samasuguseks kokkusurumiseks peab jõud olema 1,6 — 2,2 kg.

Järgnevalt valitakse mootoriploki raamlaagrite liuad. Seejuures tuleb silmas pidada, et mootori koostvõtmisel ei vahetataks raamlaagrite kaasi teiste mootorite omadega.

Raamlaagrite liuad valitakse laagripesade ja väntvõllikaelte mõõtude järgi. Väntvõlli tugikaeltel on rida remontmõõteid. Nii näiteks on mootori ГАЗ-51 nominaalmõõduga $\frac{63{,}987}{64{,}000}$ mm väntvõlli tugikaelal kuus remontmõõdet läbimõõdu vähenemistega 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 ja 1,50 mm. Vastavalt sellele on nominaalläbimõõduga $\frac{64{,}026}{64{,}052}$ mm raamlaagriliudadel remontmõõted läbimõõdu vähenemistega 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 ja 1,50 mm.

Mootori ЗИЛ-120 väntvõlli nominaalmõõduga $\frac{65{,}980}{66{,}000}$ mm raamlaagrikaelal on remontmõõted läbimõõdu vähenemistega 0,3; 0,6; 1,0; 1,5 ja 2,00 mm. Vastavalt sellele on raamlaagriliudadel samasuguste läbimõõdu vähenemistega remontmõõted.

Remondil töödeldakse kõik väntvõlli tugikaelad ühte mõõtesse, mis kergendab laagriliudade valimist.

Pärast raamlaagriliudade valimist otsitakse välja kepsud ja kepsulaagrite liuad.

Selleks on vaja teada väntvõlli kepsukaelte mõõte.

Mootori ГАЗ-51 väntvõllikaelal nominaalmõõduga $\frac{51{,}487}{51{,}500}$ mm on remontmõõted läbimõõdu vähenemistega 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 ja 1,50 mm.

Sellele vastavalt on sisemise nominaalmõõduga $\frac{51{,}512}{51{,}538}$ mm kepsulaagrite liudadel samuti remontmõõted läbimõõdu vähenemistega 0,25; 0,50; 0,75; 1,00; 1,25 ja 1,50 mm. Mootori ЗИЛ-120 väntvõlli kepsukaelal nominaalläbimõõduga $\frac{61{,}980}{62{,}000}$ mm on remontmõõted läbimõõdu vähenemistega 0,3; 0,6; 1,00; 1,50 ja 2,00 mm. Kepsulaagrite liudadel on vastavalt samasuguse siseläbimõõdu vähenemistega remontmõõted.

Kolvisõrme läbimõõt valitakse kepsu ülemise pea puksi augu järgi. Mootori ГАЗ-51 kepsu ülemise pea puksil, nominaalmõõduga $\frac{21{,}997}{22{,}007}$ mm, on kolm remontmõõdet augu läbimõõdu suurenemistega 0,08; 0,12 ja 0,20 mm. Mootori ЗИЛ-120 kepsu ülemise pea puksi augu läbimõõt on $\frac{27{,}997}{28{,}007}$ mm.

Puksil on kolm remontmõõdet suurenemistega 0,05, 0,10 ja 0,20 mm. Mootoritel ГАЗ-51 ja ЗИЛ-120 on kepsu puksi augu ja kolvisõrme vaheline lõtk 0,0045 ja 0,0095 mm piirides. See saavutatakse pukside aukude sorteerimisega mõõdugruppide järgi.

Lisaks kepsu valikule mõõdu järgi tuleb kolb koos kepsuga valida ka kaalu järgi. Ühte komplekti kuuluvate kokkumonteeritud kolvi-kepsugrupi kaalude erinevus ei või näiteks olla

mootoril ЗИЛ-120 — mitte üle 20 g,
mootoril ГАЗ-51 — mitte üle 14 g.

Sisse- ja väljalaskeklapid valitakse mootoriplokis olevate klapivarre juhtpukside järgi.

Mootori ГАЗ-51 klapivarre juhtpuksi nominaalmõõde on $\frac{9{,}000}{9{,}022}$ mm. Esimene remontmõõde on 0,25 mm võrra väiksem kui nominaalmõõde. Nende aukude järgi valitakse klapivarred (tabel 7).

Tabel 7

Klapivarte nominaal- ja remontmõõted

Mootori ГАЗ-51 klapid	Mõõted mm	
	nominaal-	esimene remont-
Sisselaske-	$\frac{8{,}925}{8{,}950}$	$\frac{8{,}675}{8{,}700}$
Väljalaske-	$\frac{8{,}898}{8{,}920}$	$\frac{8{,}650}{8{,}670}$

Mootori ЗИЛ-120 klapivarre puksi augu nominaalläbimõõt on $\frac{9{,}500}{9{,}530}$ mm. Puksi augu remontmõõted on 0,25 mm võrra väiksemad. Nende mõõdete järgi valitakse sisse- ja väljalaskeklappide varred. Klapivarre nominaalläbimõõt on $\frac{9{,}45}{9{,}48}$ mm, remontmõõted on 0,25 mm võrra väiksemad.

Tõukuriaukude järgi mootoriplokis valitakse tõukurid. Mootori ГАЗ-51 tõukuriaugul, nominaalmõõduga $\frac{16{,}000}{16{,}019}$ mm, on neli remontmõõdet: +0,20; +0,80; +1,50 ja +0,20 mm. Aukude järgi valitakse tõukurid. Nominaalläbimõõduga $\frac{15{,}982}{15{,}994}$ mm tõukuril on neli samasugust remontmõõdet.

Jaotusvõlli puksiaukude järgi mootoriplokis valitakse mootori jaotusvõll. Mootori ГАЗ-51 jaotusvõlli puksiaukude läbimõõdud on järgmised:

eesmisel puksil $\frac{52{,}025}{52{,}050}$ mm, kolmandal puksil $\frac{50{,}025}{50{,}050}$ mm,

teisel puksil $\frac{51{,}025}{51{,}050}$ mm, tagumisel puksil $\frac{48{,}025}{48{,}050}$ mm.

Igal puksil on neli remontmõõdet läbimõõdu vähenemistega 0,20; 0,40; 0,60 ja 0,80 mm.

Jaotusvõlli kaeltel on järgmised nominaalmõõted:

esimesel kaelal $\frac{51{,}980}{52{,}000}$ mm, kolmandal kaelal $\frac{49{,}983}{50{,}000}$ mm,

teisel kaelal $\frac{50{,}980}{51{,}000}$ mm, neljandal kaelal $\frac{47{,}983}{48{,}000}$ mm.

Igal võllikaelal on samuti neli remontmõõdet. Mootori ЗИЛ-120 jaotusvõlli puksiaugul, nominaalmõõduga $\frac{54{,}000}{54{,}030}$ mm, on neli remontmõõdet läbimõõdu vähenemistega 0,20 ja 0,40, 0,6 ja 0,8 mm.

Vastavalt sellele on nominaalmõõduga $\frac{53{,}93}{53{,}95}$ mm jaotusvõlli tugikaeltel samuti neli — 0,2 ja 0,4, 0,6 ja 0,8 mm võrra vähendatud — remontmõõdet.

Analoogiliselt valitakse detaile ka teistele agregaatidele.

Käigukasti komplekteerimise baasiliseks detailiks on tavaliselt karter, mille järgi valitakse kõik teised detailid.

Tagasilla komplekteerimine algab samuti karterist, mille kohaselt valitakse kõik teised detailid.

Iga agregaadi ja sõlme komplekteerimine detailidega algab seega alati baasilisest detailist, mille juurde valitakse kõik teised detailid mõõdete ja vajaduse korral ka kaalu järgi.

Komplekteerimisel on rea detailide juures vaja teha sobitustöid.

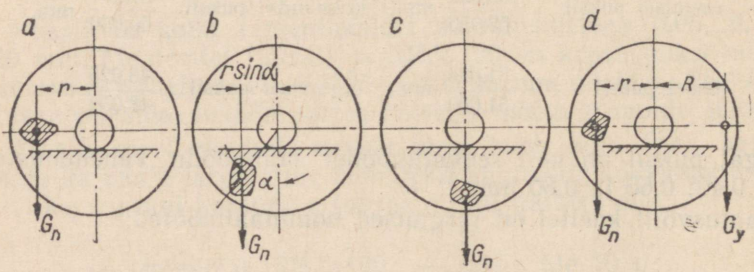
2. Detailide tasakaalustamine

On teada, et detailide tasakaal on staatiline ja dünaamiline.

Staatilise tasakaalu korral asub detaili raskuskese pöörlemisteljel.

Dünaamilise tasakaalu korral peab esiteks detaili raskuskese asetsema pöörlemisteljel, teiseks peavad puuduma igasugused momendid tsentrifugaaljõududest, mis mõjuvad pöörlemistelge läbivas tasapinnas.

Joonisel 47, *a* on kujutatud tasakaalustamata detail, mis on asetatud horisontaalsele juhtteedele tuginevale võllile. Sel juhul tekitab tasakaalustamata massi raskusjõud G_n pöördemomendi $M_k = G_n r$, mis paneb detaili juhtpindadel veerema.



Joon. 47. Detaili staatiline tasakaalustamine

Selle momendi suurus oleneb tasakaalustamata massi asukohast (joon. 47, *b*) ja määratakse valemiga

$$M_k = G_n r \sin \alpha,$$

kus α on nurk vertikaali ja tasakaalustamata massi läbiva raadiuse vahel.

Sellest järeldub, et detail säilitab püsiva oleku, kui tasakaalustamata mass on äärmises madalamas asendis (joon. 47, *c*).

Massi tasakaalustamiseks tuleb detail asetada selliselt, nagu on näidatud joonisel 47, *d*, ja vastaspoolele rakendada tasakaalustav raskus G_y (korrigeeriv jõud) niisuguse arvestusega, et momendid

$$G_n r = G_y R.$$

Niisugust tasakaalustamist nimetatakse staatiliseks tasakaalustamiseks.

Tavaliselt määratakse tasakaalustamata massi kaal grammides ja tema kaugus pöörlemisteljest sentimeetrites.

Staatiliselt tasakaalustatakse harilikult lamedaid detaile, millede hulka kuuluvad hammasrattad, hoorattad, sidur ja sellesarnased detailid.

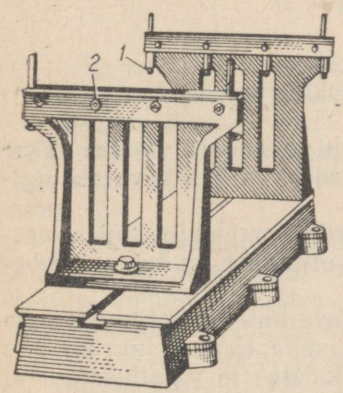
Joonisel 48 on kujutatud stend detailide staatiliseks tasakaalustamiseks. Tugede jäikus ja prismade kindel kinnitus väldivad võimaluse elastseks läbipaindeks. Juhtpindade reguleerimine nende horisontaalseks seadmiseks toimub kruvide *1* abil ning poltidega *2* kinnitatakse juhtpinnad tugede külge.

Kuna detaile on staatiliselt väga raske täpselt tasakaalustada, siis antakse detaili tasakaalustamiseks vastav tolerants, mida nimetatakse disbalansiks. Seda mõõdetakse grammsentimeetrites (gcm).

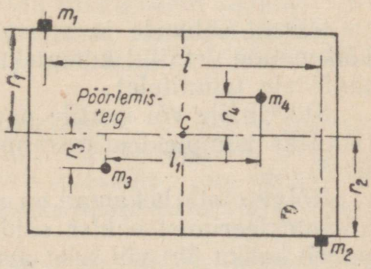
Detailide komplekteerimisel on vaja staatiliselt tasakaalustada rida detaile, nagu hooratast, väntvõlli, rattaid ja muud.

Samuti on vaja kokkupanekul staatiliselt tasakaalustada rida kokkupandud detaile, nagu väntvõlli koos hoorattaga, siduri veetavat ketast ja muid kokkupandud detaile.

Joonisel 49 on näidatud detail, mis on staatiliselt tasakaalus. Tal on vastaspoolsetes otstes massid m_1 ja m_2 võrdsetel kaugustel r_1 ja r_2 pöörlemisteljest.



Joon. 48. Stend detailide staatiliseks tasakaalustamiseks



Joon. 49. Detaili dünaamiline tasakaalustamine

Sellest järeldub, et raskuskese C asub pöörlemisteljel. Selle detaili pöörlemisel põhjustab mass m tsentrifugaaljõu $P_1 = m_1\omega^2 r_1$, kus ω on detaili pöörlemise nurkkiirus.

Analoogiliselt põhjustab mass m_2 tsentrifugaaljõu $P_2 = m_2\omega^2 r_2$, kusjuures $P_1 = P_2$.

Seega mõjub antud süsteemile kahe vastupidiselt suunatud ja teineteisest teatud vahekaugusel oleva võrdse tsentrifugaaljõu P_1 ja P_2 moment $P_1 l$.

Jõupaari momenti võib antud süsteemis tasakaalustada, kui rakendada juurde ekvivalentne jõupaar, mis mõjub samas tasapinnas.

Seega ei saa dünaamilist tasakaalustamatust kõrvaldada korrigeerivate jõududega, vaid korrigeeriva jõupaari rakendamisega.

Selleks on joonisel 49 näidatud võrdsetel kaugustel r_3 ja r_4 asuvat kaks võrdset massi m_3 ja m_4, millede vahekaugus teineteisest on l_1.

Need massid tekitavad keha pöörlemisel kaks võrdset tsentrifugaaljõudu $P_3 = m_3\omega^2 r_3$ ja $P_4 = m_4\omega^2 r_4$ ning järelikult ka jõupaari momendi $P_3 l_1$ tasapinnas, milles mõjub dünaamiline moment $P_1 l$.

Antud süsteemi tasakaalu saavutamiseks on vaja, et

$$P_3 l_1 = P_1 l \text{ või } m_3\omega^2 r_3 l_1 = m_1\omega^2 r_1 l \text{ või } m_3 r_3 l_1 = m_1 r_1 l.$$

Niisugust tasakaalustamist nimetatakse dünaamiliseks tasakaalustamiseks.

Dünaamiliselt tasakaalustatakse nii üksikuid detaile (väntvõlli jt.) kui ka kokkupandud detaile (kardaanvõlli jt.).

Autode remontimisel tuleb auto kokkupandud sõlmed dünaamiliselt tasakaalustada.

Üksikuid detaile autoremonditehastes tavaliselt ei tasakaalustata, sest detailid on juba autoehitustehastes tasakaalustatud.

Kardaanvõllide dünaamilist tasakaalustamist vaadeldakse nende kokkupanemise käsitlemisel.

3. Komplektide suunamine kokkupanemisele

Pärast sõlmede ja agregaatide komplekteerimist paigutatakse kõik nende detailid komplekteerimiskastidesse või liikuvatele stellaažidele (riiulitele).

Stellaažile või kastile pannakse juurde komplekteerimisnimestik. Üks komplekteerimisnimestikkude vormidest on toodud tabelis 8.

Kõige otstarbekamad on ratastel liikuvad stellaažid, mida saab komplekteerimistsehhist sõidutada otse selle töölise juurde, kes paneb kokku üht või teist agregaati. Mõõdete (ja vajaduse korral ka kaalu) järgi valitud agregaadi või sõlme peamised detailid paigutatakse liikuvale stellaažile teatud kindla korra kohaselt.

Tabel 8

Komplekteerimisnimestik

Remonditehas .....

Komplekteerimisladu .....

Auto .....

Agregaat .....

Jrk. nr.	Sõlme nr.	Sõlme detaili nr.	Detaili nimetus	Kokku sõlmes	On olemas	Märkused

Samadel stellaažidel asuvad kastidesse paigutatult agregaadi või sõlme kokkumonteerimiseks vajalikud kinnitusosad.

Detailide komplekteerimine on tähtis ja vastutusrikas remondioperatsioon.

Kaasaegsete remondiettevõtete kogemused näitavad, et komplekteerimistööde hea organiseerimine tõstab järsult tööde kvaliteeti ja montaažitsehhide tootlikkust.

7. PEATÜKK

AUTO AGREGAATIDE KOKKUMONTEERIMINE

1. Tüüpilised montaaztööd

Auto agregaatide kokkumonteerimine koosneb allgruppide, sõlmede ja abiagregaatide montaažist.

Montaaži kestel tuleb sooritada rida niisuguseid tüüpilisi töid nagu silinderhammasrataste, koonushammasrataste, tigupaaride, kiil-koonus- ja nuutliidete ning kuul- ja rull-laagrite kokkumonteerimised.

Silinderhammasrataste kokkumonteerimine. Kui kaks koostöötavat hammasratast on valmistatud täpselt jooniste järgi ja kaugus nende telgede vahel on samuti kooskõlas joonistega, siis pole rahuldava hambumise saavutamiseks muud vaja, kui hammasrattad õigesti kokku monteerida.

Montaažipraktikas pole niisugune silinderhammasrataste kokkupanek alati saavutatav. Põhjuseks on tolerantside piirides olevate hälvete ebasoodsad summeerumised. Autode kokkumontee-

rimisel tuleb koostöötavad silinderhammasrattad seepärast valida. Silinderhammasrataste valikul võivad esineda järgmised kõrvalekaldumised: a) hammastevahelised lõtkud on ebaõiged (suuremad või väiksemad); b) hammastevahelised lõtkud on ebaühtlased; c) hammasratta lauppind viskab.

Hammastevahelist lõtku mõõdetakse lehtkaliibriga, tinaplaadi läbirullimise või indikaatoriga.

Lõtku mõõtmine lehtkaliibri abil toimub järgmisel viisil. Hammastevahelisse pilusse pistetakse lehtkaliiber nii, et see läheks hammaste vahele algringjoone kohal teatud pinguga. Sellist mõõtmist tehakse tavaliselt hammasvöö kolmes kohas (120° järel): nende kolme mõõtmise järgi arvutatakse keskmine lõtk. Täpsemaks lõtku mõõtmise meetodiks on tinaplaadi läbirullimine hammaste vahelt. Tinaplaadi paksus peab olema seejuures veidi suurem kui hammastevaheline lõtk.

Pärast läbirullimist määratakse mikromeetriga tinaplaadi paksus ja seega ka hammastevaheline lõtk.

Joonisel 50 on näidatud hammastevahelise külglõtku määramine indikaatoriga. Indikaatori mõõtevarras toetub esimese hammasratta hambale. See hammasratas on hambumises teise koostöötava hammasrattaga. Lõtku mõõtmiseks hoitakse teine hammasratas paigal. Esimest hammasratast pöörates jälgitakse indikaatori osuti kõrvalekaldumist ja määratakse selle järgi hammastevahelise lõtku suurus.

Jaotushammasrataste-vaheline lõtk on soovitav järgmistes piirides:

autol ГАЗ-51	— 0,05 kuni 0,20 mm;
autol ЗИЛ-120	— 0,04 kuni 0,25 mm.

Lõtkude hälve ühes hammasratastepaaris ei tohi olla suurem kui 0,10 mm.

Kui silinderhammasrataste hammaste vahel on lõtkud ebaühtlased, tuleb kindlaks teha, millise hammasratta juures esineb viga. Selleks määratakse algul väikseim hammastevaheline lõtk. Järgnevalt hammasrattad lahutatakse, pööratakse üht neist 180° võrra ja viiakse uuesti hambumisse. Kui hambumise iseloom jääb endiseks, siis esineb viga selle hammasratta juures, mida ei pööratud. Kui hammastevaheline lõtk muutus pärast pööramist suuremaks, siis esineb viga selle hammasratta juures, mida pöörati 180° võrra.

Defekti põhjuseks võib olla hammaste ebaühtlane paksus või hammasratta algringjoone ja augu ekstsentrilisus. Niisugused hammasrattad tunnistatakse praagiks. Kui hammasratta lauppind viskab hambumisel, siis kontrollitakse seda indikaatoriga, mis on kinnitatud statiivile.

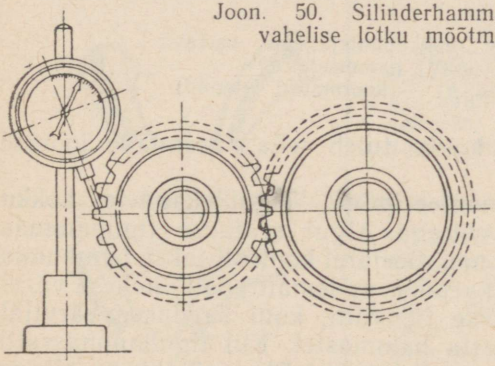
Selleks toetatakse indikaatori teravik kergelt vastu kontrollitava hammasratta lauppinda. Indikaatori osuti asetatakse nullile ja hammasratast aeglaselt pöörates jälgitakse indikaatori osutit.

Indikaatori osuti näitude järgi määratakse hammasratta lauppinna viskamine. Seda viga põhjustab hammasratta puksi või võlli telgjoone viltuasend. Hammasratas, mille telgjoon on viltu, praagitakse. Kui võll, millel asub hammasratas, on kõver, on mõnikord võimalik seda defekti kõrvaldada kokkumonteerimisel.

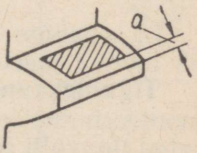
Koostöötavate hammasrataste hambumise kontrollimiseks kaetakse vedava hammasratta hambad õhukese värvikihiga. Hammasrataste pööramisel saadakse veetava hammasratta hammastel värvi jäljendid. Jäljendite järgi otsustatakse, kuivõrd õige on koostöötavate hammasrataste hambumine.

Joonisel 51 on näidatud soovitava jäljendi kuju veetava hammasratta hambal. Jäljendi pikkus hamba tööpinnal peab olema vähemalt 70% hamba pikkusest. Lubatud on jäljendi katkemine, kuid üksikute jäljendite summa kogu hamba pikkusel peab moodustama vähemalt 70% hamba pikkusest. Jäljendi kaugus *a* hamba tipust võib olla:

hammasratastel mooduliga 2,5 — 0,5—1,5 mm piirides,
hammasratastel mooduliga 3—4 — 0,5—2,0 mm piirides.



Joon. 50. Silinderhammasrataste hammaste vahelise lõtku mõõtmine indikaatoriga



Joon. 51. Õige jäljend veetava hammasratta hammastel

Koonushammasrataste kokkumonteerimine. Koonusülekannete kohta kehtivad järgmised põhinõuded: a) ülekande hammasrattad peavad töötama mürata; b) hammaste pikikulumine peab olema ühtlane.

Neid nõudeid on võimalik rahuldada, kui kokkumonteerimisel saavutatakse hammaste vahel normaalne külglõtk ja küllaldane hammaste kokkupuutumine pikuti.

Pärast mehaanilist ja termilist töötlemist koonushammasrattaid mõnikord soveldatakse, millele järgneb nende omavaheline sissetöötamine. Mõnel juhul piirdutakse ainult sissetöötamisega.

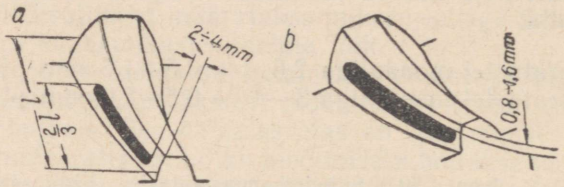
Karteritel, milledesse paigutatakse koonusülekanded, kontrollitakse telgjoonte perpendikulaarsust ja õiget lõikumist.

Koonushammasrattad monteeritakse kokku hammastevaheliste lõtkude ja hammaste kokkupuutumise järgi, mida kontrollitakse värviga.

Auto ЗИЛ-150 tagasilla reduktori koonushammasrataste paar seatakse hambumisse järgmiselt:

1) hammaste kontakti kontrollitakse veetaval hammasrattal värviga hamba mõlemal küljel. Külglõtk hammaste laiemas otsas peab seejuures olema 0,2—0,4 mm. Kasutusel olnud hammasratastel see lõtk võib olla kuni 0,6 mm;

2) koonushammasrataste reguleerimiseks kaetakse veetava hammasratta kaks naaberhammast õlivärviga. Pöörates veovõlli ühe käega ühele ja teisele poole ning pidurdades teise käega vahevõlli, saadakse veovõlli hammaste külgedel värvi jäljendid. Jäljendite järgi määratakse hambumise iseloom (joon. 52);



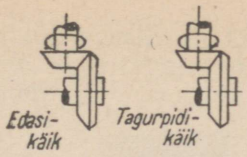
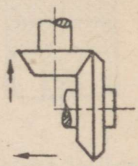
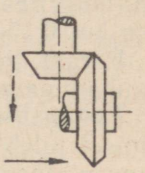
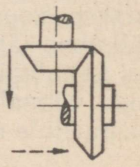
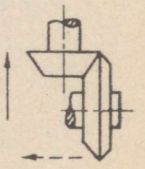
Joon. 52. Õige kokkupuutejäljend veetava hammasratta hammastel:
a) — koormuseta; *b*) — koormatult (stendil)

3) ebaõige hambumise korral tuleb seda parandada joonisel 53 toodud meetoditega.

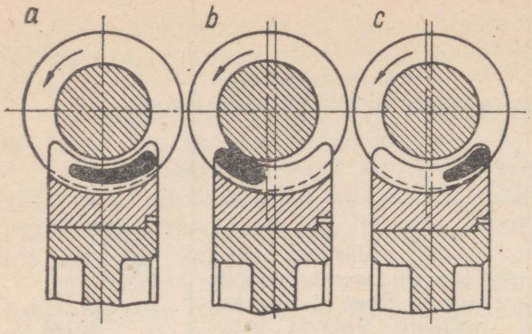
Tiguülekannete kokkumonteerimine. Tiguülekannete kokkumonteerimine toimub kahe võttega. Algul seatakse tiguhammasratas tiguvõlli telgjoone suunda. Seejärel kontrollitakse hambumist värviga. Tiguvõlli keermed kaetakse mõlemalt poolt õhukese värvikihiga. Järgnevalt pööratakse tiguvõlli, kuni saadakse värvijäljendid kõigil tiguhammasratta hammastel. Kui tiguhammasratta hambale jäänud jäljend sarnaneb joonisel 54, *a* näidatuga, siis on hambumine õige. Joonisel 54, *b* toodud jäljend näitab, et tiguhammasratas asub tiguvõlli tsentrist paremal. Õige jäljendi saamiseks tuleb tiguhammasratast nihutada vasakule.

Selles seisabki tiguülekande reguleerimine, mida tehakse reguleerimismutritega või kaante vastavate äärikute alla paigutatavate vahetihenditega. Joonisel 54, *c* toodud jäljend näitab, et tiguhammasratas asub tiguvõlli tsentrist vasakul. Tiguhammasratta asendit tuleb reguleerida ka sel juhul. Kui tiguülekanne on õigeks reguleeritud, siis pööratakse tiguvõlli vastassuunas ja kontrollitakse jäljendeid uuesti. Jäljendite asend peab olema õige ka sel juhul.

Tiguülekande hammaste paremaks sissetöötamiseks nihutatakse tiguhammasratas tiguvõlli tsentrist natuke (0,15—0,20 mm) kõrvale, viimase pöörlemisele vastassuunas. Kõrvale nihutamine tagab

	Koonushammasratastepaari reguleerimise viisid	
	Nihutada veetavat hammasratast vedava poole. Kui hammastevaheline lõtk osutub liiga väikseks, nihutada vedavat hammasratast eemale.	
	Nihutada veetavat hammasratast vedavast eemale. Kui hammastevaheline lõtk osutub liiga suureks, nihutada vedavat hammasratast lähemale.	
	Nihutada vedavat hammasratast veetava poole. Kui külglõtk osutub liiga väikseks, nihutada veetavat hammasratast eemale.	
	Nihutada vedavat hammasratast veetavast eemale. Kui külglõtk osutub liiga suureks, nihutada veetavat hammasratast lähemale.	
	Hambad ei ole lõigatud õigesti või ei ole teljed perpendikulaarsed. Praak.	
	Hambad ei ole lõigatud õigesti. Praak.	

Joon. 53. Kokkupuutejäljendi asend veetaval hammasrattal

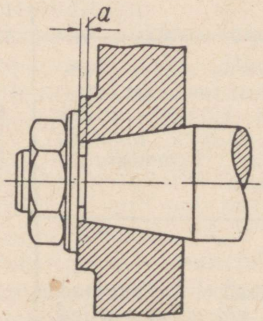


Joon. 54. Kokkupuutejäljendid tiguajamil:
a — õige hambumine; *b* ja *c* — ebaõige hambumine

tiguülekande kiire ja hea sissetöötamise. Kui tiguvõll asub koonusrull-laagrites, siis ei tohi aksiaallõtk olla kokkumonteerimisel suurem kui 0,15—0,20 mm.

Pärast tiguülekande reguleerimist kontrollitakse tiguvõlli ja tiguhammasratta hammastevahelist külglõtku.

Koonusliidete kokkumonteerimine. Koonusliidete kokkumonteerimisel tuleb eriti hoolitseda, et pinnad liibuksid teineteise vastu kogu ulatuses. Selle saavutamiseks hõõritsetakse või soveldatakse vastutusrikaste osade koonuspindasid pastaga. Hõõritsemist teostatakse koonushõõritsatega. Soveldamist kontrollitakse pindade välisilme järgi või värviga. Pinnad peavad olema ühtlaselt tasased ja tuhmid. Õige koonusliide (joon. 55) peab töötama pinguga, mida võimaldab pilu *a*, nagu on näidatud joonisel 55. Pinguta koonusliide muutub kiiresti lõdvaks.

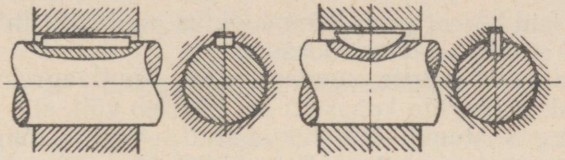


Joon. 55. Pinguga koonusliide

Kiilliidete kokkumonteerimine. Autodetailide komplektide kokkumonteerimisel kasutatakse laialdaselt kahte liiki kiilusid — liiste ja segmendikujulisi (joon. 56).

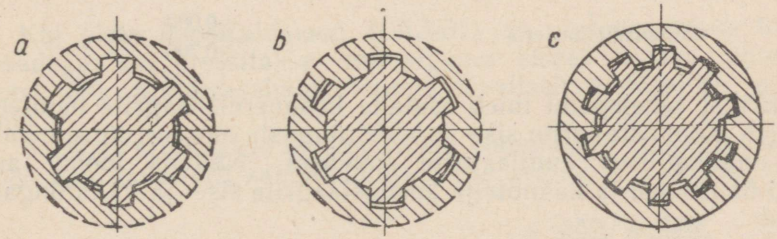
Mõlemat tüüpi kiilliidete kokkumonteerimisel tuleb osutada erilist tähelepanu liistu külgpindade sobitamisele ja väljaulatuva külje lõtkule. Kiilu külgpindade kaudu kantakse tavaliselt üle pöördemoment ühelt koostöötavalt detaililt teisele. Sel põhjusel peavad külgpinnad olema täpselt sobitatud koostöötava detaili kiilupesasse. Ebatäpse sobitamise korral erisurve kiilliites tõuseb,

mille tulemuseks on kiilu külgpindade ja kiilupesade kokkumuljumine. Selle tagajärjel lõtk kiilliites järk-järgult suureneb ja liide laguneb.



Joon. 56. Liist ja segmentkiil

Nuutliidete kokkumonteerimine. Nuutliitega detaile võivad tsentreerida võlli eendite välised läbimõõdud (joon. 57, *a*), võlli süviste sisemised läbimõõdud (joon. 57, *b*) ja nuudipesade küljed (joon. 57, *c*). Detaili tsentreerimisel võlli välise läbimõõdu järgi lihvitakse võll mõõtu eendite välise läbimõõdu järgi ja nuutliite auk tõmmatakse läbi. Kui detail tsentreeritakse võlli süviste põhjade läbimõõdu järgi, siis lihvitakse nuutliite auk. Niisugune nuutliide on valmistamise hinnalt kõige kallim. Kolmandat liiki nuutliidet, s. o. niisugust, kus detaile tsentreerivad ainult nuutide küljed, kasutatakse juhul, kui võllil on rohkem kui 10 nuuti. Sel puhul töödeldakse hammasrataste augud lõikekammiga ning võlli nuutide küljed lihvimisega. Autodel kasutatakse kõige sagedamini esimest liiki nuutliiteid.



Joon. 57. Nuutliited:
a — detaili tsentreerimine võlli eendite välise läbimõõdu järgi; *b* — detaili tsentreerimine võlli süviste põhja läbimõõdu järgi; *c* — detaili tsentreerimine nuutide (eendite) külgede järgi

Auto agregaatides esineb liikuvaid ja liikumatuid nuutliiteid.

Mehaanilisel töötlemisel pole alati võimalik tagada koostöötavatele pindadele nõutavat täpsust. Detaili tsentreerimisel võlli nuutide järgi tuleb seepärast üksikuid detaile (hammasrattaid, pukse jt.) valida.

Pärast nuutliite kokkumonteerimist tuleb kontrollida detailide (näiteks hammasrataste) viskamist. Viskamist mõõdetakse kontrollplaadil indikaatoriga. Nuutliite võll asub seejuures tsentrite

vahel või prismadel. Lubatust suuremat viskamist püütakse algul vähendada hammasratta ümberpaigutamisega nuutidel, kui see on võimalik. Kui soovitud tulemusi ei saavutata, siis valitakse teine hammasratas.

Liikuva istu korral peab hammasratas nuutvõllil liikuma takistuseta, kuid ei tohi seejuures loksuda.

Kuul- ja rull-laagrite monteerimine. Kuullaagreid monteeritakse järgmiste reeglite kohaselt: kui pöörleb võll, siis peab laagri sisemine rõngas istuma võllil liikumatult — välise rõnga ist keres või puksis peab olema liikuv. Kui pöörleb kere või puks, siis peab välise rõnga ist olema liikumatu ja sisemise rõnga ist võllil liikuv.

Mõlemal juhul on liikuv ist tarvilik koostöötavate detailide koostvõtmise võimaldamiseks. Lisaks sellele pöördub üks laagri rõngastest pidevalt, mis tagab laagrile ühtlasema kulumise.

Näitena võib tuua auto ГАЗ-51 käigukasti veovõlli kuullaagri istud, mis on järgmised:

veovõllil . . . . . $\frac{+0{,}001}{-0{,}026}$ mm*,

käigukasti karteris . . . . . $\frac{-0{,}012}{+0{,}085}$.

Kuullaagri istud auto ЗИЛ-150 käigukasti vahevõllil on järgmised:

vahevõllil . . . . . $\frac{+0{,}020}{-0{,}032}$ mm;

käigukasti karteris . . . . . $\frac{+0{,}000}{+0{,}700}$ mm.

Erilist tähelepanu tuleb osutada koonusrull-laagrite monteerimisele. Koonuslaagrite sise- ja välisrõngaste monteerimise nõuded on analoogilised kuullaagrite omadega. Näitena toome auto ГАЗ-51 rummu ja käändtelje koonuslaagrite sise- ja välisrõngaste istud:

a) väline koonuslaager:

välise rõnga ist rummus . . . . . $\frac{-0{,}051}{+0{,}013}$ mm;

sisemise rõnga ist käändteljel . . . . $\frac{0}{+0{,}040}$ mm;

b) sisemine koonuslaager:

välise rõnga ist rummus . . . . . $\frac{-0{,}059}{+0{,}015}$ mm;

sisemise rõnga ist käändteljel . . . . $\frac{+0{,}013}{+0{,}080}$ mm.

---

* pluss (+) — lõtk; miinus (—) — ping.

Koonuslaagrite reguleerimisel ei tohi rulle kinni suruda. Rullid peavad pöörlema vabalt, kuid nende lõtk peab olema seejuures minimaalne.

Kui rullid surutakse monteerimisel kinni, siis võivad nad töötamisel puruneda või kuluvad kiiremini.

2. Allgruppide monteerimine

Tabelis 9 on toodud mootori silindriplokkide monteerimisel lubatud lõtkude ja pingude (mm) näited.

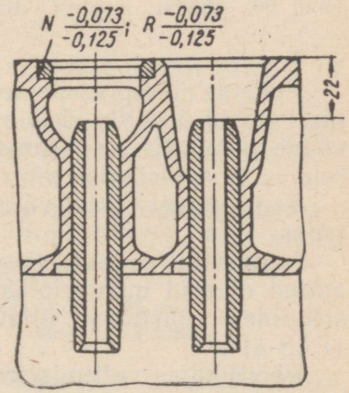
Tabel 9

Lubatud lõtkud ja pingud mootorite silindriplokkide kokkupanekul mm

Istude nimetused	ГАЗ-51	ЗИЛ-120
Väljalaskeklapi pesa ist	$\frac{-0{,}073}{-0{,}125}$	—
Juhtpuksi ist ploki augus	$\frac{-0{,}010}{-0{,}085}$	$\frac{0}{-0{,}075}$
Jaotusvõlli pukside ist:		
a) esimene ja teine	$\frac{-0{,}10}{-0{,}19}$	$\frac{0}{-0{,}135}$
b) kolmas ja neljas	$\frac{-0{,}09}{-0{,}18}$	—

Kui ploki konstruktsioon (ГАЗ-51) on sissepandavate klapipesadega, siis pressitakse nad alguses sisse vastava pinguga (joon. 58). Sissepressimine toimub tavaliselt hüdraulilise pressi abil.

Seejärel pressitakse mootoriplokki klapipuksid pinguga 0,005—0,085 mm, tavaliselt samuti hüdraulilise pressiga. Pukside sisse-

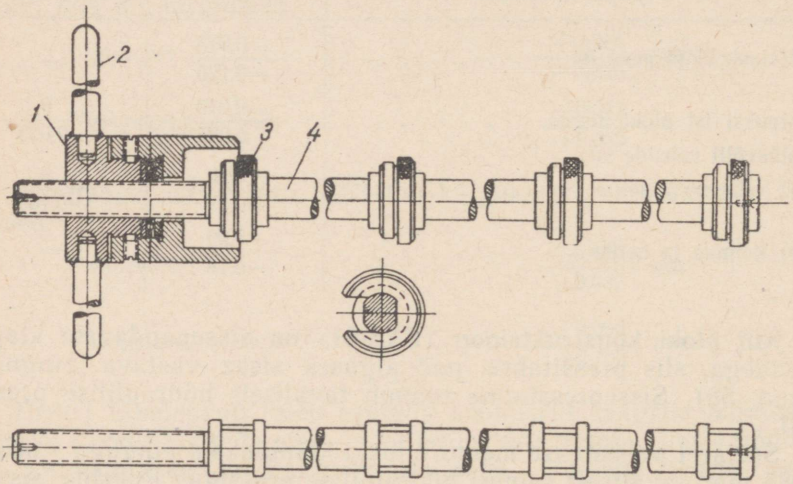


Joon. 58. Auto ГАЗ-51 mootoriploki osaline lõige sissepressitud klapipesaga:
N — nominaallõtkud või -pingud;
R — remontlõtkud või -pingud

pressimisel on väga tähtis, et vahemaa puksi ülemisest otsast mootori ploki ülemise pinnani (joon. 58) oleks õige.

Mootoriplokki pressitud klapipesad töödeldakse 45° nurga all. Töötlemine toimub klapipukside aukude järgi, millega kindlustatakse klapipesade ja pukside kontsentrilisus.

Seejärel pressitakse mootoriplokki jaotusvõlli puksid. Joonisel 59 on näidatud rakis mootori ЗИЛ-120 jaotusvõlli pukside sisse- ja väljapressimiseks. Väljapressimisel pistetakse vars *4*, millel on äravõetavad spetsiaalsed seibid *3*, puksi auku, mille järel varrele asetatakse seibid *3*. Need seibid asetatakse oma väljalõikega varre vastavatele kaeltele (väljapressitavate pukside taha) ja pööratakse 90° võrra. Kui pöörata vastava käepideme *2* abil vastavat mutrit *1*, mis istub varre *4* keermetatud otsal ja toetub vastu silindriplokki, siis nihkub vars koos seibidega *3* ja pressib puksid plokist välja.



Joon. 59. Abinõu mootori ЗИЛ-120 jaotusvõlli pukside sisse- ja väljapressimiseks

Pukside sissepressimisel asetatakse varrele enne puksid ja seejärel seibid *3*, mille järel puksid lükatakse seibide *3* vasakpoolsete vööde otsa. Sissepressimist tehakse analoogiliselt väljapressimisele, s. o. spetsiaalse mutri *1* pööramisega käepideme *2* abil.

Samasugust rakist võib kasutada ka teist marki automootorite jaoks.

Jaotusvõlli pukside sissepressimisel tuleb jälgida, et nende õliaugud oleksid mootoriplokis olevatega kohakuti. Reas konstruktsioonides puuritakse õliaugud pärast pukside sissepressimist (ГАЗ-51).

Pöördumise vältimiseks kinnitatakse puksid õli põikkanalite kaudu, nagu on näidatud joonisel 60.

Pärast sissepressimist hõõritsetakse klapi- ja jaotusvõlli puksid nominaal- või remontmõõtesse.

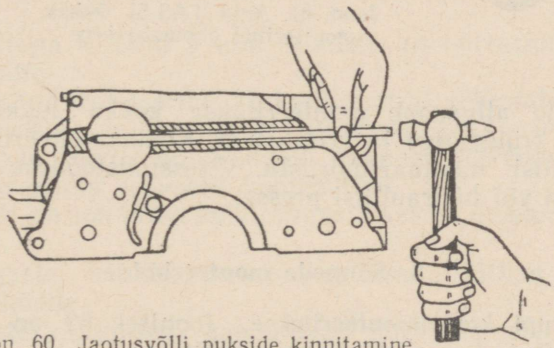
Tabelis 10 on toodud istude mõõted (mm) kepsu kokkumonteerimisel.

Tabel 10

Kepsu koostõõtavate detailide istud mm

Istu nimetus	ГАЗ-51	ЗИЛ-150
Puksi ist kepsu ülemises peas	$\frac{-0{,}100}{-0{,}220}$	$\frac{-0{,}100}{-0{,}200}$
Laagriliudade ist kepsu alumises peas . .	$\frac{+0{,}026}{+0{,}077}$	$\frac{+0{,}026}{+0{,}078}$
Kepsupoldi ist kepsu augus (nominaalmõõde)	$\frac{0}{+0{,}045}$	$\frac{0}{+0{,}070}$

Tabelist 10 on näha, et kepsu ülemisse peasse pressitakse puksid pinguga. Tavaliselt toimub puksi sissepressimine õõstorni abil käsipressiga.



Joon. 60. Jaotusvõlli pukside kinnitamine auto ГАЗ-51 mootoriplokis

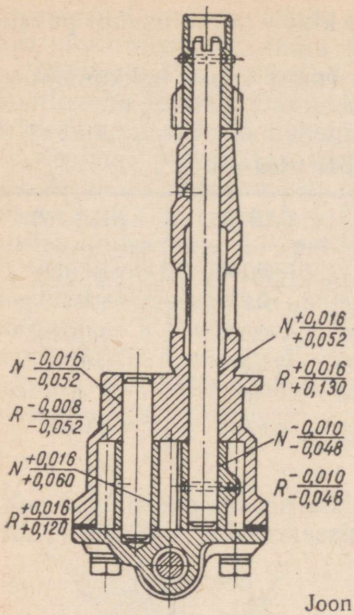
Laagriliuad asetatakse käsitsi kepsu alumisse peasse tabelis 10 toodud lõtkuga.

Erilise tähelepanuga tuleb sobitada aukudesse kepsupoldid, sest need tsentreerivad kepsupea kaant. Poldid lüüakse aukudesse kergete haamrilöökidega.

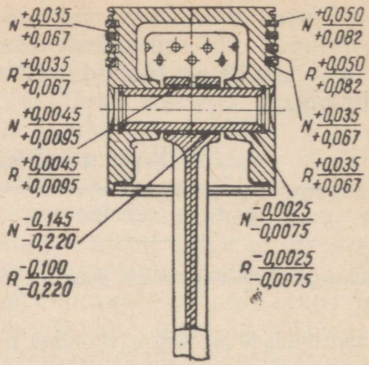
Joonisel 61 on toodud auto ГАЗ-51 õlipumba kere kokkumonteeritult. Veetava hammasratta telg on pressitud õlipumba kere auku. Allpool on toodud selle koostöökoha pingud üksikutel autodel:

ГАЗ-51 . . . . . 0,008 kuni 0,052 mm,
ЗИЛ-150 . . . . . 0 kuni 0,052 mm.

Veetava hammasratta telg pressitakse keresse tavaliselt käsipressiga.



Joon. 61. Auto ГАЗ-51 kokkumonteeritud õlipumba kere



Joon. 62. Auto ГАЗ-51 mootori kolb ja keps kokkumonteeritult

Detailide allgruppe monteeritakse kokku lukksepalaudadel, kasutades kruustange ja erirakiseid. Kokkumonteerimisel kasutatakse tavalisi montaažitööriistu. Pressimistöödeks kasutatakse mehaanilisi või hüdraulilisi presse.

3. Sõlmede monteerimine

Kolvigrupi kokkumonteerimine. Joonisel 62 on toodud auto ГАЗ-51 kolb ja keps kokkumonteeritult.

Tabelis 11 on toodud lubatud lõtkud ja pingud (mm) kepsu, kolvi, kolvisõrme ja kolvirõngaste koostöökohtades.

Pärast valikut läbimõõtude järgi pressitakse kolvisõrmed kolvisilmasse ja kepsupuksisse. Kolvisilmas istub sõrm pinguga $\frac{-0,0025}{-0,0075}$ mm ja kepsupuksis lõtkuga $\frac{+0,0045}{+0,0095}$ mm. Alumiiniumisulamist kolb soojendatakse enne kokkumonteerimist vee- või õlivannis või elektriahjus temperatuurini 60—75° C.

Kolvisõrm pressitakse sisse eriseadme abil. Üks eriseadme konstruktsioone on toodud joonisel 63.

Soojendatud kolb asetatakse seadme keresse *1* pressitud pesasse *4*, kus see toetub tugisõrmele *3*. Seadevardaga *2* tsentreeritakse kolvisilmad ja kepsupuksiauk. Kolvisõrm paigutatakse suunajatele ja pressitakse lükkuriga *6* kolvisilmadesse ja kepsupuksi auku. Lükkuri *6* paneb liikuma hammaslatt *7*, mis omakorda käita-

Tabel 11

Lubatud lõtkud ja pingud kolvi kokkumonteerimisel mm

Istude nimetused	ГАЗ-51	ЗИЛ-150
Kolvisõrme ist silmas	$\frac{-0{,}0025}{-0{,}0075}$	$\frac{-0{,}0025}{-0{,}0075}$
Kolvisõrm kepsupuksis	$\frac{+0{,}0045}{+0{,}0095}$	$\frac{+0{,}0045}{+0{,}0095}$
Kolvirõngas soones (kõrguti):		
a) esimesel kolvirõngal	$\frac{+0{,}050}{+0{,}082}$	$\frac{+0{,}035}{+0{,}072}$
b) teisel kolvirõngal	$\frac{+0{,}035}{+0{,}067}$	
c) kolmandal kolvirõngal	$\frac{+0{,}035}{+0{,}067}$	$\frac{+0{,}035}{+0{,}080}$
d) neljandal kolvirõngal	$\frac{+0{,}035}{+0{,}067}$	

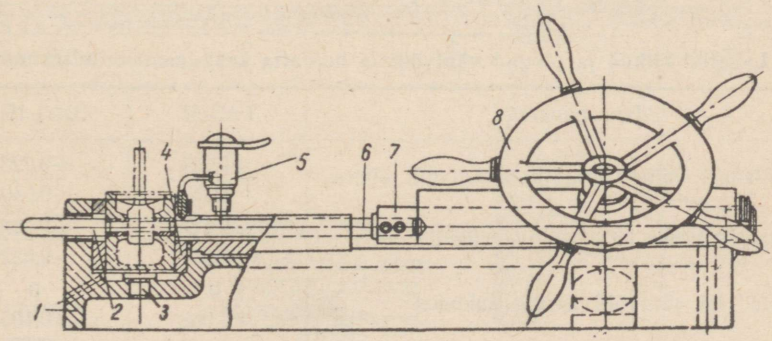
takse käsirattaga *8*. Õliti *5* abil toimub sissepressimisel kolvisõrme õlitamine.

Sissepressitud kolvisõrme aksiaalliikumist tõkestatakse kolvisilmade õnaratesse paigutatud vedrurõngastega (joon. 62). Seejärel asetatakse kolvile kolvirõngad, millede vetruvus ja lukuvahed peavad olema eelnevalt kontrollitud.

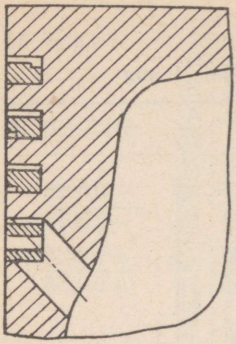
Joonisel 64 on näidatud kolvirõngaste asetus mootori ЗИЛ-150 kolvil.

Kolvirõngaste kohaleasetamisel peavad lõtkud vastama tabeli 11 andmeile.

Murdumiste vältimiseks kasutatakse kolvirõngaste kohaleasetamisel joonisel 65 toodud abinõusid.

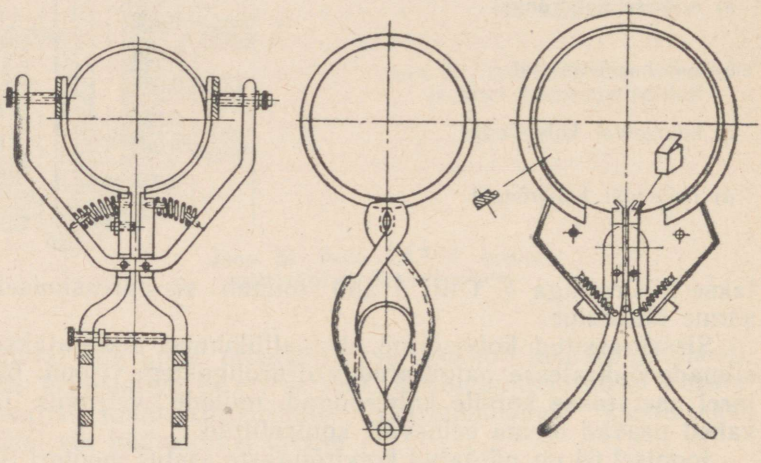


Joon. 63. Seadis kolvisõrme sissepressimiseks kolvi silmadesse ja kepsu ülemise pea puksidesse



Joon. 64. Mootori ЗИЛ-120 kolvirõngaste asetus kolvil

Joon. 65. Abinõud kolvirõngaste mahavõtmiseks ja pealepanemiseks



Väntvõlli ja hooratta kokkumonteerimine. Joonisel 66 on näidatud auto ГАЗ-51 väntvõlli ühendus hoorattaga.

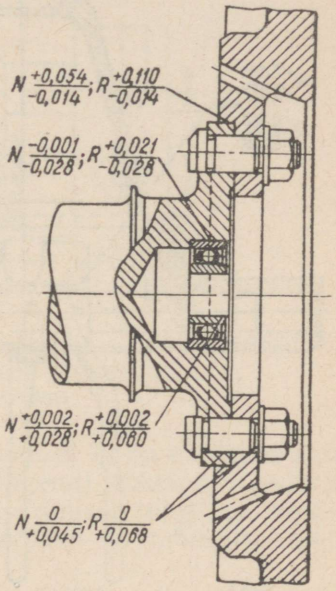
Tabelis 12 on toodud väntvõlli ja hooratta kokkumonteerimisel lubatud lõtkud ja pingud (mm).

Tabel 12

Lubatud lõtkud ja pingud väntvõlli ja hooratta kokkumonteerimisel mm

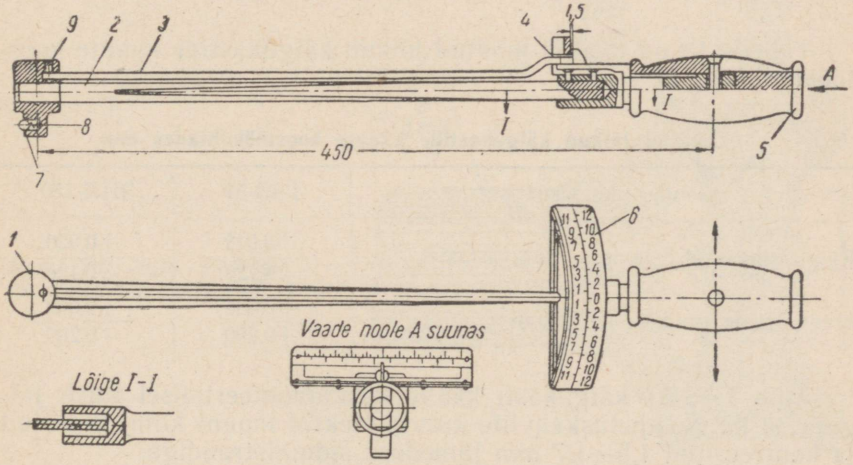
Istu nimetus	ГАЗ-51	ЗИЛ-150
Kuullaagri välise rõnga ist väntvõlli õõnes	$\frac{+0{,}021}{-0{,}028}$	$\frac{+0{,}023}{-0{,}040}$
Väntvõlli ääriku ist hoorattasüvendis . . .	$\frac{+0{,}110}{-0{,}014}$	$\frac{+0{,}008}{-0{,}022}$
Poltide ist väntvõlli ääriku aukudes . .	$\frac{0}{+0{,}068}$	$\frac{0}{+0{,}105}$
Väntvõlli ääriku ja hooratta ühenduspoltide mutrite kinnitõmbe moment (kgm) . .	7,6—8,3	9,0—10,0

Algul pressitakse väntvõllisse kuullaager. Pressimine toimub spetsiaalse torni abil hüdraulilise pressiga. Seejärel asetatakse hooratas väntvõlli äärikule istuga pingust 0,014 lõtkuni 0,110 mm, jälgides, et väntvõlli ääriku ja hooratta poldiaugud oleksid kohakuti. Edasi pistetakse sisse poldid, asetatakse kohale seibid ja keeratakse poltidele mutrid. Poldid peavad aukudes istuma tihedalt (vt. tabel 12). Poldid lüüakse sisse kergete haamrilöökidega. Algul tõmmatakse mutrid kinni ristamisi tavalise padrunvõtmega ja seejärel dünamomeetrilise võtmega (joon. 67). Hoob *2*, mille otsa on kinnitatud käepide *5*, on valmistatud vedruterasest ja termiliselt töödeldud. Hoova otsiku külge on kruviga *9* keeratud osuti *3*, mille teravik *4* ulatub oma otsaga skaalale *6*. Otsiku *1* neljakandilise tapi otsa pistetakse vajaliku mõõtega kuuekandiline pad-



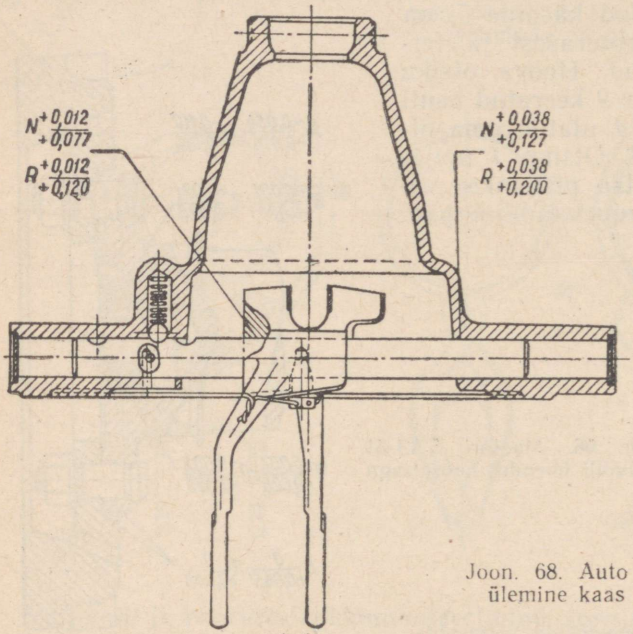
Joon. 66. Mootori ГАЗ-51 väntvõlli ühendus hoorattaga

Joon. 67. Dünamomeetriline võtmepide



runvõti, mida tapi otsas hoiab kuul *7* vedru *8* abil. See toruvõti pannakse mutrile või poldile. Mutri või poldi keeramisel hoob *2* paindub. Osuti aga jääb paigale ja näitab skaalal *6* käepidemele rakendatud jõumomenti kilogramm-meetrites. Käepide, mudel 131, annab suurima pöördemomendi 14 kgm; skaala jaotuse suurus on 0,5 kgm ning nelikanttapp mutrivõtme jaoks on 12,7 mm.

Käigukasti kaane kokkumonteerimine. Joonisel 68 on toodud auto ГАЗ-51 käigukasti kaas (kokkumonteeritult).



Joon. 68. Auto ГАЗ-51 käigukasti ülemine kaas kokkumonteeritult

Tabelis 13 on toodud lubatud lõtkud käigukastide kaante koostöökohtades.

Tabel 13

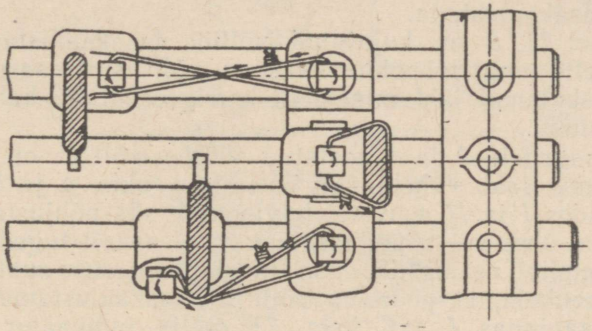
Lubatud lõtkud käigukastide kaante koostöökohtades mm

Istude nimetused	ГАЗ-51	ЗИЛ-150
Käiguvahetuskahvlite istud liugvarrastel .	$\frac{+0,012}{+0,120}$	$\frac{+0,020}{+0,120}$
Liugvarraste istud kaane aukudes	$\frac{+0,038}{+0,200}$	$\frac{+0,040}{+0,200}$

Auto ГАЗ-51 käigukasti kaane kokkumonteerimisel tuleb jälgida, et käiguvahetuskahvlite kruvid oleksid lõpuni kinni keeratud ja kontreeritud 1,5—1,7 mm jämeduse sidumistraadiga.

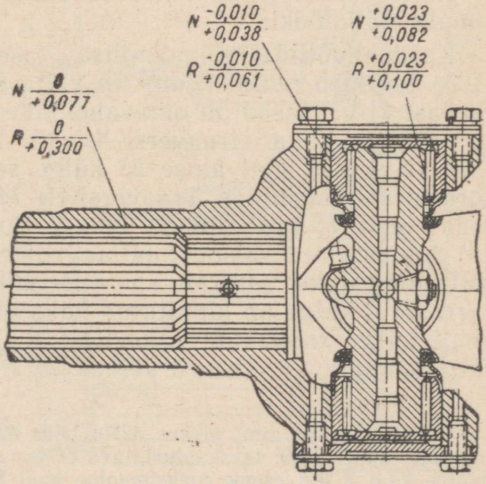
Joonisel 69 on näidatud, kuidas kontreeritakse kahvlite kinnituskruvisid sidumistraadiga auto ЗИЛ-150 käigukasti ülemise kaane kokkumonteerimisel. Tuleb tähele panna, et traadi pingus soodustab kruvide kinnitõmmet.

Pärast käigukasti kokkupanekut kontrollitakse käikude vahetamist. Neutraalasendis peab käigukang kahvlipesades vabalt liikuma. Auto ГАЗ-51 käigukang peab minema tagurpidikäigu asendisse alles pärast kaitselõksu ülestõstmist. Liugvarraste ümberpaigutamine peab toimuma kergelt, suurt jõudu rakendamata. Neutraal- ja tööasendis peavad nad seejuures kindlalt kohal seisma.



Joon. 69. Auto ЗИЛ-150 käigukasti ülemise kaane kahvlite pidepoltide splintimine

Kardaanvõlli kokkumonteerimine. Joonisel 70 on näidatud auto ГАЗ-51 kardaanvõlli ristmik (kardaanliigend) kokkumonteeritult. Selle auto kardaanvõlli kokkumonteerimisel tuleb nõellaagri välisvõru asetada ääriku õõnde ning kardaan- ja vahevõlli harki-



Joon. 70. Auto ГАЗ-51 kardaanvõlli ristliigend

desse istuga pingust 0,010 mm lõtkuni 0,061 mm. Ristmik asetatakse nõellaagrisse lõtkuga 0,023—0,100 mm, mis saavutatakse valiku teel.

Selle sõlme kokkupanemisel tuleb silmas pidada järgmisi tingimusi.

Ristmiku laagri tihendi hoidja tuleb suruda ristmiku tappidele nii, et ta toetuks vastu lauppinda kogu ümbermõõdu ulatuses. Nõellaagri korktihend tuleb enne paigaldamist vedela õliga läbi immutada.

Hargi nuutliite külglõtk ei tohi olla üle 0,3 mm.

Pärast kokkupanemist ja määrimist tuleb kardaanvõll dünaamiliselt tasakaalustada.

Joonisel 71, *a* on kujutatud võllide tasakaalustamise pingi skeem. Selle pingi tööpõhimõtteks on võlli summaarse ebatasakaalu (disbalansi) jaotamine selle korrigeerimiseks kahte ettenähtud tasapinda.

Kui laagritele *A* ja *B* toetatud pöörlev võll *C* on kinnitatud raamile, mis saab vahelduvalt õõtsuda punkte *a* ja *b* läbivates tasapindades *I* ja *II* asuvatel telgjoontel, siis põhjustab tasakaalustamatus ühes või teises tasapinnas, olenevalt tugede ühest või teisest asendist, raami liikumise (nihkumise) aluse suhtes.

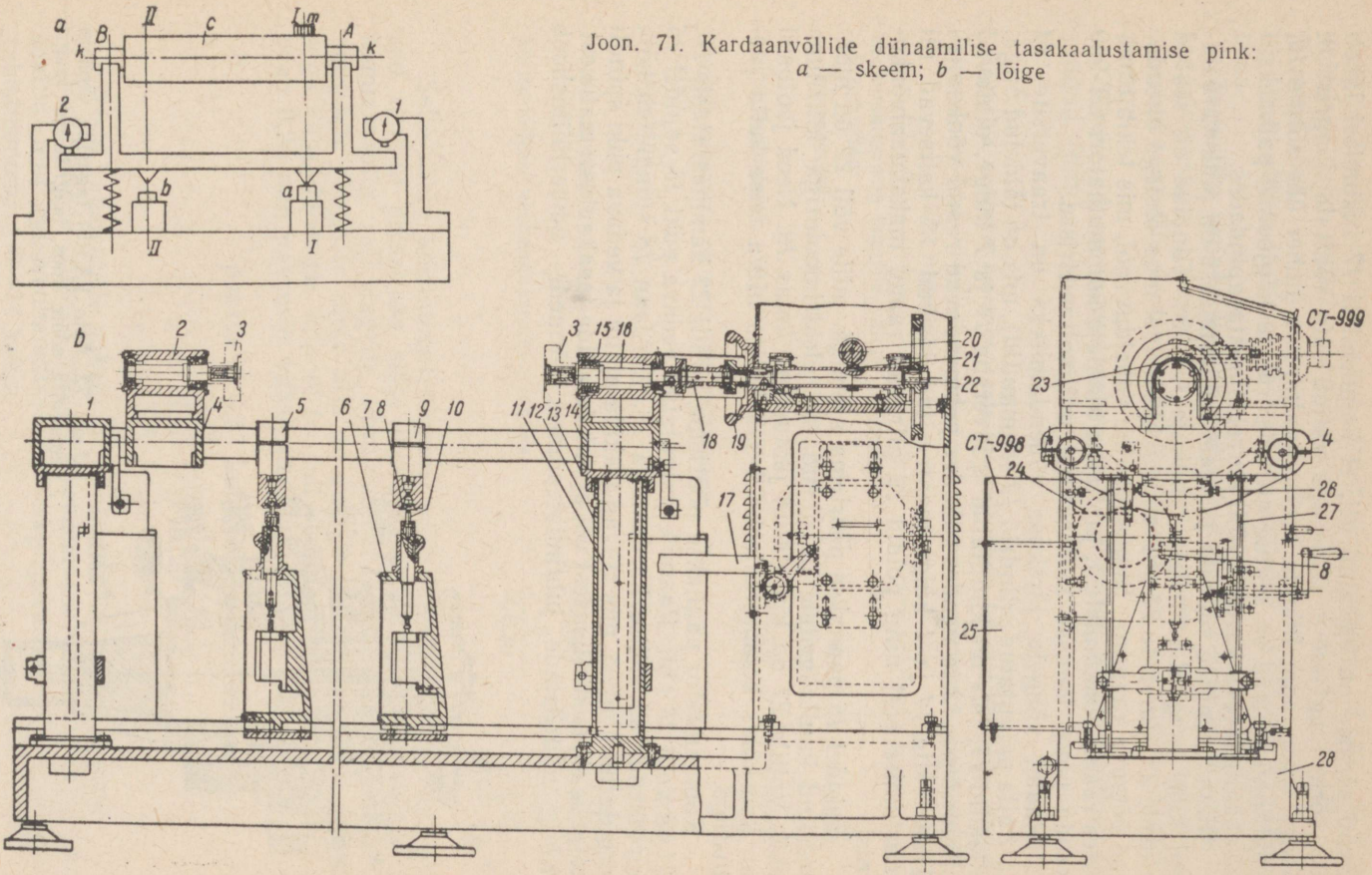
Kui eeldada, et pöörleva võlli *C* tasakaalustamatus esineb ainult tasapinnas *I* (vt. joon. 71, *a*) ja indikaator *1* on välja lülitatud, siis indikaator *2*, mis toetub raamile, ei näita raami õõtsumist. Kui nüüd, vastupidiselt, tõsta tugi *b* toetuma vastu raami ja indikaator *2* välja lülitada, tugi *a* aga lasta alla ja sisse lülitada indikaator *1*, siis indikaator näitab raami võnkumisi, millede järgi võib teha korrigeerimisi tasapinnas *I*.

Korrigeerimiseks keevitatakse võlli külge plaate või puuritakse sisse auke.

Korrigeerimisel püütakse saavutada, et indikaatori osuti ei annaks väljalööki.

Kardaanvõllide dünaamilise tasakaalustamise pink[1] (joon. 71, *b*) koosneb raamist, mis on välja treitud kahest torukujulisest vardast *7*. Viimased on omavahel sidestatud traaversitega *14* ja *1* ja on liigutatavad traaversi *4* abil. Raam on kinnitatud nelja varrasvedru *27* abil aluse *28* külge selliselt, et ta saab võnkuda horisontaaltasapinnas. Traaversitele *14* ja *4* on kinnitatud eesmine vedav pukk *15* ja tagumine pukk *2*. Pukkide spindlid on monteeritud A-klassi pretsisioonkuullaagritele. Tasakaalustatav kardaanvõll kinnitatakse pukkide spindlite külge padrunite *3* abil. Raami varraste *7* külge on kinnitatud kaks rõhttala *5* ja *9*, mille alla on pingi külge kinnitatud kaks tuge *6*. Tugedesse on monteeritud väljatõmmatavad sõrmed *10*, millega tõkestatakse raami. Tõkes-

[1] Pingi mõõted mm: pikkus 3270; laius 695; kõrgus 1415; maksimaalpikkus padrunite vahel 2000; tasakaalustatava eseme suurim läbimõõt 350; eseme minimaalne kaal 8 kg; eseme maksimaalne kaal 50 kg.



Joon. 71. Kardaanvõllide dünaamilise tasakaalustamise pink:
a — skeem; *b* — lõige

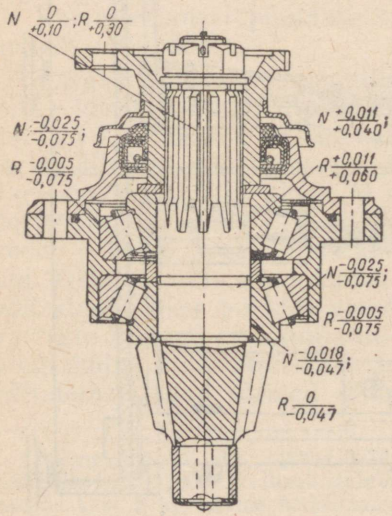
tavad sõrmed on ehitatud nii, et hammaslati *17* liikumisel läheb üks sõrm laagrisse *8*, teine aga väljub oma rõhttala laagrist *8*. Seega saab raam liikuda horisontaalpinnas ümber ühe sõrme *10*. Rõhttalad ja toed on seatud nii, et sõrmede telgjooned paikneksid tasakaalustatava kardaanvõlli korrektsioontasapindades.

Raami võngete suuruse ja faasi määramiseks on pink varustatud kahe magnetelektrilise tundlaga CT-998. Tundlad on seatud alusele *25*. Varraste *24* abil on kumbki tundel oma otstega ühendatud õõtsuva raamiga. Sinusoidaalne vahelduvvool, mis tekib tundlates raami võnkumistest, juhitakse alaldaja-kommutaatori CT-999 kaudu pingi keresse monteeritud millivoltmeetrisse.

Raami võngete järskuse vähendamiseks on traaversite *14* ja *1* alla paigutatud silindrid *12* (summutid), mis on täidetud õliga. Plaadid *11*, mis on kinnitatud traaversite *14* ja *7* külge, ulatuvad silindritesse *12* ja nendes liikudes pehmendavad raami võnkumisi. Traaversite *14* ja *1* külge monteeritud äärikud *13* kaitsevad õli mustumise eest ning poldid *26* piiravad raami maksimaalvõnkumisi.

Spindel *16* pannakse pöörlema ajamiga, mille võll *22* on monteeritud kuullaagritele ja ühendatud elektrimootoriga kiilrihma abil. Võllile *22* on kinnitatud jaotustega ketas *19*. Need jaotused on kooskõlas kommutaatori CT-999 küljes oleva teise ketta jaotustega.

Kommutaator pannakse pöörlema võllilt *22* hammasrataste *20*, *21* ja võlli *23* abil. Raamile paigutatud vedava puki *15* spindel *16* on ühendatud erilise kardaaniga *18*. Kardaan *18* summutab kõik ergutatud võnked, mis võivad tekkida ajami ja vedava puki spindli telgede ekstsentrilisusest või ajami detailide tasakaalustamatusest. Kõigi näitriistade juhtimisseadmed, sõrmede ümberlülitushoob



Joon. 72. Auto ГАЗ-51 tagasilla veohammasratta sõlm koos laagrite ja laagripesaga

ning millivoltmeeter on monteeritud ajami keresse. Kommutaatori kohal on laud, millel operaator võib teha näitude üleskirjutamisi ja muid töid.

Pingi ehitus ja ekspluateerimise kirjeldus on täpsemalt toodud lisas.

Tagasilla vedava hammasratta kokkumonteerimine laagrite ja laagritepesaga. Joonisel 72 on näidatud auto ГАЗ-51 kokkumonteeritud tagasilla veohammasratta grupp koos laagrite ja laagritepesaga.

Tabelis 14 on toodud selle grupi detailide lubatud lõtkud ja pingud (mm).

Tabel 14

Tagasilla vedavate hammasrataste koostöökohtade lubatud lõtkud ja pingud

Istu nimetus	ГАЗ-51	ЗИЛ-150
Veohammasratta laagrite väliste rõngaste ist laagripesas:		
a) eesmisel	$\frac{-0{,}005}{-0{,}075}$	$\frac{-0{,}059}{+0{,}015}$
b) tagumisel	$\frac{-0{,}005}{-0{,}075}$	$\frac{-0{,}068}{+0{,}018}$
Laagrite sisemiste rõngaste ist veohammasrattal		
a) eesmisel	$\frac{+0{,}011}{+0{,}060}$	$\frac{-0{,}016}{+0{,}030}$
b) tagumisel	$\frac{0}{-0{,}047}$	$\frac{-0{,}038}{+0{,}020}$
Äärise külgist veohammasratta nuutides	$\frac{0}{+0{,}30}$	$\frac{+0{,}09}{+0{,}30}$

Selle sõlme kokkumonteerimisel tuleb jälgida, et laagrite välised rõngad pressitaks sisse lõpuni. Auto ГАЗ-51 tagasilla veohammasratta rull-laagrite kinnitõmmet reguleeritakse laagrite sisemiste rõngaste otste alla paigutatavate mitmesuguse paksusega vahelehtedega. Allpool toodud summaarsete paksuste juures peab 0,25 mm paksuste vahelehtede arv olema järgmine:

paksustel 0,55 kuni 0,75 — 1;
„ 0,75 „ 1,00 — 2;
„ 1,00 „ 1,20 — 3;
„ 1,20 „ 1,55 — 4.

Teiste vahelehtede paksus peab olema 0,16 kuni 0,10 mm.

Vahelehtede paksusi muutes saavutatakse, et täiesti kinnitõmmatud mutriga veohammasratta laagripesas oleks pöördumise takistusmoment 6—14 kgcm.

Seda momenti võib mõõta dünamomeetrilise võtme juurde rakendatava eriseadmega.

Tagasilla karteri esikaande pressitakse tihend. See võib olla nahkne või kummist mansett. Nahkmansetiga tihendit peab hoidma 2 kuni 24 tundi 45—55°-ses värtnaõlis või segus, mis koosneb 50% petrooleumist ja 50% mootoriõlist (АК-6, СУ). Kummimansetiga tihendit peab pidama vedela õli vannis toatemperatuuril 30 minutit. Enne tihendi kohalepaigutamist tuleb tema pinnale määrida õhuke konsistentmäärde kiht, et vältida tihendi vigastamist montaažil. Enne tihendkarbi sissepressimist tuleb kaanes olevat pesa määrida mennikuga.

Auto ЗИЛ-150 tagasilla veohammasratta sõlme kokkumonteerimise iseärasused on järgmised:

1) veohammasratta võlli pikinihkumine peab olema 0,1—0,2 mm piirides. See saavutatakse vaherõngastega, mida peab olema vähemalt kaks;

2) laagripesa kaane alla asetatakse 0,7—0,9 mm paksused õliga määritud vahelehed;

3) kaane kinnituskruvide alla on kohustuslik paigutada vedruseibid.

Raami kokkumonteerimine. Raam on baasiline sõlm, millest algab kogu auto monteerimine.

Auto ЗИЛ-150 raami kokkumonteerimisel tuleb kinni pidada järgmistest tehnilistest tingimustest.

Lõdvenenud needid asendatakse uutega. Üleneetimine on lubamatu. Raami kõikide detailide neetimisel kasutatakse kuumi neete. Lisavedrude kronsteinide needid ei tohi kronsteini pinnast välja ulatuda rohkem kui 4 mm.

Kõik poltliited peavad olema varustatud vedruseibidega. Poldid tõmmatakse kinni jõuga, mis vastab järgmistele pöördemomentidele: poldid M10 — 1,5—1,8 kgm; poldid M12 — 2,6—3,2 kgm; poldid M16 — 4,8—6,0 kgm.

Pikitalad õgvendatakse. Nende talade kõverus ei tohi olla suurem kui:

a) esivedru tagumise ja tagavedru tagumise toe vahelisel 4173 mm pikkusel vahemaal horisontaaltasapinnas — 4 mm;

b) otstel, tagavedrude tagumiste tugede taga, horisontaal- ja vertikaaltasapinnas — 3 mm;

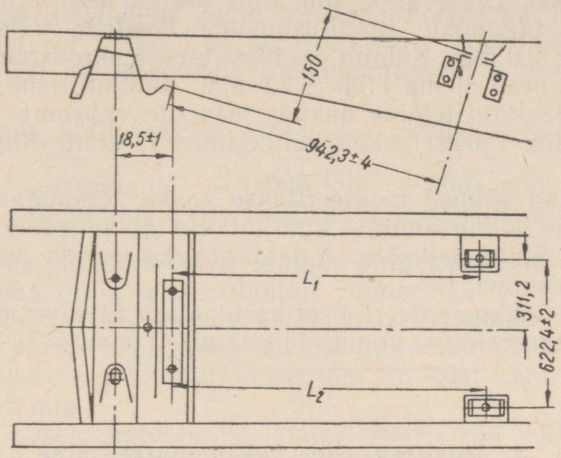
c) esivedrude tagumiste tugede taga, horisontaal- ja vertikaaltasapinnas — 2 mm.

Pikitalade ülemised vööd peavad asuma ühes tasapinnas raami kogu pikkusel. Kõrvalekaldumine ei tohi olla suurem kui 7 mm.

Põiktalade vertikaalseinad ja pikitalade horisontaalvööd peavad asuma üksteise suhtes perpendikulaarselt. Kõrvalekaldumised 1 m pikkusel ei tohi olla suuremad kui 2 mm.

Pärast remonti ja kokkumonteerimist kontrollitakse raami mootori ja radiaatori kinnituspunktide koordinaatide järgi.

Joonisel 73 on toodud põhilised mõõted, milledest kinnipidamine on nõutav raami kontrollimisel. Mõõdete L_1 ja L_2 erinevus ei tohi olla suurem kui 2 mm.



Joon. 73. Põhimõõted auto ЗИЛ-150 remonditud raami kontrollimiseks

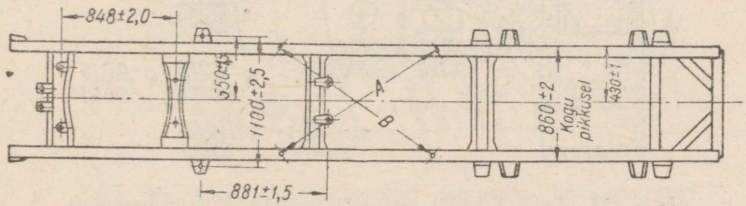
Joonisel 74 on näidatud auto ГАЗ-51 raam kokkumonteeritult.

Selle raami kokkumonteerimine peab toimuma järgmiste tehniliste tingimuste kohaselt.

Esivedru tagumise kronsteini puksiaugu läbimõõt peab olema 25,25—25,085 mm piirides. Puksiaugu läbimõõt kronsteinis peab olema 28,00—28,10 mm piirides (seda on lubatud hõõritseda remontmõõtesse). Puksid pressitakse kronsteinisse pinguga 0,125—0,270 mm.

Vedrude eesmiste ja tagumiste kronsteinide sõrmeaukude tsentrite vahemaa peab olema:

esivedrudel — 1084,75 ± 1,5 mm,
tagavedrudel — 1271,00 ± 1,5 mm.



Joon. 74. Põhimõõted auto ГАЗ-51 remonditud raami kontrollimiseks

Kokkumonteeritud raam ei tohi olla kaardus. Mõõdete *A* ja *B* (aukude vahel) erinevus ei tohi olla suurem kui 5 mm. Pikitalade vahe peab olema raami kogu pikkusel 860 ± 2 mm.

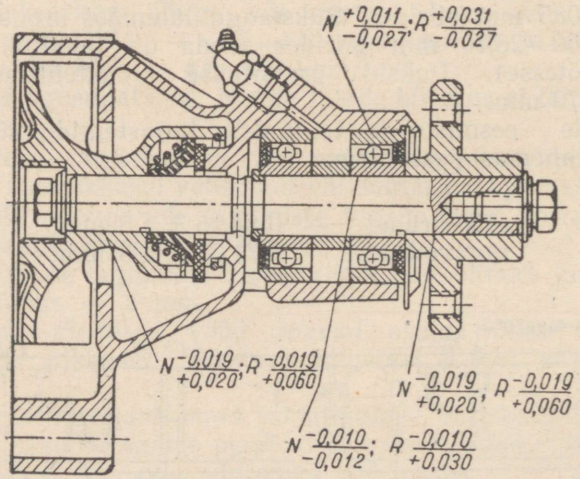
Pikitalade ülemised vööd peavad asuma ühes tasapinnas raami kogu pikkusel. Erinevus ei tohi olla suurem kui 7 mm. Mootori eesmiste ja tagumiste kinnitusaukude tsentrite vahemaa peab olema 848 ± 2,0 mm. Kabiini eesmiste kinnituskronsteinide aukude vahekaugus peab olema 1100 ± 2,5 mm. Kabiini eesmiste ja tagumiste kinnituskronsteinide aukude tsentrite vahemaa peab olema 881 ± 1,5 mm. Pärast kokkumonteerimist ja kontrollimist raamid värvitakse.

Väiksemad sõlmed monteeritakse kokku töölaudadel. Kokkumonteerimise hõlbustamiseks kinnitatakse töölaudadele pööratavad eriseadmed. Suuremad sõlmed, nagu näiteks raamid, monteeritakse kokku eristendidel.

Sõlmede kokkumonteerimisel kasutatakse tavalisi montaažitööriistu ja -seadmeid — viimaseid peamiselt montaaži kontrollimiseks.

4. Abiagregaatide kokkumonteerimine

Mootori veepumba kokkumonteerimine. Joonisel 75 on toodud ГАЗ-51 mootori veepumba kokkumonteerimisel lubatud pingud ja lõtkud. Kapitaalremondil asetatakse pumbavõlli kuullaagrid keresse pingust 0,027 kuni lõtkuni 0,031 mm. Pumba võll on laagrites istuga pingust 0,01 mm lõtkuni 0,03 mm.



Joon. 75. Auto ГАЗ-51 mootori veepumba kokkumonteerimisel lubatud pingud ja lõtkud

Tiivik pressitakse võllile istuga pingust 0,019 lõtkuni 0,060 mm. Enne pealepressimist asetatakse tiivikusse isetihenduv tihend, mis kinnitatakse piderõngaga. Tihendi tihendusseibi lauppind kaetakse õhukese grafiitmäärde kihiga. Veepumba võlli pöörlemisel ei tohi tiivik kinni jääda. Pärast veepumba kokkumonteerimist täidetakse laagritevaheline ruum konsistentmäärdega 1—13 (ГОСТ 1631-52) sellisel määral, et kontrollaugust tuleks määret välja. Mootori ЗИЛ-150 veepumba kokkumonteerimise iseärasused on järgmised.

Veepumba võlli laagrid asetatakse pumba keresse järgmiste istudega:

eesmine — 0,008 kuni + 0,051 mm,
tagumine — 0,020 kuni + 0,041 mm.

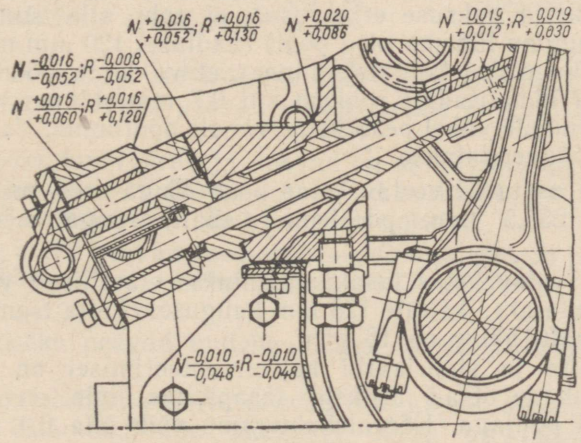
Võllile paigutatakse need laagrid pinguga 0 kuni 0,04 mm.

Veepumba tiivik ja ventilaatori rihmaratas asetatakse võllile istuga pingust 0,065 lõtkuni 0,020 mm. Ventilaatori rihmaratas asetatakse võllile istuga pingust 0,06 mm lõtkuni 0,02 mm. Kokkumonteeritud veepumba võlli ots ei tohi tiivikust välja ulatuda rohkem kui 0,5 mm.

Pärast kokkumonteerimist kontrollitakse, kas võlli pööramisel pumba tiivik ei jää keres kinni.

Mootori õlipumba kokkumonteerimine. Joonisel 76 on toodud auto ГАЗ-51 mootori õlipumba kokkumonteerimisel lubatud pingud ja lõtkud. Monteerimise iseärasused on järgmised.

Võll asetatakse õlipumba keresse lõtkuga 0,016—0,130 mm. Veetav hammasratas asub võllil lõtkuga 0,016—0,120 mm. Keresse asetatud võll peab pöörduma kergesti ja sööbimisteta.



Joon. 76. Auto ГАЗ-51 mootori õlipumba kokkumonteerimisel lubatud pingud ja lõtkud

Õlipumba ja jagaja käitamise hammasratas asetatakse võllile istuga —0,019 kuni +0,030 mm. Õlipumba kere lauppinna ja käitamishammasratta vahele peab jääma 0,15—0,35 mm suurune vahe.

Pärast kokkumonteerimist proovitakse õlipumpa elektrimootorilt käitataval eristendil. Õlipumba surve kontrollimisel kasutatakse segu, mis koosneb 90% petrooleumist ja 10% masinaõlist. Surve mõõtmisel peab pumbast tulev segu väljuma kalibreeritud otsiku kaudu, mille augu läbimõõt on 1,5 mm ja pikkus 5 mm. Pumba surve peab seejuures olema:

pöörlemiskiirusel 250 p/min — 0,9 kg/cm²;
pöörlemiskiirusel 725 p/min — 4,0 kg/cm².

Auto ЗИЛ-150 mootori õlipumba kokkumonteerimise iseärasused on järgmised.

Õlipumba võll paigutatakse pumba keresse lõtkuga 0,03—0,12 mm. Õlipumba veetav hammasratas asetatakse teljele lõtkuga 0,013—0,100 mm.

Lõtku õlipumba kere ja hammasratta lauba vahel reguleeritakse vahelehtedega. Kui õlipumba kaane poldid on kinni tõmmatud, peavad hammasrattad olema käega vabalt pööratavad.

Pärast kokkumonteerimist kontrollitakse pumba õlisurvet. Survet kontrollitakse ГОСТ 1665-42 nõuetele vastava vaseliinõliga.

Pumbast tulev õli lastakse samuti välja otsikust, mille pikkus on 5 mm ja augu läbimõõt 1,5 mm. Pöörlemiskiirusel 675 p/min ei tohi pumba surve olla väiksem kui 8 kg/cm².

Siduri kokkumonteerimine. Auto ГАЗ-51 siduri kokkumonteerimisel tuleb silmas pidada järgmist. Friktsioonkatetega veetavate ketaste paksused peavad olema vabas olekus 8,5—10,2 mm piirides. Ühe ketta paksuse erinevused ei tohi olla suuremad kui 0,5 mm. Rummu lühema otsa poolt raadiusel 120 mm mõõdetult ei tohi friktsioonkatte külgviskamine veetava ketta pööramisel olla indikaatori üldnäitudest rohkem kui 0,7 mm. 11 mm vahemaaga paralleelpindade vahel peab ketas vabalt pöörduma. Vajaduse korral ketast õgvendatakse.

Tornile asetatud veetav ketas peab rõnga sees, mille siseläbimõõt on 255,5 mm, pöörlema vabalt, rõnga seinu puudutamata.

Siduri veetav ketas tasakaalustatakse staatiliselt vihtide abil. Vihid kinnitatakse kettale 128 mm kaugusele ketta tsentrist. Lubatud tasakaalu hälve on 18 gcm.

Suruketta ja sidurikarbi kokkumonteerimisel on nõutav, et lahutushoobade otsad asuksid tasapinnas, mis on paralleelne sidurikarbi põhjaga. Kõrvalekaldumine võib olla 0,4 mm. Vahemaa reguleerimiskruvide peadest suruketta tööpinnani peab olema 41,75—43,25 mm piirides. Vahemaa surukettast sidurikarbi äärikuni peab seejuures olema 9 mm (joon. 77).

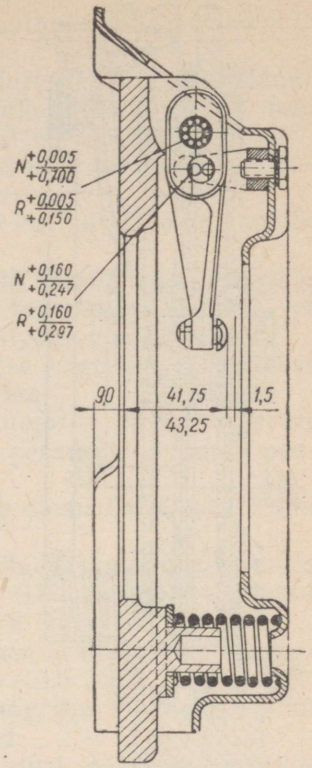
Pärast hoobade reguleerimist kontrollitakse, kuidas liiguvad nende otsad. Kontrollimisel vajutatakse hoobade otstele suruketta suunas. Lubatud kõrvalekalle ei tohi olla suurem kui 1,5 mm. Pärast reguleerimist kruvid splinditakse, vajutades hoova koonusosa kruvi sälku. Pärast suruketta kokkumonteerimist sidurikarbiga tuleb nad staatiliselt tasakaalustada. Suruketas tsentreeritakse sidurikarbi kuue kinnituspoldi augu järgi. Tasakaalustamiseks võib puurida 11 mm läbimõõduga ja kuni 25 mm sügavused augud ükskõik millisesse üheksast suruketta näsast, mis tsentreerivad suruvedrusid. Lubatud tasakaalustamatus on 36 gcm.

Auto ЗИЛ-150 siduri kokkumonteerimisel tuleb meeles pidada järgmist.

Veetava ketta friktsioonkatete neetide pead peavad olema pealispinnast vähemalt 1,2 mm võrra madalamal.

Veetava ketta viskamine äärel ja rummu ava juures ei tohi olla suurem kui 0,4 mm.

Kui veetavat ketast tsentreerida nuutidel, siis ei tohi friktsioonkatte viskamine läbimõõdul 230 mm olla suurem kui 0,8 mm. Ketta pind peab olema õige, ning 0,5 mm paksune lehtkaliiber ei tohi kontrollplaadile asetatud ketta alla mahtuda.



Joon. 77. Auto ГАЗ-51 suruketta kokkumonteerimine sidurikarbiga

Lahutushoovad peavad liikuma sidurikarbi sisselõigetes vabalt ja sööbimisteta. Vedrud peavad olema kohale paigutatud õigesti, mitte viltu.

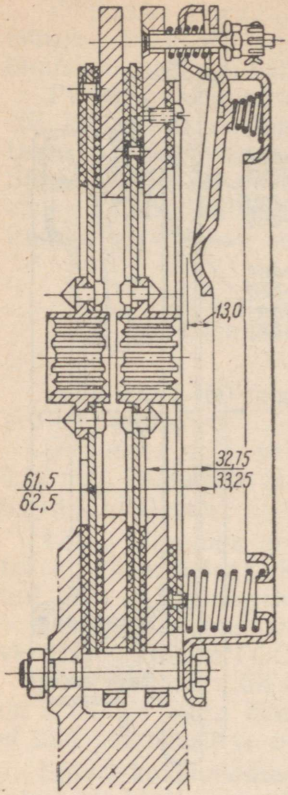
Pärast seda, kui vedrud ja hoovad on surukettale monteeritud, seatakse hoobade otste (käppade) asend suruketta suhtes õigeks siduri reguleerimispoltide mutrite pöörlemisega.

Hoobade otsad peavad asetsema tasapinnas, mis on paralleelne suruketta tööpinnaga, asudes sellest 32,75—33,25 mm kaugusel (joon. 78).

Splintimiseks peavad mutrite sälgud olema kohakuti poltide aukudega.

Kokkumonteeritud siduris peavad surukäpad asuma hooratta tööpinnast 61,5—62,5 mm kaugusel, nagu on näidatud joonisel 78.

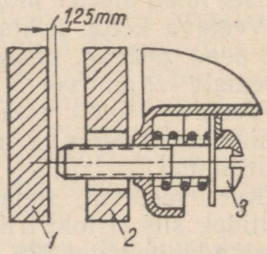
Siduri monteerimisel hoorattale tõmmatakse kinnituspoldid kinni ühtlaselt ja järjekorras.



Joon. 78. Auto ЗИЛ-150 pooleldi kokkumonteeritud sidur

Joon. 79. Auto ЗИЛ-150 siduri keskmise veoketta asendi reguleerimine:

1 — keskmine veoketas; *2* — surukketas; *3* — seadekruvi



Õigel reguleerimisel peab siduri reguleerimispoldi otsa ja keskmise vedava ketta vahe olema 1,25 mm. Niisuguse vahe saamiseks keeratakse reguleerimispoldid sisse kuni kokkupuuteni keskmise vedava kettaga ning seejärel poole pöörde võrra tagasi (joon. 79).

Surukäppade liikumine 13 mm võrra peab tagama siduri täieliku väljalülitamise.

Seega monteeritakse ühed abiagregaadid, nagu näiteks sidur, stendil katsetamata. Teisi agregaate, nagu õlipumpa, kompressorit jne., on kohustuslik stendil proovida. Kuid kokkumonteerimise kvaliteeti on kontrolörid kohustatud kontrollima kõikide agregaatide juures. Abiagregaate monteeritakse kokku töölaudadel ja stendidel. Kokkupanemisel kasutatakse tavalisi montaažitööriistu.

5. Põhiagregaatide kokkumonteerimine

Mootori kokkumonteerimine. Mootori monteerimine koosneb suurest hulgast operatsioonidest. Operatsioonid on märgitud tehnoloogilistele kaartidele, mis on vormilt analoogilised koostvõt-

mise töödel kasutatavatele kaartidele. Vaatleme ГАЗ-51 mootori kokkumonteerimise mõningaid iseärasusi.

Mootori kokkumonteerimine algab siduri karteri paigaldamisega. Karter paigaldatakse eritihvtidele lõtkuga 0,032—0,078 mm. Remondi käigus siduri kartereid omavahel ei vahetata.

Kõige vastutusrikkamaks operatsiooniks on väntvõlli paigaldamine ning raam- ja kepsulaagrite reguleerimine.

Enne paigaldamist pühitakse väntvõlli kaelad ja raamlaagrite liuad puhtaks.

Kõik väntvõlli õlikanalid puhutakse läbi suruõhuga. Eesmisele raamlaagri kaelale asetatakse tugilaagri tagapoolne seib nii, et babiidiga kaetud külg oleks pööratud väntvõlli poole.

Väntvõlli aksiaallõtk tugilaagri eesmise tugiseibi ja terasest tugiseibi vahel peab olema 0,075—0,175 mm.

Raamlaagrite kaaned paigaldatakse numbrite järgi, vastavalt neil olevatele märkidele. Kaante ja nende pesade lauppinnad peavad asuma ühes tasapinnas.

Raamlaagrite õlilõtk (radiaallõtk) peab olema 0,026—0,078 mm piirides.

Lõtku kontrollitakse kalibreeritud valgevaskplaadiga, mille pikkus on 25 mm, laius 13 mm ja paksus 0,08 mm. Õliga kaetud plaat asetatakse raamlaagrisse piki laagrit.

Laagrikaante poltide mutrid tõmmatakse kinni dünamomeetrilise võtmega, rakendades momenti 12,5—13,6 kgm.

Õlilõtku tuleb kontrollida kõigis raamlaagrites. Ühe laagri lõtku kontrollimisel lõdvendatakse teisi laagreid.

Kui väntvõll, pööratult käsitsi vastukaalust, pöördub kontrollitavas raamlaagris tihedalt või ei pöördu üldse (kaas on kinni tõmmatud ja kontrollplaat laagrisse asetatud), siis tähendab see, et õlilõtku suurus on lubatud piirides.

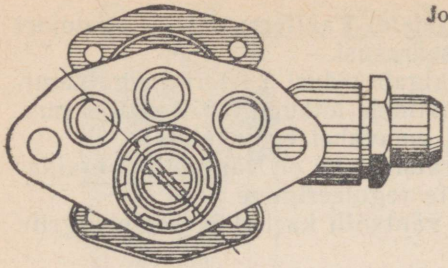
Õlilõtku suurus kepsulaagrites peab olema 0,026—0,072 mm piirides.

Kepsulaagri õlilõtku (radiaallõtku) kontrollitakse samasuguse valgevaskplaadiga, mis raamlaagrite kontrollimiselgi.

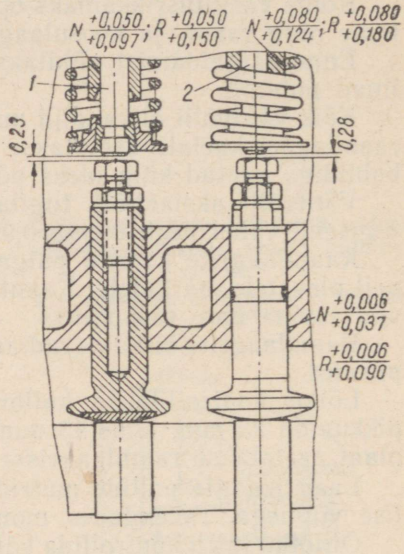
Kokkumonteerimisel kaetakse vändakaelad mootoriõliga. Lõplikult kinnitõmmatud laagrite puhul peab väntvõll hoorattast tõmmatult vabalt pöörduma.

Jaotusvõll paigaldatakse mootoriplokki lõtkudega 0,025—0,120 mm. Enne paigaldamist kaetakse võlli tugikaelad mootoriõliga. Võll peab puksides pöörduma vabalt ja sööbimisteta, samuti ka aksiaallõtkuta. Paigaldamisel peab jaotusvõlli hammasratta märk asuma kohakuti väntvõlli hammasrattal oleva märgiga. Hammasrataste hammastevaheline külglõtk peab olema 0,05—0,20 mm piirides. Lõtku hälve ei tohi ületada 0,10 mm.

Õlipumba paigaldamisest mootorile sõltub katkesti-jagaja õige asend. Õlipumpa soovitatakse seepärast paigaldada järgmises järjekorras:



Joon. 80. Võlli sälgu asend õlipumba paigaldamisel



Joon. 81. Klappide ja tõukurite silindriplokki asetamisel lubatud lõtkud:
1 — sisselaskeklapp; 2 — väljalaskeklapp

1) asetada esimese silindri kolb ülemisse surnud seisu töökäigu algul;

2) asetada õlipumba võll nii, et sälk katkesti-jagaja võlli keele jaoks asuks nii, nagu on näidatud joonisel 80;

3) paigaldada õlipump nii, et õlipumba käitamishammasratta ja jaotusvõlli hammasratta hambumine oleks õige — õlipumba võlli sälk peab olema paralleelne väntvõlli telgjoonega (vt. punktjoon joonisel 80);

4) kontrollida külglõtku õlipumba käitamishammasratta ja jaotusvõlli hammasratta hammaste vahel. Külglõtk peab olema 0,10—0,50 mm piirides.

Õlipumba õlivõtja ja survetoru paigaldamine on mootori monteerimise viimaseid operatsioone. Õlivõtja peab teljel kergesti pöörduma mõlemasse piirasendisse ja alla laskuma oma raskuse mõjul.

Pärast klappide ja tõukurite paigaldamist mootorile reguleeritakse tõukurite ja klapivarte vahelised lõtkud. Joonisel 81 on toodud klappide ja tõukurite silindriplokki monteerimisel lubatud lõtkud.

Lõtke reguleeritakse kahes väntvõlli asendis:

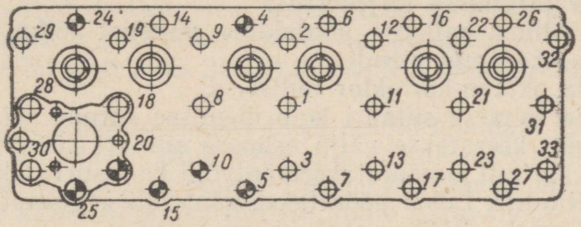
1) esimese klapi avanemisel reguleeritakse 2., 4., 5., 6., 10. ja 12. klapi lõtkusid.

2) 12-nda klapi avanemisel reguleeritakse 1., 3., 7., 8., 9. ja 11. klapi lõtkusid.

Plokikaane paigaldamisel tuleb silmas pidada järgmist.

Plokikaane tikkpoldid määritakse mennikuga ja keeratakse ploki aukudesse lõpuni. Plokikaane tihend paigaldatakse nii, et kitsam kantimisääris asuks vastu mootoriplokki.

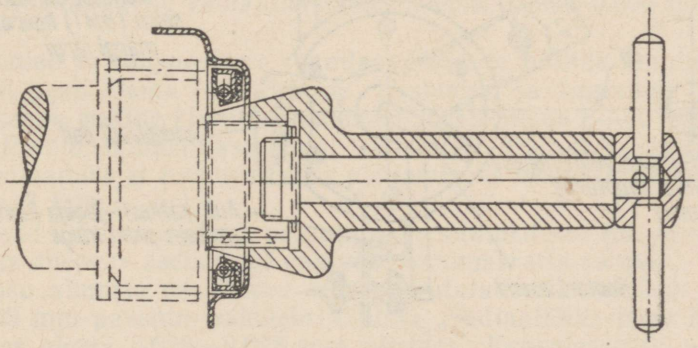
Plokikaane kinnitusmutrid tõmmatakse kinni dünamomeetrilise võtmega joonisel 82 näidatud järjekorras. Mutrite kinnitõmbemoment peab olema 6,7—7,2 kgm. Kui dünamomeetrilist võtit ei ole, siis tõmmatakse mutrid kinni autojuhi tööriistade komplektis oleva erivõtmega, mille pideme pikkus on 250 mm.



Tikkpolt ilma seibita

Joon. 82. Auto ГАЗ-51 mootori plokikaane kinnitamise tikkpoltide mutrite kinnitõmbamise järjestus

Jaotushammasrataste kaane paigaldamisel peab väntvõlli tihend olema sisse pressitud. Enne sissepressimist tihendi pesa määritakse. Jaotushammasrataste kaas tsentreeritakse joonisel 83 näidatud hoidja abil, mis asetatakse väntvõllile. Hoidja võetakse väntvõllilt maha alles pärast kaane kinnituspoltide kinnitõmbamist.



Joon. 83. Jaotushammasrataste kaane tsentreerimise abinõu

Veepumba mootoriplokile kinnitamise tikkpoldid, mis on tingimata määritud šellakiga, keeratakse sisse lõpuni.

Pärast ventilaatoririhmade kohaleasetamist reguleeritakse nende pingust. Pinguse kontrollimiseks vajutatakse põidlaga rihmale, mille läbipaine peab seejuures olema 10—15 mm.

Mootoril kasutatakse süüteküünlaid M12/10. Süüteküünalde elektroodide vahe peab olema 0,6—0,7 mm. Reguleerimisel painutatakse ainult külgelektroodi. Elektroodide vahet kontrollitakse kaliibriga.

Karburaatori paigaldamisel peavad tikkpoldid olema sisselasketorusse sisse keeratud lõpuni.

Enne õhufiltri paigaldamist valatakse sellesse 0,5 l õli.

Pärast mootori monteerimist reguleeritakse süüdet. Reguleerida on soovitav järgmises järjekorras:

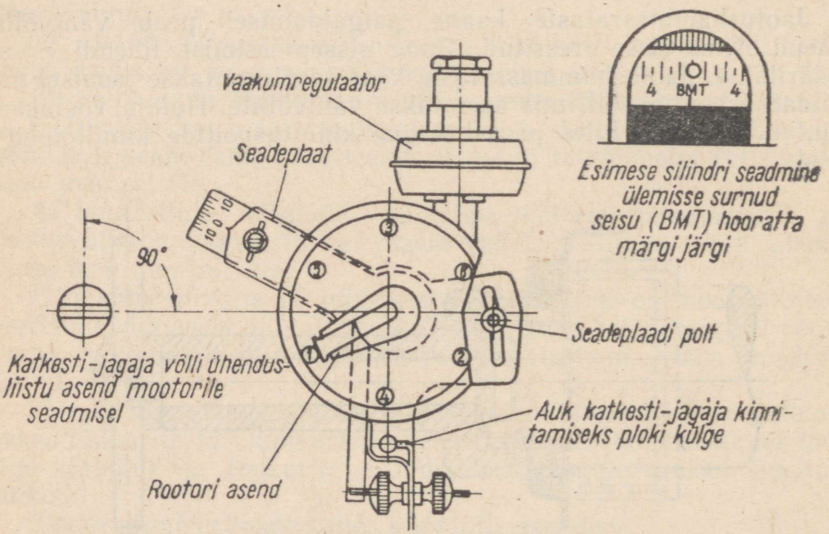
1) kontrollida katkesti kontaktide vahelist lõtku, mis peab olema 0,35—0,45 mm piirides;

2) seada oktaan-korrektor nullseisu;

3) seada esimese silindri kolb ülemisse surnud seisu töötakti algul. Selleks keeratakse välja esimese silindri küünal, avatakse luuk siduri karteril ja pööratakse väntvõlli kuni survetakti alguseni esimeses silindris. Edasi pööratakse väntvõlli aeglaselt, kuni hoorattal olev märk «BMT» satub kokku osutiga;

4) seada katkesti-jagaja kere kinnitus-(seade)plaat joonisel 84 näidatud asendisse;

5) seada katkesti-jagaja võlli ühendustapp nii, et see oleks risti tasapinnaga, mis läbib katkesti-jagaja võlli ja katkesti-jagaja



Joon. 84. Süüte seadmine auto ГАЗ-51 mootoril

keret ploki külge kinnitava plaadi auku, ning et rootori voolujaotusplaat oleks esimese silindri küünla juhtme kontakti kohal;

6) asetada katkesti-jagaja plokile ja keerata kinni katkesti-jagaja keret plokile kinnitava plaadi kruvi; seejuures peab katkesti-jagaja võlli ühendustapp minema õlipumba sälku;

7) pöörata katkesti-jagaja keret päripäeva, kuni kontaktid täiesti kokku lähevad, ning seejärel aeglaselt vastupäeva, kuni kontaktid hakkavad lahutuma; kinnitada katkesti-jagaja kere selles asendis kammitsa ühenduskruviga;

8) ühendada külge eelsüüte-vaakuumregulaatori toru; panna peale katkesti-jagaja kaas ja kontrollida, et süütejuhtmed küünalde ja katkesti-jagaja vahel oleksid õigesti ühendatud.

Mootori silindrite töötamise järjekord on 1—5—3—6—2—4.

Pärast monteerimist läheb mootor katsetamisele.

Vaatleme lühidalt auto ЗИЛ-150 mootori monteerimise iseärasusi.

Siduri karteri paigaldamisel tuleb poldid tõmmata kinni ühtlaselt. Algul tõmmatakse kinni kahe paigaldamisaugu poldid ja seejärel ristamisi kõik teised poldid. Poltide kinnitõmbe moment peab olema 8—10 kgm. Siduri karteri ots, mille vastu liibub käigukasti karter, peab olema perpendikulaarne väntvõlli telgjoonega. Suurima vahemaaga punktidest mõõdetuna ei tohi perpendikulaarsüsest kõrvalekalle olla suurem kui 0,2 mm. Käigukasti tsentreeriv silinderpind peab olema paralleelne väntvõlli telgjoonele. Kõrvalekaldumine paralleelsusest ei tohi olla suurem kui 0,2 mm.

Väntvõlli paigaldamisel ning raam- ja kepsulaagrite reguleerimisel tuleb silmas pidada järgmist. Väntvõlli eesmisele raamlaagri kaelale asetatakse tugilaagri tagapoolne seib nii, et faas on väntvõlli poole. Väntvõlli telglõtk, mõõdetult väntvõlli hammasrataste ja tugilaagri eesmise seibi vahel, peab olema 0,5—0,23 mm piirides. Raamlaagrite kaante alla paigutatakse mõlemale poole 0,05 mm paksused vahelehed. Raamlaagrite kaaned asetatakse kohale numbrite järjekorras. Numbrid peavad olema pööratud klappide poole. Raamlaagrite radiaallõtk peab olema 0,026—0,090 mm piirides.

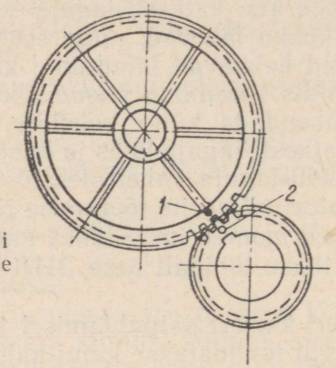
Eesmise ja vahepealsete raamlaagrikaante poltide kinnitõmbemoment peab olema 11—13 kgm. Keskmise ja tagumise raamlaagrikaane poltide kinnitõmbemoment peab olema 8—10 kgm piirides. Poldid tõmmatakse kinni ristamisi. Pärast raamlaagrite kinnitõmbamist ei tohi väntvõlli pööramiseks rakendatav moment ületada 7 kgm.

Kolvid koos kepsudega paigutatakse silindritesse nii, et nooled märgiga «перед» asetseksid väntvõlli hammasratta suunas.

Kepsu alumise pea kaane alla paigutatakse kummalegi poole üks 0,05 mm paksune vaheleht. Õlilõtk (radiaallõtk) peab kepsulaagrites olema 0,026—0,078 mm piirides. Kepsulaagrite poltide mutrid tõmmatakse kinni dünamomeetrilise võtme abil, momen-

diga 8—9 kgm. Pärast kinnitõmbamist kontrollitakse võlli pööramisega. Pööramiseks vajalik moment ei pea olema suurem kui 10 kgm.

Kepsu alumise pea lauppindade summaarne lõtk väntvõlli kaelal ei tohi olla suurem kui 0,70 mm.



Joon. 85. Jaotus- ja väntvõlli hammasratastel olevate märkide *1* ja *2* kohakuti sattumine

Jaotusvõll paigaldatakse lõtkudega 0,050—0,150 mm. Enne võlli paigaldamist õlitatakse nukke ja tugilaagreid avtooliga. Jaotusvõll paigaldatakse nii, et jaotusvõlli hammasrattal olev märk asuks kohakuti väntvõlli hammasratta märgiga (joon. 85). Hammasrataste hammastevaheline lõtk peab olema 0,04—0,25 mm piirides. Lõtku kõikumine ühel hammasratastepaaril ei tohi olla suurem kui 0,10 mm.

Jaotushammasrataste kaane paigaldamisel tuleb silmas pidada, et kaane tihend ulatuks mootoriploki ja alumise karteri liitekohani. Kaane kinnituspoldid tõmmatakse ühtlaselt kinni kahes järgus:

1) tõmmatakse kinni poldid, mis kinnitavad kilpi ploki külge;
2) tõmmatakse kinni paigaldusaukude kaks polti;
3) tõmmatakse ristamisi kinni kõik teised kaane kinnituspoldid;
4) eelnevalt tõmmatakse kinni poldid, milledega kaas on kinnitatud kilbile;
5) lõdvendatakse kinnituspolte, millega kilp on kinnitatud mootoriplokile;
6) tõmmatakse lõplikult kinni poldid, milledega jaotushammasrataste kaas on kinnitatud kilbile ja kilp mootoriplokile.

Poldid tõmmatakse kinni dünamomeetrilise võtmega. Lõpliku kinnitõmbe moment peab olema 10—11 kgm.

Jaotusvõlli aksiaallõtku reguleerimisel keeratakse reguleerimiskruvi lõpuni sisse ja siis $^1/_{12}$—$^1/_8$ pööret tagasi. Selles asendis kinnitatakse reguleerimiskruvi kontrmutriga.

Tõukurite ja klapivarte vahe peab olema 0,20—0,25 mm.

Vahe suurust reguleeritakse väntvõlli kahes asendis:

1) kui kolmas klapp on täiesti avatud, reguleeritakse 2., 4., 5., 6., 10. ja 12. klapivarre ja tõukuri vahet;

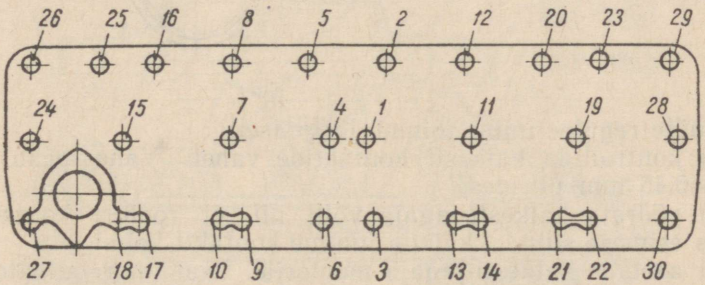
2) kui kümnes klapp on täiesti avatud, reguleeritakse 1., 3., 7., 8., 9. ja 11. klapivarre ja tõukuri vahet.

Õlipumba paigaldamisel tuleb selle käitamishammasratast määrida avtooliga. Õlipumba käitamishammasratta ja jaotusvõlli hammasratta hammastevaheline lõtk ei tohi olla suurem kui 0,4 mm.

Enne karteri põhja paigaldamist õlitatakse mootoriõliga silindreid, kolvisõrmi ning raam- ja kepsulaagreid. Õlitada on soovitav pulverisaatoriga.

Karteri põhja tihendeid immutatakse enne paigaldamist õliga. Karteri põhja kinnituspoldid tõmmatakse kinni ühtlaselt ja vaheldumisi vasakult ning paremalt poolt.

Plokikaane paigaldamisel peavad tikkpoldid olema lõpuni ploki sisse keeratud. Tikkpoltide kinnitõmbemoment ei pea olema suurem kui 3 kgm. Plokikaane tihendi sile pool asetatakse vastu mootoriplokki. Plokikaane kinnituspoldid ja tikkpoltide mutrid tõmmatakse kinni dünamomeetrilise võtmega joonisel 86 näidatud järjekorras. Poldid ja mutrid tõmmatakse kinni kahes järgus. Algul toimub ühtlane eelpingutus ja siis samas järjekorras lõplik kinnitõmbamine. Poltide ja tikkpoltide mutrite kinnikeeramisel peab moment olema 10—12 kgm piirides.



Joon. 86. Mootori ЗИЛ-120 plokikaane kinnitamise tikkpoltide mutrite ja poltide kinnitõmbamise järjestus

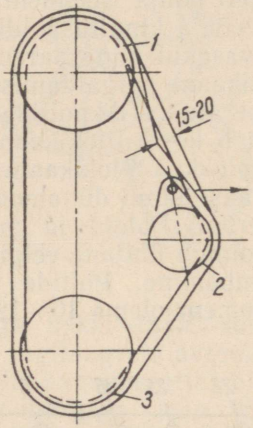
Pärast ventilaatoririhmade kohaleasetamist kontrollitakse nende pingust. Õigesti pingutatud rihma läbipaindumine on 4 kg-se jõu rakendamisel 15—20 mm. Rihma pingust kontrollitakse rihmarataste vahekohas, nagu on näidatud joonisel 87.

Mootoril kasutatakse kinnisi süüteküünlaid HA 11/14A või HA 11/11. Süüteküünalde elektroodide vahe peab olema 0,4—0,6 mm.

Katkesti-jagaja paigaldatakse järgmiselt:

1) hoorattal oleva märgi järgi seada esimese silindri kolb ülemisse asendisse töötakti algul (märk ВМТ 1—6 peab olema kohakuti siduri karteril oleva joonega);

2) asetada katkesti-jagaja ajami hammasratas mootoriplokki. Pärast hammasratta hambumisse viimist jaotusvõllil oleva hammasrattaga peab katkesti-jagaja ajami muhvi sälk asuma ülal ja olema paralleelne muhvi telgjoonega. Kuna hammasratastel on spiraalhambad, siis tuleb neid enne hambumist pöörata vastupäeva umbes 60° võrra. Pärast hammasrataste hambumist ajami võll pöördub ja läheb õigesse asendisse. Katkesti-jagaja ajami hammasratta ja jaotusvõllil oleva hammasratta hammastevaheline lõtk ei pea olema suurem kui 0,4 mm.



Joon. 87. Ventilaatori ajamirihmade pinguse kontrollimine:
1 — ventilaatori rihmaratas; *2* — generaatori rihmaratas; *3* — väntvõlli rihmaratas

Süüte reguleerimine toimub järgmiselt:

1) kontrollida katkesti kontaktide vahet. Vahe peab olema 0,35—0,45 mm piirides;

2) pöörata katkesti-jagaja võlli nii, et rootori kontaktplaat asuks esimese silindri küünla juhtme kontakti kohal;

3) asetada katkesti-jagaja mootorile. Vaakuumregulaator peab seejuures olema suunatud ülespoole;

4) paigutada oktaankorrektori skaala nullpunkt kohakuti mootoriplokil oleva joonega ja tõmmata kinni katkesti-jagaja kinnituspoldid, jättes kammitsa kruvi kinni tõmbamata;

5) pöörata katkesti-jagaja keret päripäeva, kuni kontaktid hakkavad avanema, ning kinnitada katkesti-jagaja kere selles asendis kammitsa kruviga;

6) kontrollida, et juhtmed oleksid süüteküünaldega õigesti ühendatud.

Mootori silindrite töö järjekord on 1—5—3—6—2—4.

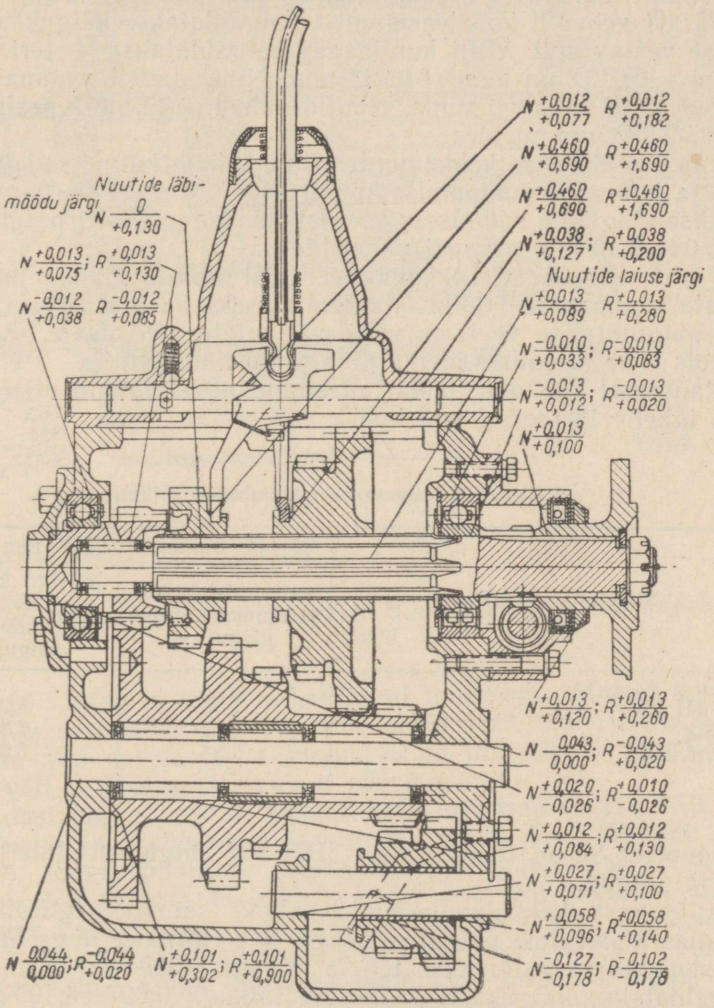
Pärast kokkumonteerimist läheb mootor katsetamisele.

Käigukasti kokkumonteerimine. Joonisel 88 on toodud auto ГАЗ-51 käigukasti kokkumonteerimisel lubatud lõtkud ja pingud. Käigukasti kokkumonteerimine algab tagurpidikäigu hammasratta paigaldamisega. Tagurpidikäigu hammasratta telje istud käigukasti karteri seintes peavad olema järgmised: telje eesmisel otsal

— lõtkuga 0,027—0,100 mm; tagapoolsel otsal — pinguga 0,044 kuni lõtkuni 0,030 mm.

Tagurpidikäigu hammasratasteplokk peab teljel vabalt pöörduma. Lõtk hammasrataste ploki ja telje vahel peab olema 0,058—0,140 mm piirides. Tagurpidikäigu hammasrataste lülituskahvli telje ist käigukasti karteris peab olema —0,050 kuni +0,003 mm. Tagurpidikäigu kahvel paigaldatakse lõtkuga 0,012—0,140 mm.

Käigukasti vahevõlli paigaldamisel tuleb silmas pidada järgmist: hammasratasteploki rull-laagrite vahele paigutatakse dis-



Joon. 88. Auto ГАЗ-51 käigukasti kokkumonteerimisel lubatud lõtkud ja pingud

tantspuks. Hammasratasteploki telg paigaldatakse käigukasti karterisse istuga: eesmine ots pinguga 0,044 ning tagumine pingust 0,043 lõtkuni 0,020. Lõtk hammasratasteploki ja käigukasti karteri vahel peab olema 0,101—0,900 mm piirides. Lõtku suurust reguleeritakse vaheseibidega. Pärast kokkumonteerimist kontrollitakse, et hammasratasteplokk pöörduks vabalt rull-laagritel.

Järgnevalt paigaldatakse käigukasti karterisse veovõll. Võlli kuullaager paigaldatakse karteri avasse istuga —0,012 kuni +0,085 mm. Laagri kaas asetatakse kohale nii, et siduri väljalülitamislaagri kahvli tagasitõmbevedru aas asuks vasakul.

Pärast veovõlli kohaleasetamist paigaldatakse käigukasti karterisse veetav võll. Võlli kuullaager paigaldatakse karteri avasse istuga —0,010 mm kuni +0,083 mm. Nihutatavad hammasrattad peavad võllil vabalt liikuma. Nuutidevaheline külglõtk peab olema 0,013—0,280 mm piirides.

Edasi asetatakse kokkumonteeritult kohale käigukasti ülemine kaas ja kummide pumpamise kompressor. Normaalse hammastevahelise külglõtku saamiseks kasutatakse kompressori paigaldamisel 0,08—0,10 mm paksust vahelehte.

Pärast käigukasti kokkumonteerimist kontrollitakse hammasrataste summaarseid lõtke. Kontrollimiseks kasutatakse erihooba, mis paigutatakse veetava võlli väljaulatuvale otsale. Veovõlli nuutots peab seejuures olema kinnitatud liikumatult.

Raadiusel 205 mm mõõdetud summaarsed lõtkud ei tohi ületada tabelis 15 toodud väärtusi.

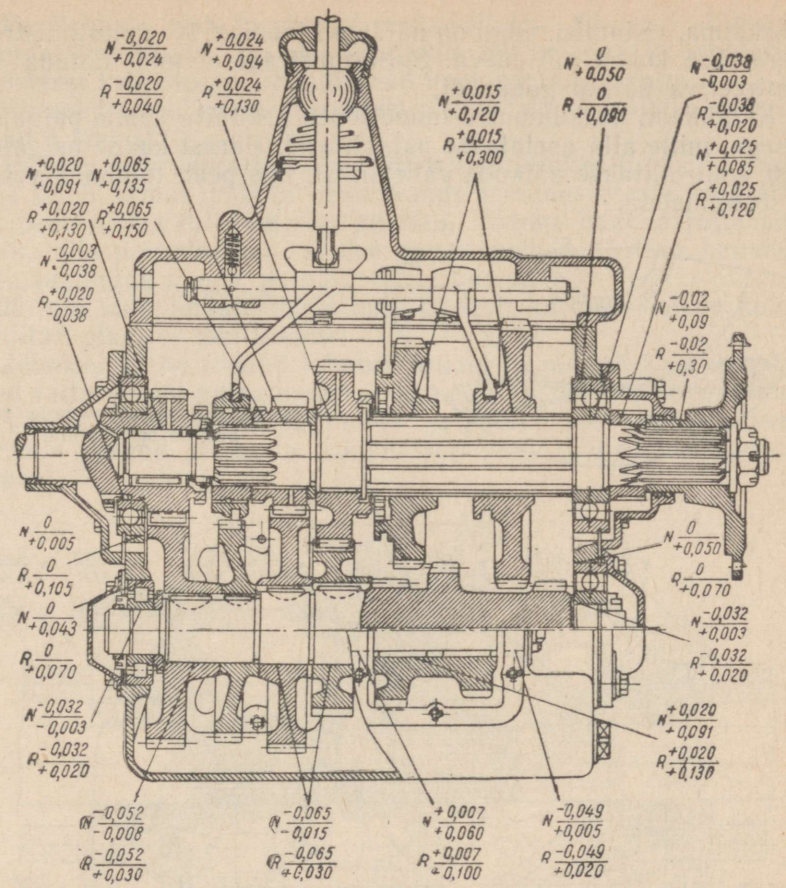
Tabel 15

Käigukasti hammasrataste lubatud lõtkud

Sisselülitatud käik	Summaarne lõtk mm	
	uutest detailidest kokkumonteeritud käigukast	lubatud kulumistega detailidest kokkumonteeritud käigukast
I, II, III käik	2,16	5,00
IV käik	0,66	2,50
Tagurpidikäik	2,84	6,00

Joonisel 89 on toodud auto ЗИЛ-150 käigukasti lubatud lõtkud ja pingud.

Käigukasti kokkumonteerimine algab samuti tagurpidikäigu hammasratasteploki paigaldamisega. See rull-laagritega hammasratasteplokk paigaldatakse teljele lõtkuga 0,020—0,130 mm. Telg paigaldatakse käigukasti karterisse lõtkuga 0,007—0,100 mm ja kinnitatakse piderõngaga. Järgnevalt paigaldatakse käigukasti vahevõll. Vahevõlli kuullaager paigaldatakse käigukasti karterisse lõtkuga 0—0,07 mm. Rull-laager paigaldatakse samasuguse



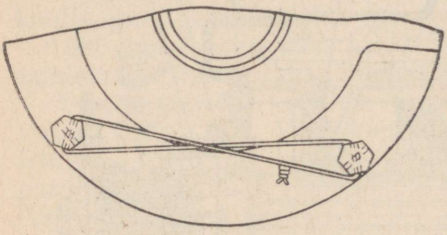
Joon. 89. Auto ЗИЛ-150 käigukasti kokkupanekul lubatud pingud ja lõtkud

lõtkuga. Laagrid tõmmatakse kinni mutritega. Mutrid kontreeritakse lukustusseibidega, vajutades seibi keele mutri sälku. Laagrikaante alla paigutatakse mootoriõliga immutatud papptihendid. Vahevõll peab laagrites vabalt pöörduma.

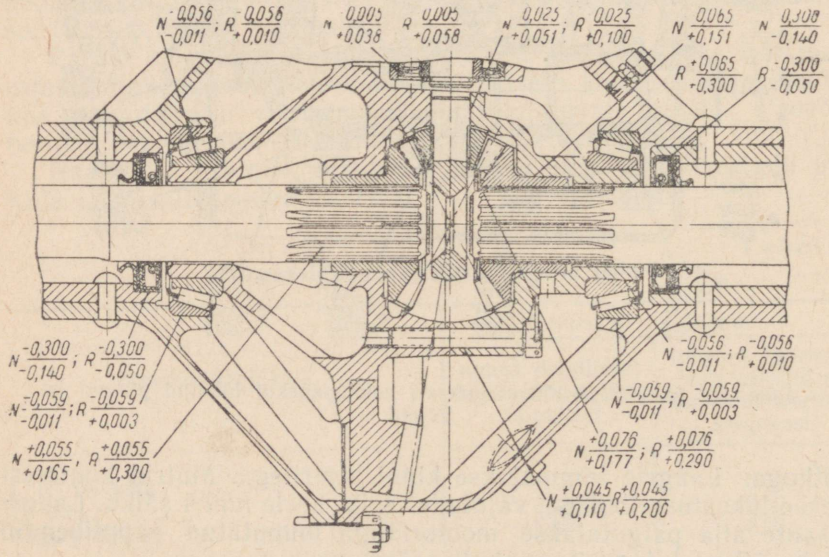
Edasi paigaldatakse käigukasti karterisse veetav võll. Võlli kuullaager paigaldatakse karterisse lõtkuga 0—0,090 mm. Laagri välise rõnga õnarasse asetatakse lukustusrõngas. Kuullaagri kaane alla paigutatakse õliga immutatud või menniku või tinavalgega kaetud papptihend. Seejärel paigaldatakse käigukasti veovõll. Võlli kuullaager paigaldatakse karterisse lõtkuga 0—0,105 mm. Laagri välise rõnga õnarasse asetatakse lukustusrõngas. Laagri kaane alla paigutatakse õliga immutatud papptihend. Veovõlli kaane kõik poldid splinditakse traadiga. Poldid splinditakse

kahekaupa, ristamisi, nagu on näidatud joonisel 90. Splintimistraat keeratakse kokku päripäeva. Splintimistraat ei tohi ulatuda üle tsentreeriva ääriku gabariidi.

Käigukasti kokkumonteerimine lõpeb pealmise kaane paigaldamisega, mille alla asetatakse pabertihend. Pärast kaane paigaldamist kontrollitakse käikude vahetamist, mis peab toimuma vabalt ja sööbimisteta.



Joon. 90. Käigukasti vedava võlli poltide splintimine



Joon. 91. Auto ГАЗ-51 tagasilla kokkupanekul lubatud pingud ja lõtkud

Tagasildade kokkumonteerimine. Joonisel 91 on toodud auto ГАЗ-51 tagasilla veohammasratta sõlme ja diferentsiaali kokkumonteerimisel lubatud lõtkud ja pingud.

Diferentsiaali asetamisel tagasilla karterisse paigaldatakse satelliitidekarbi koonusrull-laagrite rõngad tagasilla karteri pesadesse istuga +0,003 kuni —0,059 mm. Rõngad pressitakse pesadesse põhjani.

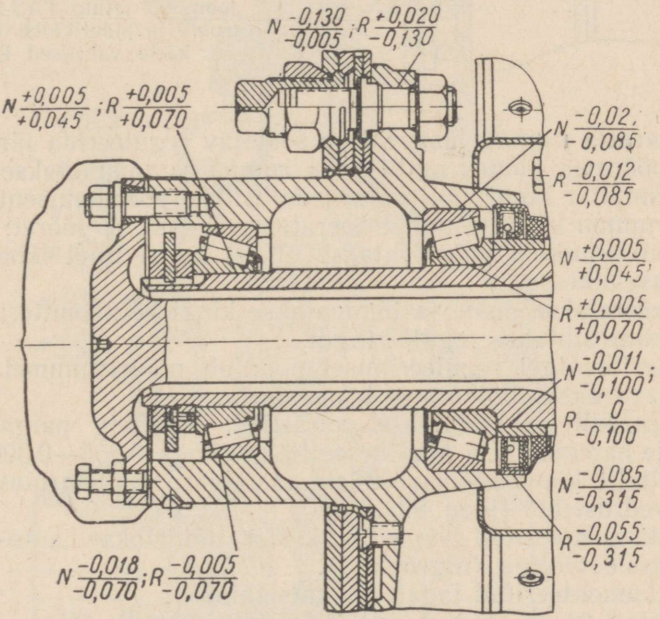
Pooltelgede kestade pesadesse pressitakse tihendid. Tihendid immutatakse segus, mis on koostatud petrooleumi ja mootoriõli võrdsetest kogustest. Tihendipesad kaetakse mennikuga.

Pärast tihendi kohalepressimist pigistatakse pooltelje kesta ots kokku 4 kohast.

Vedava hammasratta komplekti paigaldamisel tagasilla karterisse tuleb silmas pidada peaülekande hammasrataste külglõtku, mis peab olema 0,1—0,6 mm piirides. Vedava hammasratta pesa ääriku alla paigutatakse reguleerimisvahelehed. Vedava hammasratta tagumine laager paigaldatakse tagasilla karterisse pinguga 0,005 mm kuni lõtkuni 0,058 mm. Laagrit karteris hoidev külgeneeditud plaat ei tohi liikuda.

Joonisel 92 on toodud lubatud lõtkud ja pingud kokkumonteeritud rattarummu paigaldamisel tagasilla karteri pooltelje kestale.

Vasak- ja parempoolse piduri paigaldamisel pooltelje kesta äärikule peavad pikemate friktsioonkatetega piduriklotsid asuma eespool.



Joon. 92. Auto ГАЗ-51 tagaratta rummu kokkumonteerimisel lubatud lõtkud ja pingud

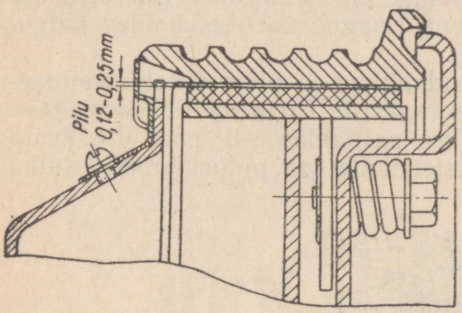
Tagaratta rummu sisemine ja väline laager paigaldatakse pooltelje kesta kaelale lõtkuga 0,005—0,070 mm.

Enne kohalepressimist immutatakse ratta rummu tihendit samal viisil nagu pooltelje pesadesse paigutatavaid tihendeid. Pooltelje parempoolsele kestale paigaldatakse parempoolne rumm,

vasakpoolsele — vasakpoolne rumm, mille poldipeadel on täht «Л». Enne rummu paigaldamist määritakse laagreid ja rummu sisemus täidetakse konsistentmäärdega (1—13, solidool УС-2).

Pidurite reguleerimisel kontrollitakse pilu friktsioonkatte ja piduritrumli vahel. Piduriklotsi ülemises osas peab pilu olema 0,25 mm ja alumises 0,12 mm.

Pilu mõõdetakse piduritrumli ava kaudu 30 mm kaugusel friktsioonkatte äärest (joon. 93). Pilu reguleeritakse piduriklotside tugisõrmede ja klotside ekstsentrikute abil.



Joon. 93. Auto ГАЗ-51 piduritrumli ja piduriklotsi friktsioonkatte vahelised lõtkud

Tagaratta rummu laagreid on soovitav reguleerida järgmiselt:

1) pöörates piduritrumlit koos rummuga tõmmatakse rummu kinnitusmutter kinni kuni piduritrumli tihke pöördumiseni;

2) rummu kinnitusmutrit keeratakse tagasi $^1/_8$ pööret;

3) lukustusseib paigaldatakse nii, et mutri tihvt läheks seibi ühte sisselõikesse;

4) keeratakse peale ja tõmmatakse kinni kontrmutter;

5) kontrollitakse reguleeringut.

Laagrite õigel reguleerimisel pöördub piduritrummel vabalt, märgatava aksiaallõtkuta ja loksumiseta.

Järgnevalt paigaldatakse poolteljed. Pooltelg paigaldatakse poolteljе hammasratta nuutidesse külglõtkuga 0,055—0,300 mm.

Poolteljе kinnitus-tikkpoltidele asetatakse laialisurutavad puksid ja vedruseibid (joon. 92).

Kokkumonteeritud tagasilla karter täidetakse auto-traktoritransmissiooniõliga (nigrooliga).

Kokkumonteeritud tagasilda katsetatakse.

Joonisel 94 on toodud auto ЗИЛ-150 tagasilla lõige.

Tagasilla montaaž algab pooltelgede torude pressimisega tagasilla karterisse (juhul kui torud pressiti välja kapitaalremondil).

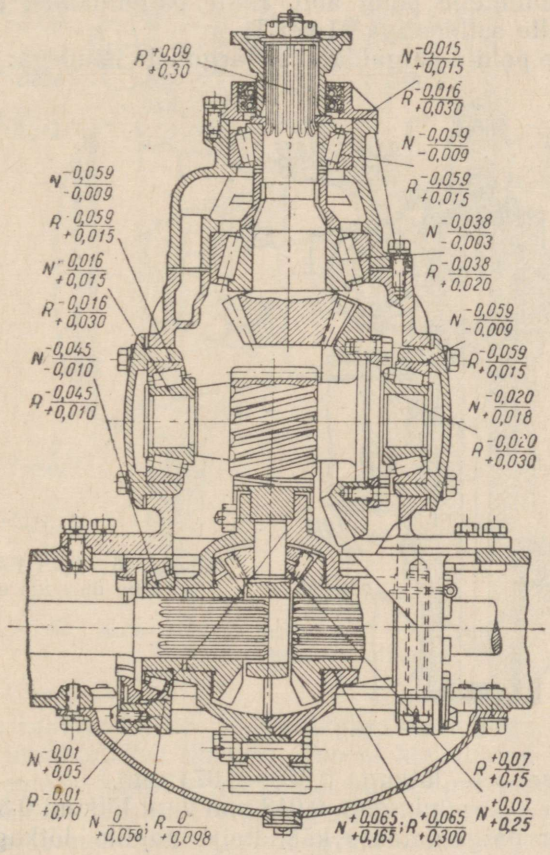
Poolteljе toru pressitakse tagasilla karterisse järgmiste istudega:

esimesel kaelal — pingust 0,09 lõtkuni 0,03 mm;
teistel kaeltel — pingust 0,135 lõtkuni 0,07 mm.

Pärast kohalepressimist peab torude väljaulatuvate otste pikkus olema 214—216 mm. Pärast sissepressimist puuritakse pool-

telje torudesse augud, kuhu lähevad pidekruvid. Et pidekruvi ei puutuks vastu pooltelge, ei tohi ta ulatuda läbi toru seina.

Järgnevalt asetatakse pooltelje torudele tihendid ja rull-laagrite sisemised rõngad. Karteri kaelale asetatud tihendi kere ei tohi käe jõul pöörduda. Tihend surutakse nii kaugele, et ta toetuks vastu äärikut. Rummu rull-laagri sisemine rõngas paigaldatakse pooltelje torule lõtkuga 0,015—0,080 mm. Seejärel paigaldatakse piduritrumliga kokkumonteeritud rumm. Enne paigaldamist määritakse rull-laagreid ja rummu sisemus täidetakse solidooliga. Piduritrumliga kokkumonteeritud rummu paigaldamisel tuleb silmas pidada, et tikkpoldid on vasak- või parempoolse keermega. Vasakpoolse keermega tikkpoltidega rummud paigaldatakse seepärast ainult vasakule ja parempoolse keermega tikkpoltidega rummud paremale poole.



Joon. 94. Auto ЗИЛ-150 tagasilla kokkupanekul lubatud pingud ja lõtkud

Rummu koonusrull-laagreid on soovitav reguleerida järgmiselt:

1) mutter tõmmatakse lõpuni kinni 500 mm pikkuse võtmega. Mutri kinnitõmbamisel pööratakse rummu ühele ja teisele poole;

2) järgnevalt keeratakse mutrit $^1/_5$ pööret tagasi, kuni lukustusseibi lähem auk satub kohakuti tihvtiga. Rumm peab seejuures vabalt pöörduma;

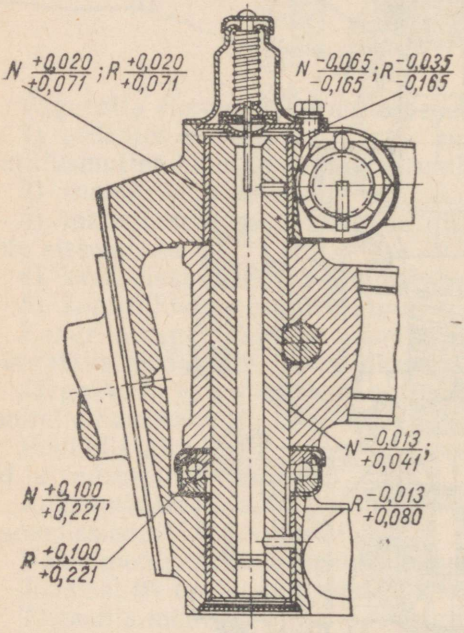
3) punktis 2 märgitud toimingute lõppedes mutter kontreeritakse;

4) kontrollitakse laagrite telgede ekstsentrilisust, mis ei tohi olla suurem kui 0,08—0,20 mm.

Edasi reguleeritakse reduktori koonushammasrataste hambumist. Selle reguleerimise käik oli kirjeldatud eespool.

Esisildade kokkumonteerimine. Auto ГАЗ-51 esisilla kokkumonteerimine algab käändtelgede ühendamisest esisilla talaga (joon. 95) käändtelje poldi abil. Enne paigaldamist määritakse käändtelje polte solidooliga M või T.

Käändtelje poldid paigaldatakse järgmiste istudega:



Joon. 95. Auto ГАЗ-51 käändtelje ühendus esisillaga

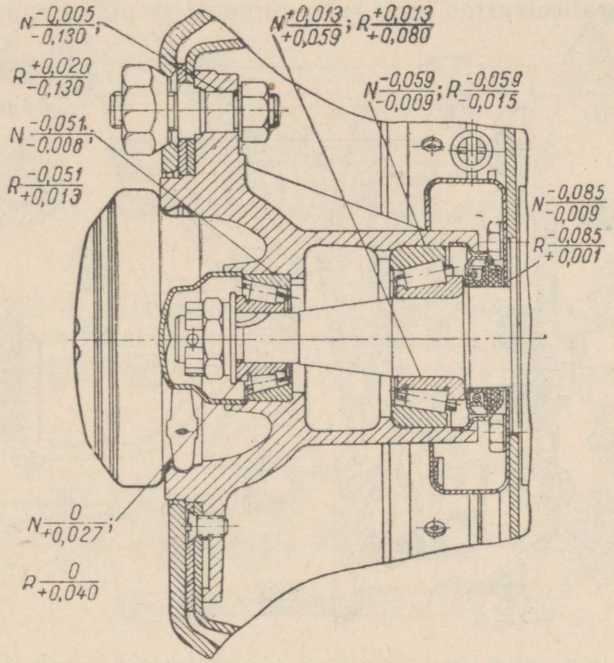
puksidesse — lõtkuga 0,020—0,071 mm,
esisilda — pinguga 0,013 mm kuni lõtkuni 0,80 mm.

Tugilaager paigaldatakse käändtelje poldile lõtkuga 0,100—0,221 mm.

Esisilla ja käändtelje vaheline lõtk määratakse vaheseibidega, millede paksus ei tohi olla suurem kui 0,15 mm.

Käändtelgede pöördenurka reguleeritakse piirdepoltidega. Parempoolse ratta maksimaalne pöördenurk paremale peab olema 33° ja vasakpoolse oma vasakule 36°. Käändtelgede ühest piirasendist teise piirasendisse pööramiseks vajalikku jõudu kontrollitakse dünamomeetriga, mis kinnitatakse roolihoovale. Pööramiseks vajalik jõud peab olema 30—45 kg piirides. Rataste kokkujooks peab olema 1,5—3,0 mm piirides.

Järgnevalt paigaldatakse käändtelgedele piduritrumliga kokkumonteeritud rummud (joon. 96). Rummu seespoolse laagri sisemine rõngas paigaldatakse käändteljele lõtkuga 0,013—0,080 mm ja välise laagri sisemine rõngas istuga pingust 0 mm kuni lõtkuni 0,040 mm.



Joon. 96. Auto ГАЗ-51 esiratta rummu paigaldamisel lubatud pingud ja lõtkud

Esiratta rummu tihendi pesa kaetakse mennikuga. Enne kohalepressimist immutatakse tihendit eespool kirjeldatud viisil.

Parempoolsele käändteljele paigaldatakse parempoolne rumm ja vasakpoolsele — vasak (rummu poltidel täht «Л»). Enne rummude paigaldamist määritakse laagreid solidooliga. Sama määrdega täidetakse ka rummu sisemus.

Pidurite reguleerimisel peab piduriklotsi friktsioonkatte ja piduritrumli vahele jääma pilu — ülal 0,25 mm, all 0,12 mm.

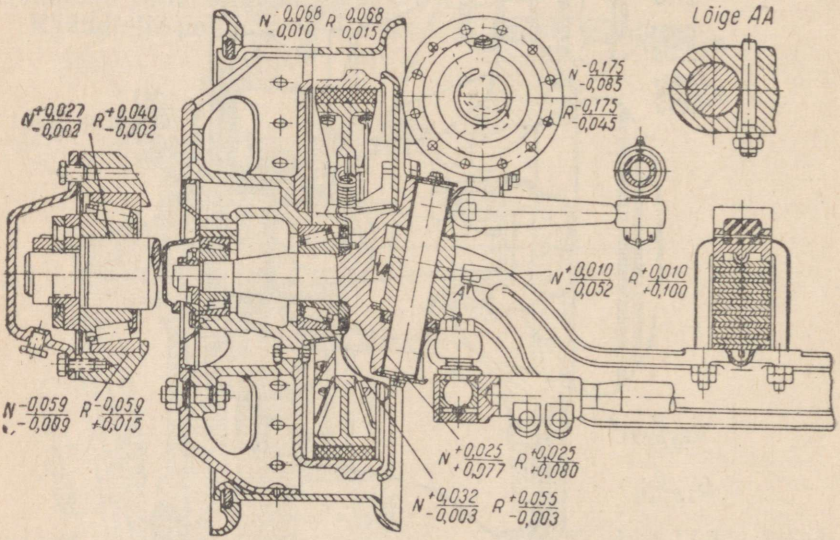
Esiratta rummu laagreid on soovitav reguleerida järgmiselt:

1) kontrollida piduritrumli vaba pöörlemist. Selleks lõdvendatakse käändtelje mutrit, mitte aga rohkem kui poolpöörde võrra;

2) 200 mm pikkuse võtmega tõmmatakse käändtelje mutter ühe käega kinni, kuni piduritrumli pöördumine muutub tihkeks. Et rullid võtaksid laagris õige asendi, pööratakse mutri kinnitõmbamise ajal rummu;

3) keerata käändtelje kroonmutrit 2—3 sälgu võrra tagasi, kuni mõni sälk satub kohakuti käändtelje poldi splindiauguga, ja splintida mutter selles asendis.

Joonisel 97 on toodud auto ЗИЛ-150 esisild kokkumonteeritult. Esisilla monteerimisel paigaldatakse käändteljed juba kokkumonteeritult. Käändtelgedega ühendatakse kokkumonteeritult rooli piki- ja paralleelvarras ning ratta rummud ja piduritrumlid.



Joon. 97. Auto ЗИЛ-150 esisilla kokkupanekul lubatud pingud ja lõtkud

Käändtelje tugilaagri malmseib paigaldatakse käändtelje pesasse istuga —0,135 mm kuni +0,125 mm. Seibi määrdesooned peavad asuma peal.

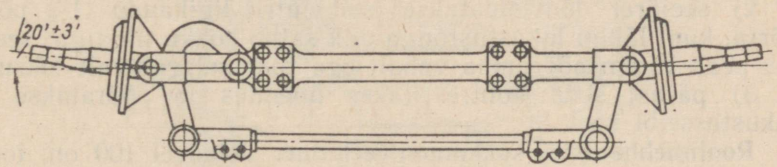
Käändtelje polt paigaldatakse esisilda lõtkuga 0,01—0,10 mm. Käändtelje puksidesse paigaldatakse polt lõtkuga 0,025—0,080 mm.

Aksiaallõtk käändtelje ja esisilla tala vahel ei tohi olla suurem kui 0,1 mm. Seda lõtku reguleeritakse vahelehtedega.

Paralleelvarda kuulsõrmede ühendamisel pöördehoobadega kontrollitakse kuulsõrme koonuse istu käändtelje koonuspesas. Selleks tõmmatakse mutter algul lõpuni kinni ja keeratakse siis maha ning kontrollitakse hoova augus koonuse peenema otsa sügavust, mis peab olema vähemalt 2 mm.

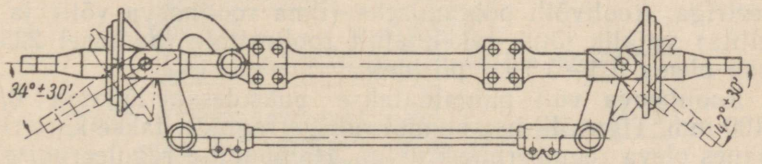
600 mm pikkuse võtmega tõmmatakse pärast kontrollimist mutter kinni, kuni krooni üks sälk satub kohakuti splindiauguga. Selles asendis mutter splinditakse.

Joonisel 98 on toodud rataste kokkujooksu nurk, mis peab olema 20′ ± 3′. Seda nurka reguleeritakse eriseadmes, muutes paralleelvarda pikkust.



Joon. 98. Auto ЗИЛ-150 esirataste kokkujooksu nurk

Joonisel 99 on toodud esirataste pöördenurgad. Vasakule pöördumisel peab vasakpoolse ratta pöördenurk olema 34° ± 30′. Paremale pöördumisel peab parempoolse ratta pöördenurk olema 42° ± 30′.



Joon. 99. Auto ЗИЛ-150 esirataste pöördenurgad

Nurgad seatakse õigeks vasakpoolsel käändteljel olevate piirdepoltide abil. Pärast esirataste kokkujooksu ja pöördenurkade reguleerimist tõmmatakse kinni paralleelvarda poltide mutrid.

Kokkumonteeritud pidurikilbid kinnitatakse käändtelje äärikule kuue vedruseibidega varustatud poldiga. Kilp peab tihedalt liibuma vastu käändtelje ääriku töödeldud pinda.

Piduriklotse on soovitav reguleerida kontroll-piduritrumli järgi. Piduritrumli ja piduriklotside vaheline maksimaalne pilu liibumisringil peab tugitapi kohal olema 0,2—0,6 mm ja surupööra

juures kuni 0,4 mm. Piduritrummel peab vabalt pöörduma ega tohi üheski asendis puutuda vastu piduriklotse.

Rull-laagrite sisemised rõngad paigaldatakse käändtelgedele istuga pingust 0,003 kuni lõtkuni 0,055 mm. Välise rull-laagri rõngas tuleb paigaldada käändtelje kaelale istuga pingust 0,002 mm kuni lõtkuni 0,040 mm. Need pingud või lõtkud saadakse vastava valiku teel.

Rull-laagrid ja kogu rummu sisemus tuleb täita määrdega 1-13 ГОСТ 1631-52 või solidooliga УС-2 ГОСТ 1033-51.

Esirataste koonuslaagreid reguleeritakse järgmiselt:

1) käändtelje seibmutter tõmmatakse 400 mm pikkuse võtmega kinni kuni rummu pidurdumiseni, mida kontrollitakse rummu pöörates;

2) seejärel lõdvendatakse seibmutrit ligikaudu $^1/_5$ pöörde võrra, kuni lähim lukustusrõnga auk satub kokku tihvtiga; seejuures peab rumm pöörduma vabalt ega tohi märgatavalt loksuda;

3) pärast seda kontreeritakse ühendus ja pööratakse üles lukustusseibi keel.

Roolimehhanismi kokkumonteerimine. Joonisel 100 on toodud auto ГАЗ-51 roolimehhanismi lubatud lõtkud ja pingud. Kokkumonteerimisel tuleb erilist tähelepanu pöörata alltoodule.

Roolihoova otsmine rull-laager paigaldatakse karteri külgkaande istuga —0,042 mm kuni +0,013 mm. Tiguvõlli ülemise laagri rõngas paigaldatakse karterisse istuga —0,040 mm kuni +0,025 mm. Alumise laagri rõngas paigaldatakse lõtkuga 0,012—0,093 mm.

Karteri alumise kaane alla asetatakse viis 0,25 mm paksust papptihendit ja üks või kaks 0,12 mm paksust pärgamenttihendit.

Tiguvõlli laagrite kinnitõmmet kontrollitakse vedrudünamomeetriga. Roolivõlli pööramiseks (ilma roolihoova võlli ja selle rullita) vajalik jõud, rakendatult roolirattale raadiusel 225 mm, peab olema 0,3—0,5 kg piirides.

Roolihoova võll paigaldatakse puksidesse lõtkuga 0,025—0,100 mm. Tiguvõlli hambumist rulliga reguleeritakse karteri külgkaanes oleva reguleerimiskruviga. Hambumise reguleerimisel seatakse roolivõll ja rull keskasendisse, mis vastab auto otseliikumisele. Rulli õiget hambumist tiguvõlliga kontrollitakse jõuga, mis rakendatakse roolirattale raadiusel 225 mm. Roolivõlli pööramisel keskasendist paremale või vasakule 200° võrra peab see jõud olema 1,6—2,0 kg piirides.

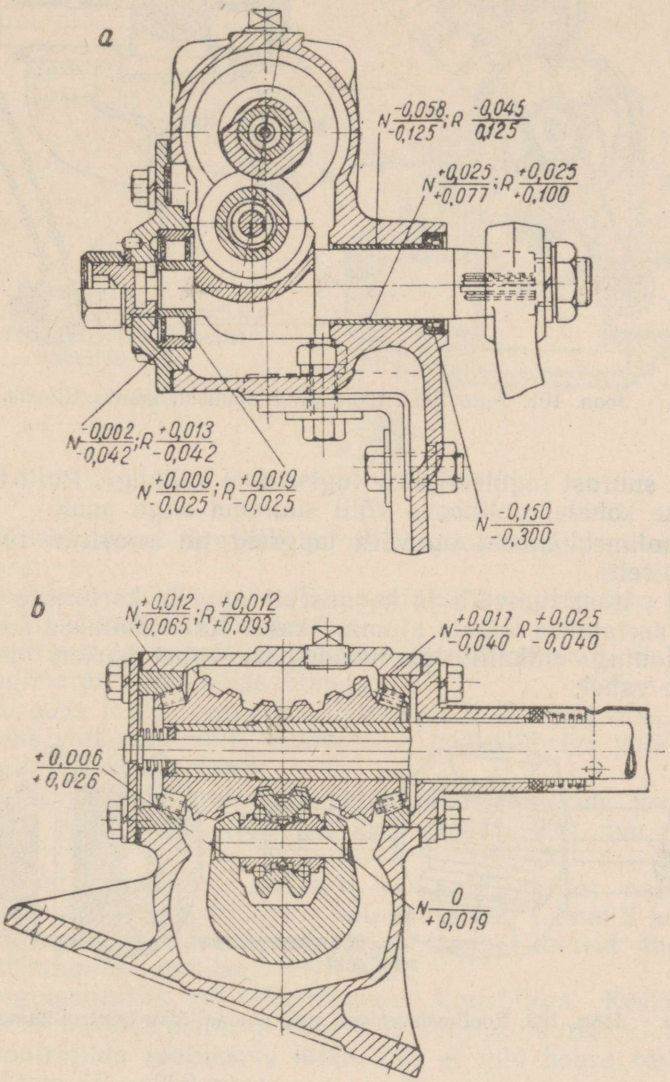
Enne karterisse asetamist immutatakse roolihoova nahktihendit eespool toodud tehnoloogia kohaselt. Pärast kokkumonteerimist täidetakse roolimehhanismi karter traktorinigrooliga.

Joonisel 101 on toodud auto ЗИЛ-150 roolimehhanismi montaažijoonis.

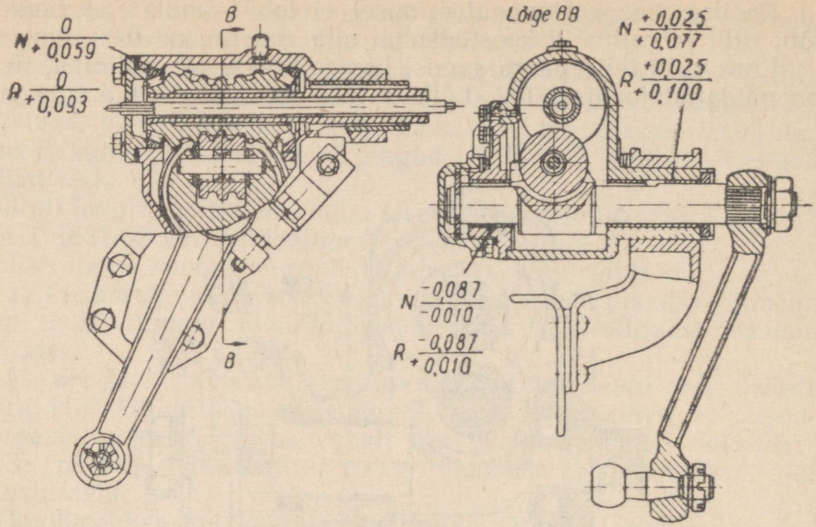
Roolihoova puksid hööritsetakse läbi, kui karter ja kaas on kokku monteeritud. Roolihoova võll paigaldatakse puksidesse lõtkuga 0,025—0,100 mm.

Rooliseadme kokkumonteerimisel ei tohi summaarne radiaallõtk rulli ja rullivõlli koostöökohal olla suurem kui 0,09 mm.

Enne rulli telje paigaldamist kontrollitakse aksiaallõtku, nagu on näidatud joonisel 102. Lõtk ei tohi olla suurem kui 0,04 mm.



Joon. 100. Auto ГАЗ-51 roolimehhanismi monteerimisel lubatud lõtkud ja pingud:
a — ristlõige; *b* — pikilõige

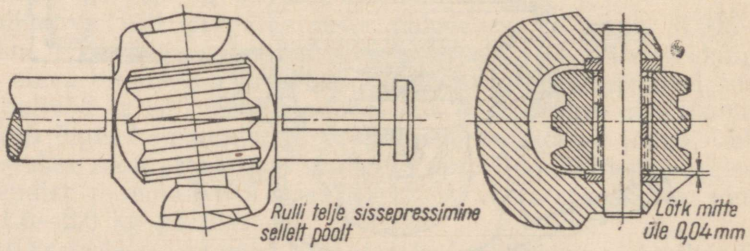


Joon. 101. Auto ЗИЛ-150 roolimehhanismi montaažijoonis

Lõtku suurust reguleeritakse tugiseibide valikuga. Rulli telg pressitakse kohale roolihoova võlli suurema augu poolt.

Roolimehhanismi tiguvõlli laagreid on soovitav reguleerida järgmiselt:

1) pärast tiguvõlli ja koonusrull-laagrite karterisse paigaldamist asetatakse kohale alumine kaas. Kaas hoitakse käega oma kohal ning lehtkaliibriga mõõdetakse vahet karteri otspinna ja kaane vahel;

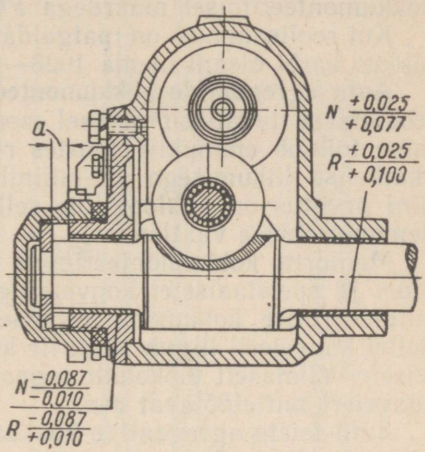


Joon. 102. Roolimehhanismi rulli aksiaallõtku kontrollimine

2) valitakse mõõdetud vahe paksune õhukeste ja paksude vahetihendite komplekt, milles peab olema vähemalt 4 õhukest, 0,1—0,05 mm paksust vahetihendit. Teised vahetihendid võivad olla paksud;

3) vahetihendid asetatakse kaane alla ja poldid keeratakse sisse. Poltide kinnitõmbamise ajal tuleb pöörata võlli;

4) roolirattale kinnitatud vedrudünamomeetriga mõõdetakse pööramiseks vajalikku jõudu 240 mm pikkusel raadiusel. Rakendatud jõud peab olema 0,3—0,8 kg piirides. Roolihoob koos rulliga paigaldatakse puksidesse lõtkuga 0,025—0,100 mm (joon. 103).



Joon. 103. Tugiseibi lauppinna ja roolimehhanismi kaane vaheline lõtk

Roolimehhanismi tiguvõlli ja rulli hambumist reguleeritakse järgmiselt:

1) roolihoova võll koos rulliga seatakse keskasendisse ja tõmmatakse kinni karterikaane poldid;

2) valitakse ja asetatakse kohale tugiseib, mis asub roolihoova võlli ringõnaras minimaalse lõtkuga;

3) surudes jõuga vastu roolihoova võlli lühemat otsa, nii et rull läheks vastu tiguvõlli, mõõdetakse lehtkaliibriga vahet tugiseibi ja karteri kaane vahel;

4) vastavalt vahe suurusele paigaldatakse seibide komplekt; komplektis peab olema vähemalt kuus 0,05 ja 0,01 mm paksust vahelehte;

5) pärast vahelehtede valimist ja paigaldamist asetatakse kaane ja mutri vahele, sõltuvalt pilu suurusest, 1 kuni 3 kummist tihendusrõngast; seejärel tõmmatakse kaane mutrid tugevasti kinni ja pannakse roolihoob võlli otsa;

6) reguleeritakse rulli hambumist tiguvõlliga. Keskasendis peab hambumislõtk olema 0 kuni 0,05 mm; seejuures tuleb:

a) kontrollida roolihoova lõtku, mis ei tohi hoova otsal ületada 0,2 mm ($R = 250$ mm);

b) määrida teo ja rulli hõõrduvaid pindasid õliga AK-6, mida lastakse sisse täiteava kaudu õlikannust; seejärel määrata dünamomeetri abil jõud rooliratta põial; see peab olema raadiusel

240 mm 1,5—2,5 kg piirides; rooliratta põial rakendatavat jõudu reguleeritakse vahelehtede lisamise või äravõtmisega;

7) pärast reguleerimist kontrollitakse roolihoova mõlemapoolseid piirasendeid (pöördenurki) rulli keskasendi suhtes. Pöördenurk kummalegi poole peab olema vähemalt 42°.

Pärast reguleerimist võetakse rooliratas ja roolihoob maha ja jätkatakse kokkumonteerimist. Roolivõlli kuullaager täidetakse kokkumonteerimisel määrdega УС-1 ГОСТ 1033-51.

Kui roolisammas on paigaldatud roolikarpi, peab roolisamba pikkus karbi otsani olema 1028—1030 mm piirides.

Auto agregaatide kokkumonteerimist (välja arvatud mootor) teostatakse tavaliselt paiksel meetodil. Mootorite kokkumonteerimine toimub enamikus suurtes remondiettevõtetes voolumeetodil (katkelise liikumisega vooluliinil). Katkelise liikumisega vooluliini arvutus on analoogiline sellega, mida kirjeldati mootorite demonteerimise vaatlemisel.

Mootorite kokkumonteerimine toimub veereteel, liikuvatel stendidel ja spetsiaalsetel konveieritel. Joonisel 104 on toodud üks automootorite kokkumonteerimise konveieri konstruktsioonidest. Sellel konveieril liigub vankrile kinnitatud mootor ühelt töökohalt teisele. Viimaselt töökohalt tagasi esimesele liigub vanker mööda konveieri mittetöötavat osa.

Auto teiste agregaatide kokkumonteerimine toimub isegi suurtes remondiettevõtetes kas eristendidel või paralleelidel. Auto peamiste agregaatide kokkumonteerimise stendide kirjeldused toodi agregaatide kokkumonteerimist käsitlevas peatükis.

Kõikide agregaatide kokkumonteerimise töid püütakse mehhaniseerida, eriti poltide, mutrite ja kruvide kinnikeeramist.

Selleks kasutatakse mutrikeerajaid ja elektrilisi kruvikeerajaid. Joonisel 105 on toodud elektri-mutrikeeraja.

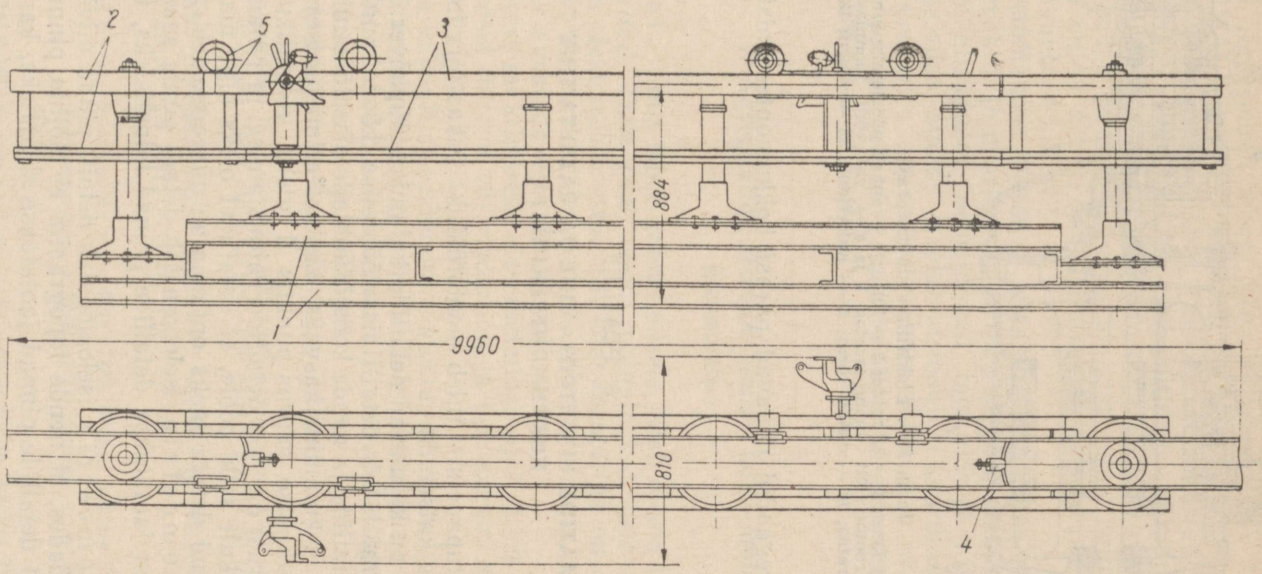
Reduktori üldine ülekandearv on 8,4, millele vastab spindli pöörlemiskiirus 350 p/min, kui kahe poolusega elektrimootori lühisrootori pöörlemiskiirus on 2940 p/min. Elektrimootori pinge on 120/220 V ja võimsus 0,44 kW.

Tabelis 16 on toodud elektriga töötavate mutri- ja kruvikeerajate andmed.

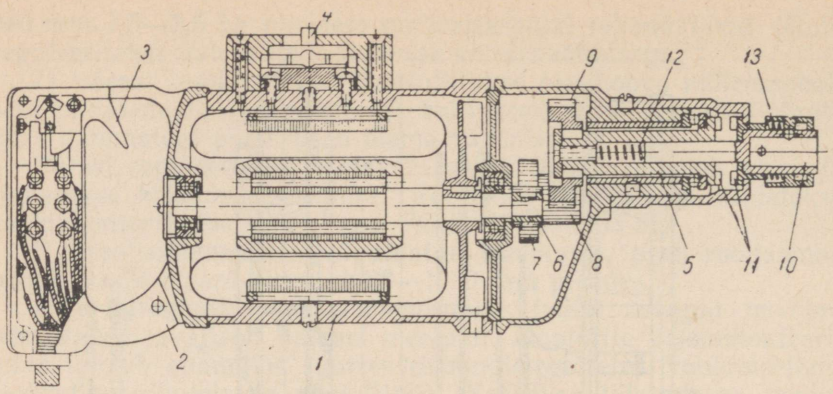
Tabel 16

Elektriliste mutri- ja kruvikeerajate tehniline karakteristika

Mõõt	Pöörded minutis koormuseta	Kasutusala		Kaal kg
		metallkruvid mm	mutrid mm	
1	500	12 × 50	6	2,7
2	500	16 × 80	9,5	4,7
3	350	20 × 100	12,5	6,8



Joon. 104. Mootorite voolumeetodil monteerimise konveieri konstruktsioon:
1 — raam; *2* — pöördering; *3* — estakaad; *4* — pöörderingi lukk; *5* — vanker



Joon. 105. Elektriline mutrikeeraja:
1 — elektrimootori kere; *2* — käepide; *3* — lüliti; *4* — ankru pöörlemissuuna muutja; *5* — spindel; *6* — rootorivõlli hammasratas; *7* ja *8* — vahevõlli hammasratas; *9* — spindli hammasratas; *10* — otsiku sõrm; *11* — nukksidur; *12* — vedru; *13* — kate

Mõned agregaadid nõuavad pärast kokkumonteerimist erilist katsetamist.

8. PEATÜKK

AUTO AGREGAATIDE SISSETÖÖTAMINE JA KATSETAMINE PÄRAST KOKKUMONTEERIMIST

Pärast kokkupanemist tuleb mootoreid, käigukaste ja tagasildu sisse töötada ja katsetada.

Joonisel 28 on kujutatud detailide kulumise tüüpkõver.

Sellel kõveral läheb detaili sissetöötamise kõver punktist *O* punktini *A*. Detailide ja nende koostöökohtade sissetöötamise ülesandeks on see, et kulumine kasvaks ekspluateerimisprotsessis aeglasemalt ja kulumise suurus punktis *A* oleks võimalikult minimaalne. Seepärast on vaja detailide valmistamisel ja remontimisel püüda võimalikult selle poole, et detailidel oleks õige makrogeomeetria ja antud detaili jaoks optimaalne mikrogeomeetria.

Makrogeomeetria iseloomustab detaili pinda suurtes piirides. Seepärast jaotatakse detailide pinnad lainelisteks, tasapinnalisteks jne.

Mikrogeomeetria iseloomustab detaili pinda niivõrd väikestes piirkondades, et nende topograafia ei mõjuta pinna üldist kuju. Sel juhul detailide pinnad jaotatakse siledateks, karedateks jne.

Siiski, vaatamata õigele makro- ja mikrogeomeetriale ning sõlmede ja agregaatide täiuslikule kokkumonteerimisele, on detailide

koostöötavate hõõrduvate pindade tegelikud kokkupuutepinnad koostöö algperioodil ikkagi väga väikesed. NSV Liidu TA instituudi ИМАШ uurimiste kohaselt on uute, sissetöötamata koostöötavate detailide tegelikud (töötamisel kuluvad) toetuspinnad 100—100 000 väiksemad kui gabariitidega piiratud pinnad. See põhjustab seda, et detailide toetuspindade kokkupuutekohtades on surve nendele pindadele tunduvalt arvestatust suurem. Selle tulemuseks on, et detaili kokkupuutekohad purunevad ja detaili tööpinnad kuluvad kiiresti.

Sissetöötamise ülesanne seisab selles, et tasandada väljaulatuvaid makro- ja mikropindu ja luua seega koostöötavate detailide pindadel niisugused toetuspinnad, mis oleksid võimelised vastu võtma ja edasi andma ekspluatatsioonilisi koormusi.

Kaasaegsetes remondiettevõtetes töötatakse mootoreid sisse külmalt ja kuumalt ning katsetatakse; käigukastid ja tagasillad töötatakse sisse ja katsetatakse külmalt.

1. Agregaatide sissetöötamine, katsetamine ja üleandmine

Mootor, mis läheb katsetamisele, peab olema täielikult kokku monteeritud. Talle peab olema paigaldatud karburaator, kütusepump ja elektriseadmestik, mis koos mootoriga on ette nähtud tellijale üleandmiseks. Mootor peab olema pühitud kuivaks, et oleks võimalik avastada vee või õli väljajookse.

Mootori määrimiseks sissetöötamise ajal tuleb kasutada kas standardset õlisorti või mootoriõli ja petrooleumi segu, mille viskoossus ei tohi olla alla $3{,}5°E_{50}$.

Enne külmalt sissetöötamise alustamist tuleb igasse silindrisse (läbi süüteküünla augu) kallata 20 g mootoriõli.

Süüteküünlad peavad olema välja keeratud ning toite- ja süütesüsteemi seadmed välja lülitatud.

Mootori külmalt sissetöötamise režiim:

mootoril ГАЗ-51 n = 500—800 p/min, kestus 40 min;
mootoril ЗИЛ-120 n = 500—800 p/min, kestus 30 min.

Pärast sissetöötamist külmalt tuleb õli vahetada. Kuumalt sissetöötamise ja katsetamise režiimid:

mootoril ГАЗ-51: koormuseta n = 800—1800 p/min, kestus 35 min;
koormusega n = 1200—1600 p/min, N_e = 10—15 HJ, kestus 40 min;

mootoril ЗИЛ-120: koormuseta n = 800—1600 p/min, kestus 25 min;
koormusega n = 1200—1400 p/min, N_e = 10—15 HJ, kestus 30 min.

Rõhk õlitorustikus ei tohi olla alla 1 kg/cm², kui väntvõlli pöörlemiskiirus on 1000 p/min. Õli temperatuur karteris peab olema 60—90° piirides ning mootori jahutussärgist väljuva vee temperatuur 65—85° piirides.

Mootori võimsuse kontrollimiseks tuleb võtta mootori väliskarakteristika kontrollpunkt:

mootoril ГАЗ-51, kui n = 1400 p/min, peab mootori võimsus olema vähemalt 35 HJ;

mootoril ЗИЛ-120, kui n = 1200 p/min, peab mootori võimsus olema vähemalt 44 HJ.

Võimsuse kontrollimisel ei tohi seguklapp olla täiesti avatud kauem kui üks minut.

Uus sissetöötamine ja mootori katsetamine tuleb teha täies ulatuses sel juhul, kui vahetatakse kas või üksainus kolb, kolvirõngas või kepsu või raamlaagri liud. Kui vahetatakse jaotushammasratas, õlipump või jaotusvõlli, klapi või tõukuri puks, siis võib sissetöötamise kestust lühendada kuni 30—40 min.

Uut sissetöötamist ja katsetamist ei ole vaja, kui avatakse või vahetatakse karteripõhi, avatakse jaotushammasrataste kaas ilma neid vahetamata, vahetatakse põrkmuhv või pingutatakse ühendusi läbijooksude kõrvaldamiseks.

Mootori vastuvõtmine ja üleandmine. Pärast sissetöötamist ja katsetamist esitatakse mootor TKO-le üleandmiseks.

TKO kontrolör võtab mootori vastu stendil, seda mitmesugustel pöörlemiskiirustel kontrollides. Pöörlemiskiirus ei tohi ületada seejuures 2500 p/min.

Vastuvõtul kontrollitakse:

õli taset mootori karteris;

õlitussüsteemi töötamist;

süüte õiget seadet;

käivitit mootori käivitamisega;

mootori töötamist väikestel pööretel; mootor peab pööretel 400—450 p/min töötama püsivalt;

mootori töötamisel müra ja kloppimist;

siduri töötamist lahutamisel;

õli-, vee- ja kütusetihedust kõigis mootori liitmikkudes;

õlifiltri käepideme kerget pöördumist.

Mootori vastuvõtmisel on lubatud:

klappide ja tõukurite ühtlane klõbin, mis seguneb üldisesse mürasse;

jaotushammasrataste ühtlane müra, mis ei tõuse esile teravuse ja kõrge heli poolest;

mitteeraldatav õlipumba hammasrataste müra.

Mootori vastuvõtmisel ei ole lubatud:

kolbide ning raam- ja kepsulaagrite stetoskoobiga kuuldavat kloppimist;

kolvisõrmede kloppimist; jaotushammasrataste kloppimist ega kõrget teravatoonilist müra; õlipumba hammasrataste või selle

ajami teravat kloppimist või kõrgetoonilist müra, veepumba tiiviku või laagrite kõrgetoonilist müra, mis on kuulda ilma stetoskoobita; gaaside läbilaset ega õhu sisseimemist tihendite vahelt; õli, kütuse ja vee jooksu tihenditest, liitmikkudest ja rasvikutest.

Pärast mootori vastuvõtmist tuleb sisselasketoru ja karburaatori vahele asetada drosselseib:

mootoril ГАЗ-51 augu läbimõõduga 20 mm;

mootoril ЗИЛ-120 augu läbimõõduga 16 mm.

Drosselseib tuleb kinni plommida.

Käigukastide vastuvõtmine ja üleandmine. Käigukastide sissetöötamisel ja katsetamisel kontrollitakse hammasrataste tööd kõigil käikudel ja käikude sisselülitamise kergust ning seda, et käigud iseenesest sisse ega välja ei lülituks.

Käigukastide katsetamine toimub erilistel stendidel nii koormusega kui ka ilma. Käigukastide veovõlli pöörlemiskiirus peab olema 1000—1400 p/min. Enne katsetamist tuleb käigukast täita vastava õliga.

Autode ГАЗ-51 ja ЗИЛ-150 käigukastide sissetöötamise ja katsetamise režiim on toodud tabelis 17.

Katse kestuse määrab aeg, mis kulub sissetöötamiseks, läbikuulamiseks ja katsetatavate käigukastide defektide väljaselgitamiseks igal käigul.

Tabel 17

Käigukastide sissetöötamise ja katsetamise režiim

Katsetamise tingimused	Pidurdusmoment veovõllil	
	ГАЗ-51	ЗИЛ-150
Sissetöötamine ja katsetamine koormuseta	—	—
kõigil käikudel	—	—
Katsetamine koormusega:		
otsekäigul:	5,5	7,5
1. käigul	35,0	46,8
2. käigul	17,0	24,9
3. käigul	9,3	14,25
kiirendaval käigul	—	6,07
tagurpidikäigul	43,0	50,25

Stendil kontrollitavad käigukastid peavad vastama järgmistele nõuetele:

hammasrattad peavad sisse ja välja lülituma vabalt kõigil käikudel; hammasrataste sisselülitamise ajal peab sidur olema välja lülitatud;

käigukastide katsetamisel on lubatud hammasrataste ühtlane müra;

igasugusel ülekandel (käigul) peab puuduma ilmne müra ja kloppimine, mis näitaks ebaõiget hambumist;

ei tohi esineda väljastpoolt kuuldavat harkide harude kinnijäämist seina vastu;

hammasrattad ei tohi iseenesest välja lülituda;
õli ei tohi välja joosta.

Pärast katsetamist ja lõplikku vastuvõtmist peab TKO kontrolör kasti külge kinnitama vastuvõtu sedeli.

Tagasilla vastuvõtmine ja üleandmine. Pärast auto ЗИЛ-150 reduktori kokkupanemist lastakse seda sisse töötada ja seejärel katsetatakse.

Reduktorit katsetatakse lühiajaliselt erilisel stendil, kusjuures teda reverseeritakse ja pidurdatakse pöörlemiskiirusel 1000 p/min ja koormusel 10 kW. Reduktori katsetamise kestuse määrab aeg, mis kulub tema läbikulutamiseks ja defektide väljaselgitamiseks.

Reduktori töötamisel on lubatud hammasrataste ühtlane müra. Kloppimised ja samuti kõrgetoonilised muutlikud mürinad ei ole lubatud.

Pärast reduktori vastuvõtmist TKO kontrolöri poolt tuleb selle karteri külge panna sedel.

Pärast auto ГАЗ-51 tagasilla kokkupanemist töötatakse ta sisse, katsetatakse ja võetakse vastu.

Katsestendil toimub pidurite reguleerimine ning peaülekande ja diferentsiaali töö kontrollimine.

Pidureid on soovitav reguleerida järgmiselt:

ühendada elektrimootori võll vedava hammasrattaga ja lülitada sisse elektrimootor;

pidurdada parempoolset piduritrumlit eesmise piduriklotsiga ja seejärel vabastada aeglaselt klots kuni hetkeni, mil ta ei puuduta enam trumli tööpinda;

pidurdada parempoolset piduritrumlit tagumise klotsiga ja seejärel vabastada klots aeglaselt hetkeni, kuni ta enam ei puuduta piduritrumli tööpinda;

vasakpoolse piduri reguleerimine toimub analoogiliselt parempoolsega;

pärast reguleerimist peab pilu piduritrumli ja klotsi vahel olema:

klotsi ülemises osas — 0,20 ÷ 0,25 mm;

klotsi alumises osas — 0,10 ÷ 0,12 mm.

Stendil kontrollitav tagasild peab vastama järgmistele nõuetele:

piduritrumlitega rummude pöörlemine peab olema sujuv ja vaikne;

piduritrumlid peavad pöörlema vabalt, ilma märgatava aksiaalviskamiseta ja loksumiseta;

pidurikilbi äärise ja trumli vahel ei tohi vertikaalpinnas olla pilu.

Tagasilla peaülekande ja diferentsiaali töötamine peab olema sujuv, ilma sööbimise ja kloppimiseta.

Hammasrattad peavad hambuma lõtkuga 0,1 kuni 0,6 mm.

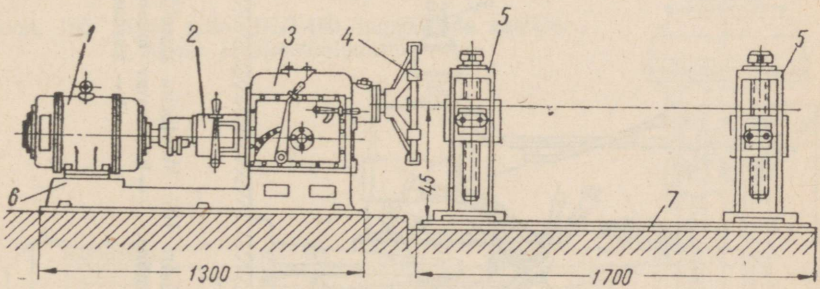
Peaülekande hambumise külglõtku kontrollitakse vedavat hammasratast äärikutpidi käsitsi ühele ja teisele poole pöörates. Täpseks kontrollimiseks võib kasutada indikaatorit.

2. Sisseseaded agregaatide sissetöötamiseks ja katsetamiseks

Kõik agregaatide sissetöötamise ja katsetamise sisseseaded võib jaotada järgmisteks gruppideks:

1. Stend agregaatide sissetöötamiseks ilma koormuseta tüübi kohaselt: elektrimootor — agregaat.
2. Paaris stendid agregaatide sissetöötamiseks külmalt ja soojalt tüübi kohaselt: mootor käigukastiga — käigukast, mootor.
3. Stendid agregaatide külmaks ja soojaks sissetöötamiseks ja katsetamiseks koormamisega mehaaniliste, hüdrauliliste ja elektriliste piduritega.
4. Stendid hammasratastega agregaatide (käigukastide ja tagasildade) külmalt sissetöötamiseks ja katsetamiseks sisejõududega koormamisel (kinnist kontuuri pidi).

Joonisel 106 on näidatud ühe eristendi konstruktsioon mootorite sissetöötamiseks külmalt ilma koormuseta. Stend koosneb elektrimootorist *1*, mis spetsiaalse ketassiduri *2* kaudu on ühendatud reduktoriga *3*. Reduktoril on väljuv ühendusketas *4*, mis panebki agregaadi võlli pöörlema. Elektrimootor ja reduktor on asetatud malmplaadile *6*. Agregaat paigaldatakse neljale malmtoele *5*, mis samuti toetuvad malmplaadile *7*, millel on erilised pikisooned.

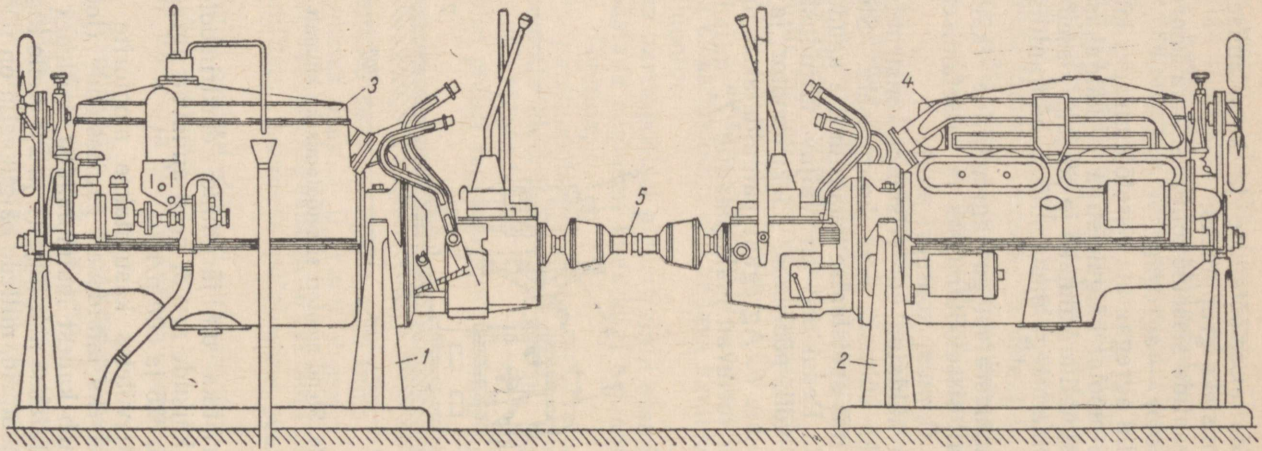


Joon. 106. Stend mootori sissetöötamiseks külmalt

Stendi karakteristika on järgmine: elektrimootori võimsus 18,7 kW, reduktori käikude arv 3; need annavad agregaadi võllile pöörlemiskiiruse 65, 325 ja 500 p/min.

Kaasaegsetes ettevõtetes kasutatakse mootorite külmaks ja soojaks sissetöötamiseks laialdaselt paarisstende (joon. 107).

See stend koosneb kahest malmplaadist, milledes on pikinuudid, mille peale asetatakse neli tuge (*1* ja *2*). Neile tugedele asetatakse remonditud mootorid, millede käigukastid on pööratud teineteise poole. Mootor *3* töötab kütusega, ta on koormatud ja käigukastis on sisse lülitatud tagurpidikäik. Teda koormatakse mooto-



Joon. 107. Mootorite sissetöötamise kaksikstend:
1 ja *2* — tugisambad; *3* — koormatav mootor; *4* — külmalt sissetöötatav mootor;
5 — kardaanvõll

riga *4*, mida töötatakse sisse külmalt. Mootorid on omavahel ühendatud kardaanvõlliga *5*.

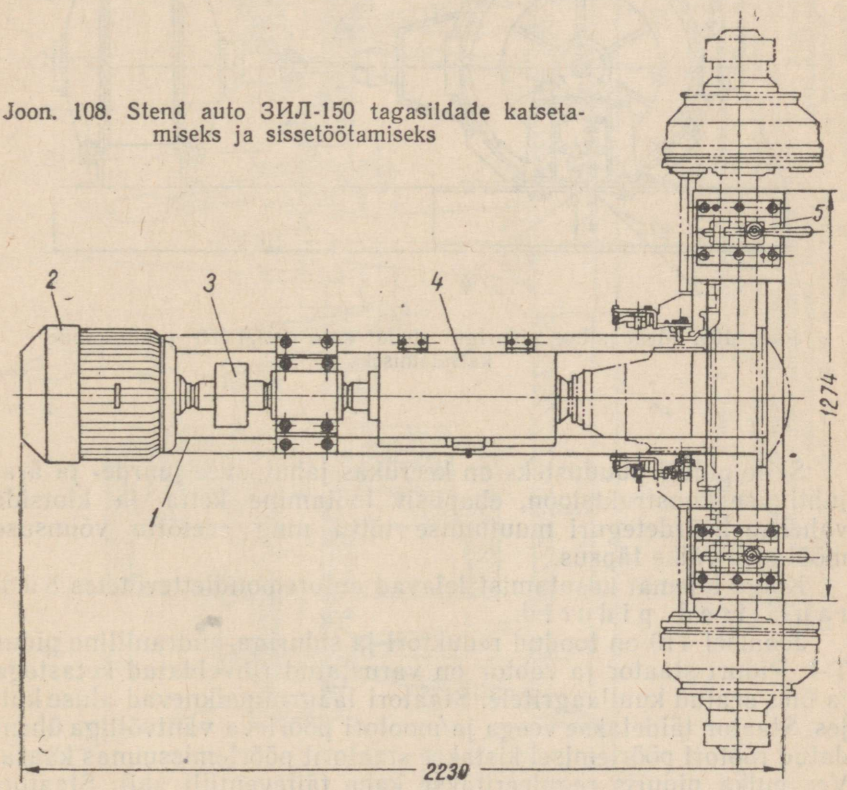
Pärast mootori *4* külmalt sissetöötamise lõpetamist võetakse mootor *3* stendilt maha ja asendatakse külmalt sissetöötatuga. Sel juhul töötab mootor *4* juba koormusega.

Seega toimub sel stendil alguses mootori külmalt ja seejärel koormusega sissetöötamine. Mootori koormus ei ole küll suur, kuid kokkumonteeritud mootori defekte võimaldab ta ikkagi avastada.

Agregaatide sissetöötamiseks kasutatakse mehaanilisi, hüdraulilisi ja elektrilisi pidureid.

Mehaanilisi pidureid kasutatakse peamiselt käigukastide ja tagasildade sissetöötamiseks ja katsetamiseks.

Joonisel 108 on toodud auto ЗИЛ-150 tagasildade sissetöötamise ja katsetamise stend. Stend koosneb horisontaalsest raamist *1*, millele on monteeritud võimsusega 14 kW 1440 p/min elektrimootor *2* ja klambritega varustatud prismad *5* tagasildade paigaldamiseks. Elektrimootor ja tagasild on ühendatud ЗИЛ-150 kardaanvõlliga, mis on kaetud kestaga *4*.

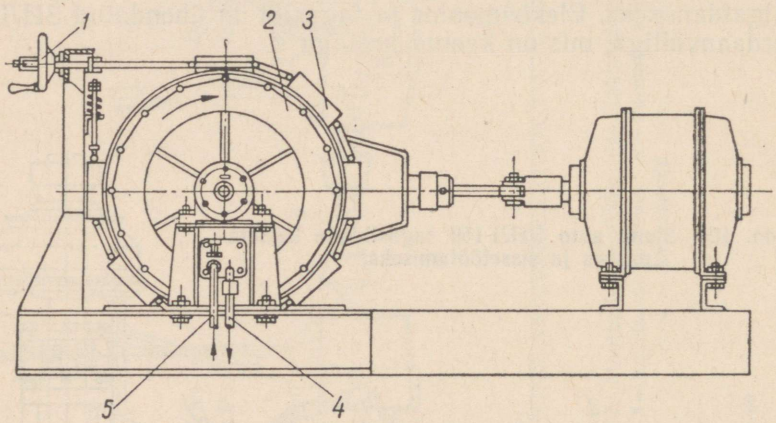


Joon. 108. Stend auto ЗИЛ-150 tagasildade katsetamiseks ja sissetöötamiseks

Tagasildade katsetamine sellel stendil võib toimuda nii koormusega kui ka ilma. Koormust suurendatakse järk-järgult käsiajami abil, mis mõjub tagarataste piduriklotsidele ja on üles seatud pidurikambrite asemele.

Auto ГАЗ-51 tagasildade katsetamisstend on analoogiline ülalkirjeldatuga. Sellel kasutatakse 7 kW võimsusega elektrimootorit, pööretega $n = 1440$ p/min.

Joonisel 109 on näidatud mehaanilise piduriga stend autode ЗИЛ-150 peaülekande katsetamiseks. See pidur koosneb ajamivõllist ja pidurikettast *2*, mis kinnitatakse katsetatava agregaadi külge. Ketast embab klotsidega *3* pidurilint. Lint surutakse ketta vastu käsiratta *1* abil loodava koormusega. Ketta jahutamiseks juhitakse selle sisemusse toru *5* abil vett, soojenenud vesi juhitakse ära toru *4* kaudu.

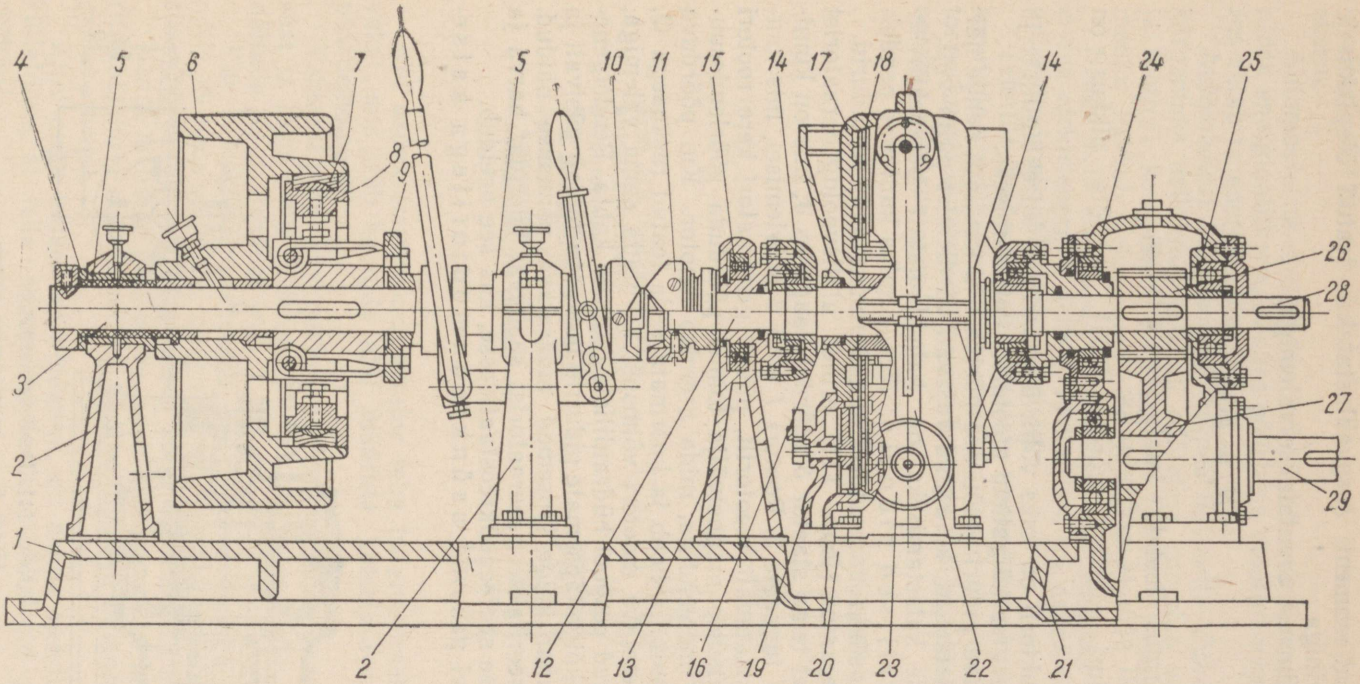


Joon. 109. Mehaanilise piduriga stend auto ЗИЛ-150 peaülekande katsetamiseks

Selle piduri puudusteks on keerukas jahutusvee juurde- ja ärajuhtimise konstruktsioon, ebapüsiv töötamine ketta ja klotside vahelise hõõrdeteguri muutumise tõttu ning seetõttu võimsuse mõõtmise väike täpsus.

Kõige laiemat kasutamist leiavad autoremondiettevõtetes h ü d r a u l i l i s e d p i d u r i d.

Joonisel 110 on toodud reduktori ja siduriga hüdrauliline pidur T-4. Piduri staator ja rootor on varustatud rihveldatud ketastega ja üles seatud kuullaagritele. Staatori laagrid paiknevad aluse küljes. Staator täidetakse veega ja mootori pöörleva väntvõlliga ühendatud rootori pöörlemisel kistakse staatorit pöörlemissuunas kaasa. Vee hulka piduris reguleeritakse kahe täiteventiili abil. Staatori



Joon. 110. Hüdrauliline pidur T-4:

1 — hüdropiduri raam; *2* — friktsioonsiduri kronstein; *3* — võll; *4* — võlli stoppr̃ngas; *5* — friktsioonsiduri võlli laagrid *6* — friktsioonsiduri ketas; *7* — friktsioonsiduri klots; *8* — klotsi king; *9* — lahutusmuhv; *10* — nukksidur; *11* — nukksiduri liikumatu pool; *12* piduritrumli võll; *13* — p duritrumli võlli kronstein; *14* — kronstein laagriga: *15* — kuullaager; *16* — külgtihend; *17* — trumli külg; *18* — rootori liikuv ketas; *19* — koormamismehhanismi kere; *20* — koormamismehhanismi ketas; *21* — kaalumehhanismi võll; *22* — kaalumehhanismi hoob; *23* — kaalumehhanismi viht; *24* — reduktori karp; *25* — kuullaager; *26* — reduktori väike hammasratas; *27* — reduktori suur hammasratas; *28* — reduktori ülemine võll; *29* — reduktori alumine võll

poolt arendatud momenti tasakaalustatakse teatud õlapikkusele paigutatava vihiga.

Mootori võimsust arvutatakse valemiga:

$$N_e = kQn,$$

kus Q — koormus (loetakse kaalu skaalalt) kg;
n — võlli pöörete arv minutis;
k — piduri konstant, võrdub 0,001, kui õla pikkus on 0,7162 m.

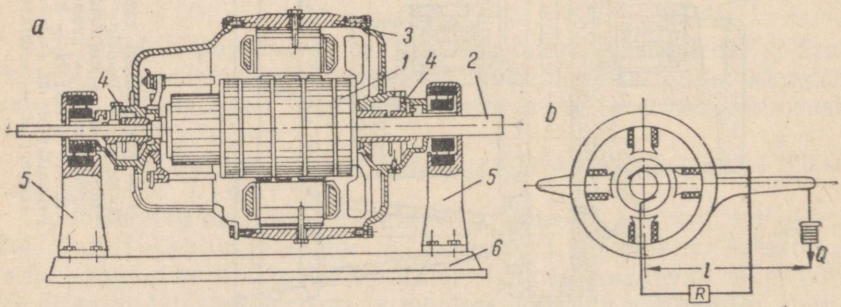
Piduri reduktoril on kaks võlli: ülemine võll kiirekäiguliste ja alumine võll aeglasekäiguliste mootorite katsetamiseks.

Hüdraulilised pidurid töötavad püsivalt ja kindlalt, nende näidud on küllalt täpsed, kuid nad vajavad võrdlemisi palju vett.

Agregaatide katsetamiseks on kaheldamatult perspektiivsemateks elektrilised pidurid. Nende hulka kuuluvad pendelgeneraatorid, asünkroonmootorid ja elektromagnetilised pidurid.

Pendelgeneraator (joon. 111) erineb alalisvoolugeneraatorist selle poolest, et tema staator *3* pöördub laagrites *4*, mis on kinnitatud plaadi *6* tugedele 5. Rootori *1* võlli *2* pöörlemisel, mis kantakse üle katsetatavalt mootorilt, püüab generaatori kere rootori ja staatori vahelise magnetvälja toimel pöörduda pöörlemissuunas niisuguse momendiga, mida arendab mootor. Kui pöörduva kere külge kinnitada hoob ja koormata seda teatud raskusega Q, siis võib katsetatava mootori võimsust arvutada sama valemiga, mis oli tuletatud eespool hüdrauliliste pidurite kohta. Pendelgeneraator kuulub kõige täpsemate pidurite hulka; ta töötab püsivalt ja kindlalt ja annab kõige täpsemad määratava võimsuse näidud. Kahjuks utiliseeritakse generaatorist saadavat energiat harva ja sageli juhitakse see vedelikreostaatidesse, kus see neeldub.

Teatud huvi pakuvad asünkroonmootoritega katsestendid.



Joon. 111. Pendelgeneraator:
a — lõige; *b* — koormamise skeem

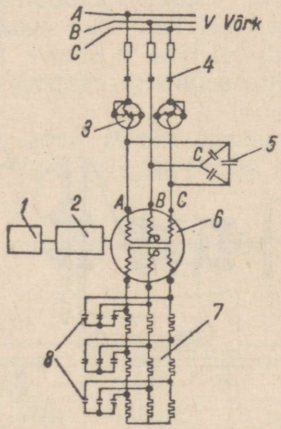
Joonisel 112 on kujutatud niisuguse automootorite katsestendi skeem.

Automootorite sissetöötamisel töötab asünkroonmootor mehaanilise energiaallikana, pannes pöörlema mootori väntvõlli. Seejuures võtab ta energiat võrgust.

Automootori katsetamisel, niipea kui selle pöörded muutuvad kõrgemaks asünkroonmootori pööretest, muudab voolu (staatori ja rootori) komponent oma suunda, mille tulemusel asünkroonmootor hakkab elektrienergiaga toitma võrku.

Seega võib automootori võimsust koormamisel ära kasutada, andes elektrienergiat tehase võrku. See on asünkroonmasinatega piduriseadmete tähtsaks omaduseks.

Tehnilis-ökonoomiliste näitajate parandamiseks on otstarbekas kasutada staatilisi kondensaatoreid (joon. 112). Nende kondensaatorite juurdelülitamine kergendab võrgu töötingimusi ja suurendab seadme võimsustegurit.



Joon. 112. Asünkroonmootoriga katsestendi skeem: 1 — automootor; 2 — reduktor; 3 — vattmeetrid; 4 ja 5 — kontaktorid; 5 — kondensaatorid; 6 — asünkroongeneraator; 7 — kolmeastmeline reostaat

Kui asünkroonmootori staator teha balanssiirseks (pendeldavaks), siis võib kaalude abil määrata katsetatava automootori pöördemomenti.

Vastasel juhul saab pöördemomenti määrata generaatori võimsust ja tema võlli pöörlemiskiirust registreerivate mõõteriistade näitude järgi arvutuse teel.

Kui katsestend varustada asünkroonmootoriga MKMA 20/4, mille võimsus on 36 kW ning sünkroon-pöörlemiskiirus 1500 p/min, siis võib sellel stendil katsetada kõiki kodumaiseid automootoreid.

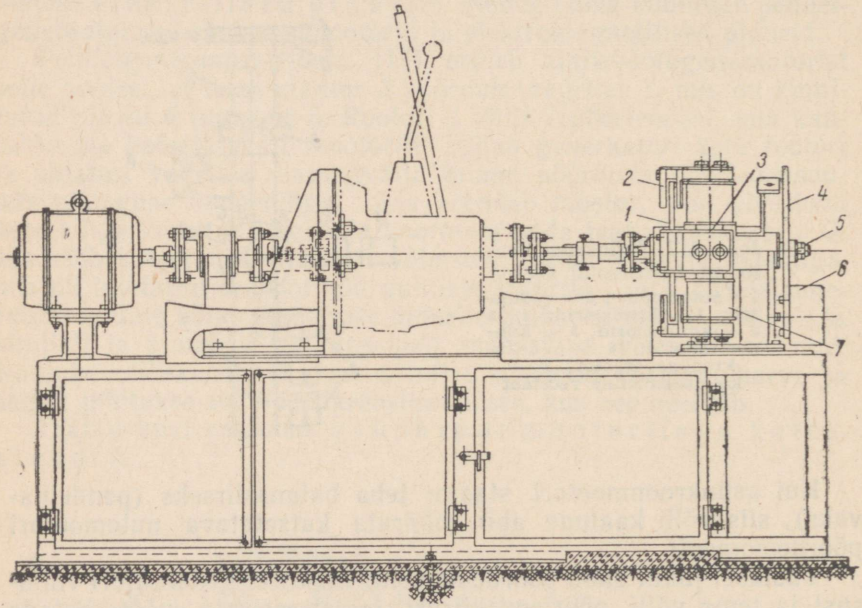
Nende stendide puuduseks tuleb lugeda natuke halvemat pidurite töötamise stabiilsust kui hüdraulilistel ja balanssiir-(pendel-) generaatoritel.

Kuid nagu katsed on näidanud, on nende stendide stabiilsus küllaldane, et teha automootorite kontrollkatseid pärast nende remonti.

Kaheldamatult on nendel katsestendidel perspektiive ja neid tuleks kaasaegsetes autoremondiettevõtetes laialdaselt kasutada. Elektromagnetilised pidurid on autode transmissioonagregaatide lühiajalisteks katsetamisteks kõige sobivamad.

Joonisel 113 on näidatud elektromagnetilise piduriga katsestend autode ЗИС-5 ja ЗИЛ-150 käigukastide katsetamiseks.

Pidur koosneb liikuvast kettast *1*, mis on ühendatud vedava äärikuga (ketas on äärikust isoleeritud), liikumatust kettast *2*, mis on poltidega ühendatud südamiku *3* külge, ja neljast mähisest *7*. Elektromagneti südamik on kiilu abil istatud võllile *5*, mis pöörleb kuullaagritel. Selle võlli otsas on gradueeritud ketas *4* vihiga *6*. Kummalgi mähisel on 1,35 mm jämedusest traadist 1400 keerdu. Mähistesse lastakse 160 V ja 6A vool. Piduri mähiste toitmine toimub umformerist või seleenalaldajast, mis koosneb sammastest (8 sammast, 128 elementi). Seleenalaldajat toidetakse omakorda reguleeritavast transformaatorist.



Joon. 113. Autode ЗИС-5 ja ЗИЛ-150 käigukastide elektromagnetilise piduriga stend

Elektromagnetilisel piduril on maksimaalne pidurdusmoment 3,5 kgm, kui pöörete arv on vähemalt 300 p/min. Pidurdusmomendi suurust võib autotransformaatori abil muuta nullist maksimumini. Pidurit võib sisse lülitada ainult siis, kui on sisse lülitatud elektrimootor.

Pidur töötab järgmiselt: käigukasti veetava võlli poolt pöörlema pandud ketta *1* pöörlemisel lastakse mähistesse *7* vool, mis ergu-

tab magnetvälja ning pidurdab sellega ketast *1*. Pidurdamisel püüab ketas *1* enesega kaasa viia ketast *2*, elektromagnetite südamikku *3* ja koos nendega ka võlli *5*. Kuid võlli *5* pöördumist takistab viht *6*, mis on kinnitatud ketta *4* külge. Ketas *4* liigub liikumatu toe suhtes. Jaotused kettal *4* näitavad pidurdusmomendi suurust.

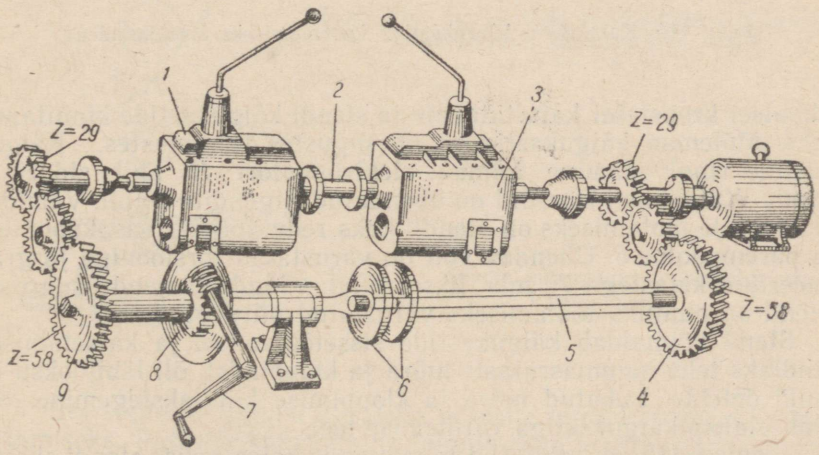
Tuleb tingimata silmas pidada, et piduri töötamisel mähised tugevasti kuumenevad ja seepärast ei tohi pidurdamise kestus ületada 15 minutit.

Kõigest öeldust selgub, et elektromagnetilised pidurid ei kõlba sissetöötamiseks ja neid võib kasutada peamiselt ainult kokkupandud agregaadi kasuteguri määramiseks.

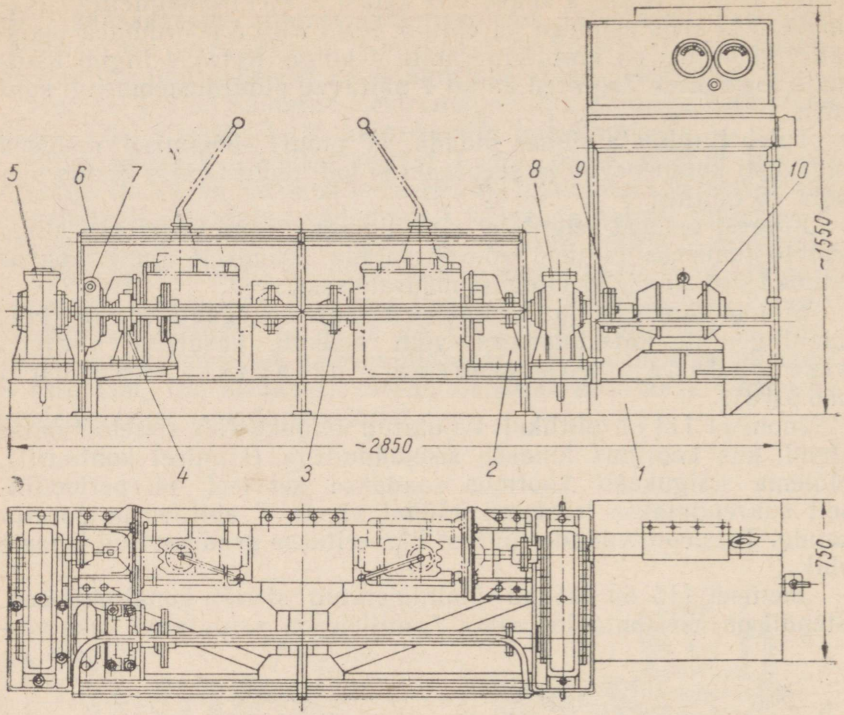
Sissetöötamiseks ja hammasratastega agregaatide ning kardaanliigendite katsetamiseks võib edukalt kasutada stendi sisejõudude koormusega (kinnist kontuuri mööda).

Joonisel 114 on piltlikult kujutatud käigukastide sissetöötamise stend, kus koormus luuakse sisejõududega (kinnisel kontuuril). Mõlema käigukasti koormus saadakse sel teel, et perioodiliselt suurendatakse torsiooni väänet vända *7* abil teo ja teoratta kaudu. Torsiooni väände suurust fikseeritakse gradueeritud ketaste abil.

Joonisel 115 on toodud ülalnimetatud stendi konstruktsioon. Stendil on horisontaalne raam *1*, millele on paigutatud kaks ver-



Joon. 114. Auto ЗИЛ-150 käigukasti katsetamise ja sissetöötamise stend sisejõududega (kinnisel kontuuril) koormamiseks:
1 — katsetatav käigukast; *2* — liigend; *3* — stendi käigukast; *4* — parempoolne reduktor; *5* — torsioon; *6* — torsiooni väände suuruse näitaja; *7* — vänt; *8* — väänamisseade; *9* — vasakpoolne reduktor



Joon. 115. Katsestend käigukastide koormamiseks sisejõududega

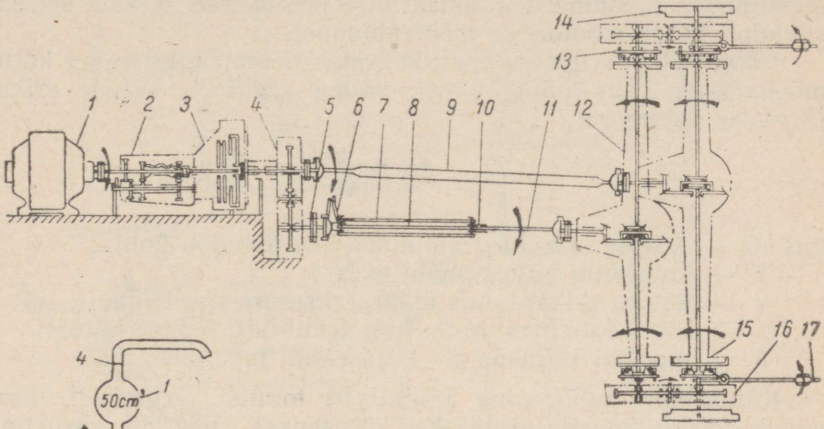
tikaalset kronsteini katsetatavate ja stendi käigukastide kinnitamiseks. Mõlemad käigukastid on ühesugustes tingimustes. Käigukastide ringivedamine toimub elektrimootori *10* abil siduri *9* kaudu. Käigukastide võllid on ühendatud liigendite *3* abil. Väändemomentide jaotamiseks on stendil kaks reduktorit — vasakpoolne *5* ja parempoolne *8*. Ühendav võll on varustatud torsiooniga ja graduueeritud ketastega *7*, mis fikseerivad väändemomendi suuruse. Stend on ohutuks töötamiseks varustatud piirdega *6*.

Stend võimaldab käigukastide sissetöötamisel ja katsetamisel kindlaks teha hammasrataste müra ja kloppimist, õli läbijooksu ja muid defekte. Lubatud müra ja kloppimise kindlakstegemine toimub etaloonkäigukastiga võrdlemise teel.

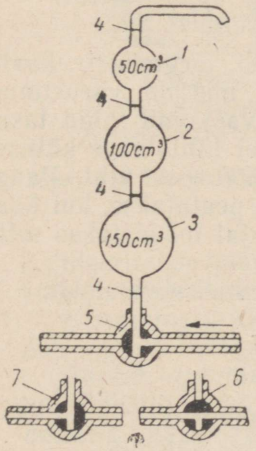
Joonisel 116 on kujutatud tagasildade katsetamise stendi skeem kinnisel kontuuril.

Katsetatav tagasild *15* on kardaanvõlli *9* ja erilise siduri *13* (juhitav hoobadega *17*) kaudu ühendatud eesmise reduktoriga *4* ja kahe tagumise reduktoriga *16*. Samade reduktoritega on ühendatud ka tagasild *12*, mis võib olla samuti katsetatav või asetatud stendile alaliselt.

Nagu näha skeemilt, on tagasilla *12* kardaanvõlli külge lülitatud koormav võll *8*, mis on paigutatud erilisse kaitsekesta (torusse) *7*. Koormus mõlema silla detailidele luuakse koormusvõlli (torsiooni) eelneva väänamisega, pöörates üht äärikut *5* teise suhtes. Osutid *6* fikseerivad võlli 8 väändenurka. Mõlema silla võllid pannakse pöörlema elektrimootorilt *1* käigukasti *2* ja siduri *3* kaudu. Torsioonvõll on tagasillaga *12* ühendatud kardaanliigendi *10* ja võlli *11* abil.



Joon. 116. Tagasildade sisejõududega koormamise katsestendi kinemaatiline skeem



Joon. 117. Seadis kütusekulu mõõtmiseks mootori katsetamisel

See stend on ühtlasi tagasilla pidurite reguleerimiseks ja katsetamiseks. Pidurite katsetamine toimub ilma koormuseta: pidurdusjõud tekitatakse hoorattaga *14*.

Sisejõududega koormatavate agregaatide katsestendide kirjeldusest on näha, et neid kasutatakse detailide sissetöötamiseks ja kokkumonteerimisel tähelepanemata jäänud vigade väljaselgitamiseks.

Nende stendide suureks eeliseks on, et nad ei vaja mingeid pidureid.

Mootorite katsetamisel tuleb määrata ka nende kütusekulu. Kütusekulu määramine toimub teatud ajavahemikus kas mahuliselt või kaaluliselt.

Kütusekulu mahuliseks määramiseks kasutatakse joonisel 117 toodud mõõteabinõu.

Mõõteabinõu koosneb kolmest klaaskuulist *1*, *2* ja *3*, mis on omavahel ühendatud lühikeste kaeltega. Kaeltel on märgid *4*. Klaaskuulide mahud on täpselt määratud. Mõõteabinõu all on kolmekäiguline kraan. Kui kraan on seisus *5*, suundub kütus anumast mõõteseadmesse. Kraani seisus *6* voolab kütus mõõteseadmest mööda ja suundub anumast otse mootorisse. Kraani seisus *7* suundub kütus mootorisse mõõteabinõust.

Mõõtes stopperiga aega, mille kestel mootor kulutab ära kütuse mõõteabinõu kahe märgi vahel, võime arvutada kütuse erikulu järgmise valemiga:

$$G = \frac{V \cdot \gamma \cdot 3600}{tN},$$

kus G — kütuse erikulu grammides ühe hobujõu kohta;
V — kulutatud kütuse maht cm^3;
γ — kütuse erikaal, mis määratakse areomeetriga;
t — aeg sekundites, mille kestel kulutati V cm^3 kütust;
N — mootori võimsus HJ kütusekulu mõõtmise ajal.

Kütusekulu määramine kaaluliselt toimub järgmiselt: kaalu vasakpoolsele kausile asetatakse kütusepaak, mis on varustatud klaasist kontrolltoruga, ning parempoolsele vastavad vihid tasakaalustamiseks. Enne kui mootori käitamisel lülitatakse kütusepaak, võetakse parempoolselt kausilt maha 500 g-ne viht. Paagi kütuse lülitamisel käivitatakse stopper ja see peatatakse, kui kaalud jõuavad tasakaalu. Mootori töötamise ajal mõõdetakse selle võimsust.

Kütuse erikulu kg 1 HJ tunni kohta määratakse valemiga

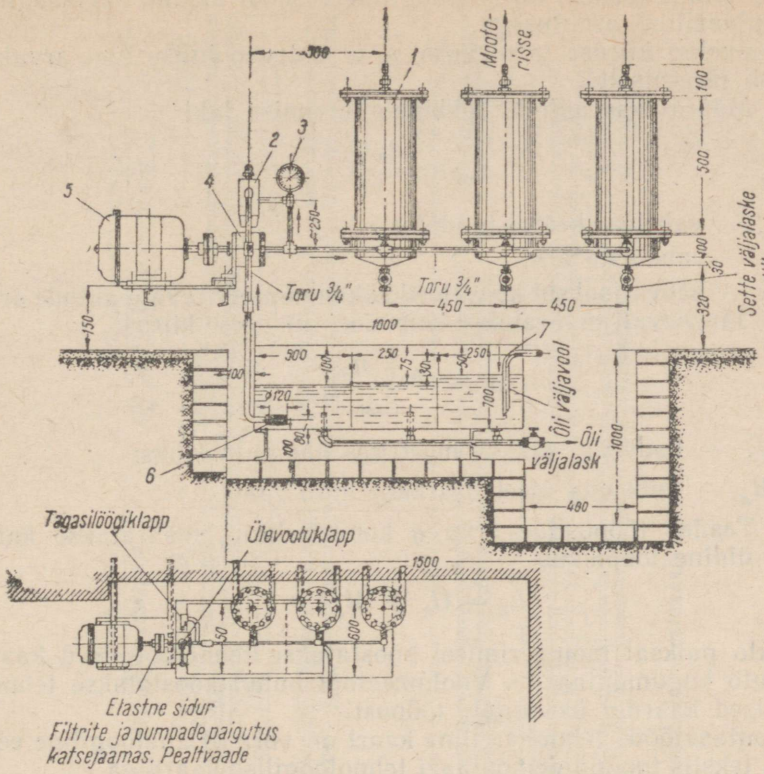
$$G = \frac{Q\,3600}{tN},$$

kus Q — raskus kg, mis võeti maha kaalukausilt.

Ülejäänud tähistused on samad mis eelmises valemis.

Viimasel ajal on katsejaamades mootorite katsestendidel hakatud kasutama tsentraalset tsirkuleeriva õliga filtreerimisseadet (joon. 118).

Selle seadme töötamise põhimõte seisab selles, et mootori töötamise ajal lastakse mootori karteri õliväljalaskeavast õli voolata vastuvõtulehtrisse, millest ta kaldtoru kaudu isevooluga suundub reservuaari *7*. See reservuaar on jaotatud kolmeks omavahel ühendatud ruumiks, milles toimub õli sadestumine. Viimasest ruumist võetakse õli välja pumba *4* abil läbi võrk-õlivõtja *6* ja pumbatakse ühte filtrisse *1*. Pumpa käitab elektrimootor *5*. Õlirõhku



Joon. 118. Tsentraalne tsirkuleeriva õli filterseade mootorite katsestendidele

reguleeritakse manomeetri *3* järgi klapiga *2*. Filtrit vahetamata võib sisse töötada 30—50 mootorit.

Niisugune tsirkuleerimisseade suurendab õli puhtust ja vähendab sissetöötatava mootori detailide kulumist.

Pärast agregaatide sissetöötamist ja katsetamist ning avastatud defektide kõrvaldamist võetakse nad TKO poolt vastu ja saadetakse vahetusagregaatide lattu.

9. PEATÜKK

AUTO ÜLDINE KOKKUMONTEERIMINE, SÕIDUKATSE JA ÜLEANDMINE

Autode kokkumonteerimine võib toimuda paiksal või voolumeetodil. Kaasaegsetes remondiettevõtetes kasutatakse autode kokkumonteerimisel laialdaselt voolumeetodit. Voolumeetod võib olla kas katkeline või pidev, s. o. konveiermontaaž. Katkendvoolulise

montaažiliini arvutus on analoogiline eespool toodud samasuguse demontaažiliini arvutusega.

Konveieri kiiruse ja pikkuse, s. o. pidevvoolulise liini arvutus toimub järgmiselt:

1. Määratakse autode kokkumonteerimise takt

$$\tau_{am} = \frac{t_v\, 60y}{n},$$

kus t_v — vahetuse kestus tundides;

y — vahetuste arv;

n — päeva jooksul konveieril kokkumonteeritavate autode arv.

2. Järgnevalt määratakse konveieri liikumise kiirus

$$v_k = \frac{l_k + \Delta l_a}{\tau_{am}},$$

kus l_k — konveieri pikkus meetrites ühe auto jaoks;

Δl_a — vahemaa meetrites kahe auto vahel.

3. Teades tööpostide arvu q konveierliinil, määratakse konveieri üldine tööpikkus

$$L_k = (l_k + \Delta l_a)\, q.$$

Auto paiksal monteerimisel koostatakse tehnoloogilised kaardid auto kogumontaažile. Voolumeetodi puhul koostatakse tehnoloogilised kaardid üksikutele tööpostidele.

Montaaztööde tehnoloogiline kaart on vormilt analoogiline eelnevas tekstis toodud demontaaži tehnoloogilise kaardiga.

Paiksal kokkumonteerimisel algab auto montaaž raami kokkupanekust, mis toimub metallpukkidel. Voolumeetodi puhul monteeritakse auto kokku konveieril.

Joonisel 119 on toodud põrandapealne estakaad-konveier. Montaaž algab konveieri estakaadiosal, millel raam liigub kahe keti abil. Konveieri estakaadiosa keskkoha lähedal, seal, kus asub värvimise ja kuivatamise kamber, on eraldatud konveieri erilõik, mille koostöö naaberlõikudega on korraldatud üleandejaamade abil. See on tehtud selleks, et vältida värvi sattumist konveieri kettidele.

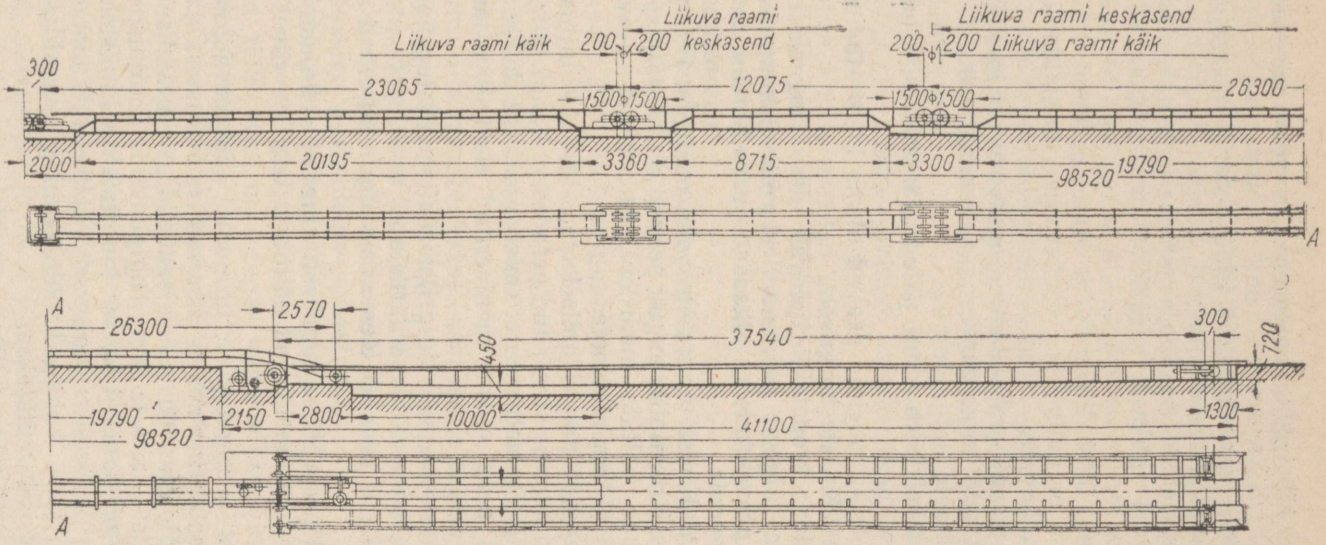
Pärast auto rataste paigaldamist laskub auto konveieri põrandaosa lintidele, kus ta ratastel edasi liikudes monteeritakse lõplikult.

Konveieri liikumiskiirused on toodud tabelis 18.

Tabel 18

Konveieri kiirused m/min.

Reduktori kiiruste numbrid							
1	2	3	4	5	6	7	8
0,245	0,300	0,366	0,379	0,760	1,140	1,390	1,570



Joon. 119. Põrandapealne estakaad-konveier

Auto ЗИЛ-150 kokkumonteerimiseks võib soovitada järgmist järjekorda:

raami eelkokkupanek ja esi- ning tagasilla paigaldamine;
bensiinipaagi paigaldamine;
pori- ja astmelaudade ning pritsmekaitsete paigaldamine;
mootori ja käigukasti paigaldamine; kardaanvõlli paigaldamine;
pidurikraani õhuballooni torustiku paigaldamine;
siduriajami paigaldamine; rooliseadme paigaldamine; radiaatori paigaldamine;
kabiini ja kapoti paigaldamine; platvormi paigaldamine;
elektrijuhtmete paigaldamine; auto määrimine;
elektriseadmete paigaldamine.

Montaaztöödel tuleb kinni pidada järgmistest tehnilistest tingimustest.

Porilaudade kronsteinid peavad olema kinnitatud raami pikitalade suhtes võrdsele kõrgusele.

Astmelaudade kronsteinid peavad olema tugevasti kinnitatud raami pikitala külge ja asuma sellest võrdsel kaugusel. Eesmiste ja tagumiste peavedrude kaksikaasad peavad olema monteerimisel suunatud ettepoole.

Enne paigaldamist tuleb vedrupolte määrida. Esi- ja tagavedrude poltide määrdeniplite augud peavad olema väljaspool.

Tagavedrude poltide määrdeväljumisrennid peavad poltide paigaldamisel jääma allapoole.

Bensiinipaagi paigaldamisel peavad kinnituskammitsad minema paagi keresse stantsitud pesadesse. Paagi täiteavasse paigutatakse väljatõmmatav toru, mis on korgi külge kinnitatud ketiga. Paaki peab olema monteeritud elektriline kütusetaseme näitaja.

Tiivad peavad olema külg-pritsmekaitsetega tugevasti ühendatud poltide ja vedruseibidega varustatud mutritega.

Pritsmekaitsed peavad olema raamiga tugevasti ühendatud poltide abil.

Astmelaud peab olema tugevasti kinnitatud kronsteinide külge ja olema tiibadega ühendatud poltidega, mis on varustatud kummist vahepuksidega.

Mootori esi- ja tagapoolse tugipunkti alla peavad olema paigutatud amortisaatorid, mis koosnevad raudalustest ja nendesse valatud kummipatjadest. Amortisaatorid paigutatakse kronsteini mõlemale poole — alla ja üles. Tugipunktide kinnituspoldid splinditakse. Roolimehhanismi karter kinnitatakse kronsteinile nii, et see ei õõtsuks ja asetseks roolisamba kaldasendi suhtes ligikaudu normaalselt. Pärast kabiini kohaleasetamist paigaldatakse rooliseade lõplikult ja kinnitatakse.

Roolihoob asetatakse selliselt nuutidele, et rattad saaksid pöörduda kummassegi piirasendisse. Roolihoova loksumine nuutidel pole lubatud.

Radiaatori ja selle raami (allosas) ning raami ja autoraami põiktala vahele paigutatakse riidest vahetihendid. Elastse sidestuse saamiseks asetatakse radiaatori kinnitusraami tikkpoltidele vedrud. Vedrusid ei tohi lõpuni kokku suruda. Tikkpoltide mutrid splinditakse.

Radiaatorikorgi kahepoolne klapp peab olema korras. Hõrendusel 0,2 kg/cm² klapp peab ühendama radiaatori sisemuse välisõhuga. Surve tõusmisel kuni 0,25 kg/cm² peab klapp ühendama radiaatori aurutoruga.

Kabiin toetub raamile kolmes punktis — kahes ees ja ühes taga.

Kabiin kinnitatakse horisontaalsete sõrmpoltidega, mis lähevad käppade aukudesse ja raami kronsteinidesse. Sõrmpoltidele asetatakse kummipuksid.

Raamile kinnitatud kabiin ei tohi olla kaardus ega viltu. Kabiini põhja ja raami pikitala vahelised pilud tohivad olla 10—14 mm piirides.

Radiaatori kinnitusvardad peavad olema nii reguleeritud, et kapott asetseks oma kohal tihedalt.

Roolimehhanismi ülemise kronsteini kaas peab roolisamba tihedalt oma kohale suruma. Kaane ja roolisamba vahele asetatakse kummirõngas.

Mootori kapott peab olema radiaatori katte ja kabiini eesmise kilbiga nii sobitatud, et kapoti ääre vahe oleks ühtlane ja mitte üle 8 mm.

Kapoti ääre alla tuleb paigutada mürasummutavad lindid.

Platvorm kinnitatakse raamile kuue klambriga ja esiosas kahe nurkrauaga.

Klambrite mutrid tõmmatakse tugevasti kinni ja kontreeritakse kontrmutritega.

Platvormi alla monteeritakse eesmised ja tagumised porilauad.

Elektrijuhtmestiku isolatsioon peab olema terve ja standardset värvi. Juhtmed peavad tihedalt liibuma vastu raami pikitalasid ega tohi kinnitusklambrite vahekohal rippuda. Juhtmestiku ühenduskoht massiga peab olema puhastatud.

Auto peab olema varustatud määrdeniplite täieliku komplektiga. Solidoolipritsi abil täidetakse niplid määrdega. Kõik auto agregaadid täidetakse määrdega vastavalt Lihhatšovi-nimelise Autotehase juhenditele.

Jalgpiduri kasutamisel peab töötama stopp-signaal.

Auto ГАЗ-51 kokkumonteerimisel võib soovitada alltoodud järjekorda:

raami kokkupanek ning esi- ja tagasilla paigaldamine;
mootori ja käigukasti paigaldamine;
vahe- ja kardaanvõlli paigaldamine;
pidurite peasilindri ja hüdraulilise piduriajami torustiku paigaldamine;
siduri lahutusajami paigaldamine;
summuti ja varuratta kronsteini paigaldamine;

kabiini paigaldamine;
rooliseadme paigaldamine;
kaitseraua (puhvri) ja tiibade paigaldamine;
kütusepaakide ja radiaatori paigaldamine; elektrijuhtmestiku paigaldamine;
auto määrimine;
elektriseadmete paigaldamine.

Vaatleme mõnd tehnilist tingimust auto ГАЗ-51 monteerimisel.

Vedru paigutatakse poldile lõtkuga 0,025—0,163 mm. Eesmise vedru tagumisse kronsteini ja tagumise vedru kammitsasse asetatakse poldid lõtkuga 0,025—0,118 mm.

Vedruaasade lauppindade ja taga- ning esivedrude kronsteinide vahelised lõtkud peavad olema 0,20—0,72 mm piirides. Tagavedru kiigede lauppindade ja kronsteini vaheline lõtk peab olema 0÷1,2 mm piirides.

Esivedru paigaldatakse lühikese otsaga ettepoole. Siduri- ja piduripedaalid peavad olema raamile kinnitatud kindlalt.

Siduri- ja piduripedaalide võll paigaldatakse kronsteini lõtkuga 0,08÷0,25 mm ja ta peab vabalt pöörduma kronsteini ja piduripedaali puksides. Piduripedaal paigaldatakse võllile lõtkuga 0,08÷0,25 mm.

Siduripedaal ja võlli hoob paigaldatakse võllile lõtkuga 0÷0,20 mm ja kinnitatakse koonustihvtiga.

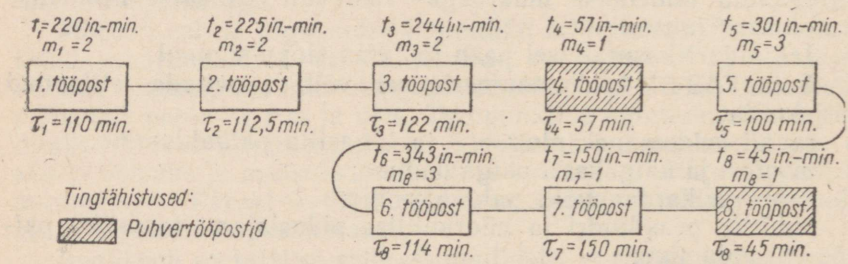
Tagavararatta tagasipööratav kronstein peab võllil vabalt pöörduma. Kronsteini lukk peab olema nii reguleeritud, et see hoiaks kronsteini ülestõstetud asendis.

Mootori eesmise toe poldid paigaldatakse peadega allapoole, tagumiste tugipunktide poltide pead eri suundadesse.

Radiaatori ribakardin peab hoova abil täielikult avanema ja sulguma. Kabiini vasakpoolne külgsidestus peab olema jäik. Parempoolse külg- ja tagapoolse sidestuse juures kasutatakse kummipatju.

Roolimehhanismi karter kinnitatakse raami pikitalale jäigalt. Roolisamba kinnitamisel kabiini eesmisele kilbile seatakse pilu hoideklambri ja kilbi vahel õigeks vahetihenditega.

Rooliratas paigaldatakse võlli nuutidele nii, et kaks kodarat oleksid suunatud külgedele ja üks tahapoole alla.



Joon. 120. Vooluliini skeem (katkelisel liikumisel)

Joonisel 120 on toodud montaaži vooluliini skeem (katkendvool) sõiduautode remonditehases.

Skeemilt on näha, et auto kokkumonteerimine toimub 8 tööpostil.

Osataktid nendel tööpostidel on järgmised:

1. tööpost $\tau_1 = \frac{220 \text{ in.-min.}}{2 \text{ inim.}} = 110$ min;

2. tööpost $\tau_2 = \frac{225 \text{ in.-min.}}{2 \text{ inim.}} = 112{,}5$ min;

3. tööpost $\tau_3 = \frac{244 \text{ in.- min.}}{2 \text{ inim.}} = 122$ min;

4. tööpost $\tau_4 = \frac{57 \text{ in.-min.}}{1 \text{ inim.}} = 57$ min (puhvertöökoht);

5. tööpost $\tau_5 = \frac{301 \text{ in.-min.}}{3 \text{ inim.}} \approx 100$ min;

6. tööpost $\tau_6 = \frac{343 \text{ in.-min.}}{3 \text{ inim.}} \approx 114$ min;

7. tööpost $\tau_7 = \frac{150 \text{ in.-min.}}{1 \text{ inim.}} = 150$ min;

8. tööpost $\tau_8 = \frac{45 \text{ in.-min.}}{1 \text{ inim.}} = 45$ min (puhvertöökoht).

Osataktidest on näha, et 4. ja 8. on puhvertööpostid, kus lõpetatakse need tööd, mis ühel või teisel põhjusel jäid tegemata eelnevatel tööpostidel.

Auto kokkumonteerimise takt on 100 min. Kaheksatunnilise tööpäeva kestel monteeritakse seega kokku $480 : 100 \approx 5$ autot. Selle takti juures on kõik peamised tööpostid mõningal määral üle koormatud:

1. tööpost on üle koormatud 10%;
2. tööpost on üle koormatud 12,5%;
3. tööpost on üle koormatud 22%;
5. tööpost on koormatud normaalselt;
6. tööpost on üle koormatud 14%;
7. tööpost 50%.

Võttes arvesse, et töönorme on tõstetud 25% võrra, võib öelda, et kõik tööpostid on koormatud normaalselt, välja arvatud 7. Olgugi et see tööpost on üle koormatud, on ta vooluliinil viimane, millele järgneb puhvertööpost. Selle tööposti ülekoormamine ei sisalda seepärast montaažitakti rikkumise ohtu.

Kui sõiduauto kokkumonteerimine viia üle sama taktiga $\tau_a = 100$ min. pidevale vooluliinile, saame konveieri kiiruseks:

$$\frac{l_k + \Delta l_a}{\tau_a} = \frac{4{,}7 + 1{,}5}{100} = \frac{6{,}2}{100} = 0{,}062 \text{ m/min},$$

kus l_k — konveieri pikkus ühe auto kohta, mis on 4,7 m;

Δl_a — autode vahemaa konveieril, mis on 1,5 m.

Kaheksa tööpostiga konveieri üldine tööpikkus on:

$$L_k = (l_k + \Delta l_a)\,q = (4{,}7 + 1{,}5) \cdot 8 = 49{,}6 \approx 50 \text{ m}.$$

Pärast kokkumonteerimist toimub auto sõidukatse, mis koosneb järgmistest etappidest:

1) auto ülevaatus enne sõidukatset mootori töötades;
2) katsesõit;
3) auto ülevaatus pärast katsesõitu;
4) auto vastuvõtmine pärast defektide kõrvaldamist.

Esimene etapp. Ülevaatusel selgitatakse auto komplektsust, kokkumonteerimise kvaliteeti ja agregaatide ning näiteabinõude korralikku töötamist.

Veoautode ülevaatusel pööratakse erilist tähelepanu järgmistele asjaoludele.

Tiivad peavad asuma rattakummide kohal sümmeetriliselt ega tohi olla kaardunud.

Kabiini uksed peavad kergesti avanema ja tihedalt sulguma käepidemete abil. Kabiini ukseklaasid peavad olema sujuvalt tõstetavad ja allalastavad klaasitõstemehhanismide abil.

Mootori kapott peab tihedalt sulguma. Kapoti ääred ei tohi ulatuda radiaatorile ja kabiini eesmise kilbi vööle.

Vee jooks pumba tihendist, torude ja radiaatori ühenduslõdvikutest ning plokikaane tihendi kaudu pole lubatud.

Piduri- ja siduripedaal ning käsipiduri hoob peavad vabalt liikuma põranda sisselõigetes. Piirasendites ei tohi pedaalid toetuda vastu põrandat. Pedaalide tagasitulek algseisu peab toimuma jõuliselt ja kinnijäämiseta.

Kõik põrandaavad peavad olema kaetud kaante või tihenditega. Auto sõitmisel otsesuunas ei tohi rooliratta vabakäik olla suurem kui 15°.

Roolivarraste ühenduskohtades ei tohi olla lõtkusid. Rooliseadmes ei tohi esineda kinnisööbimisi ega raginaid.

Auto ЗИЛ-150 esirataste kokkujooks, mõõdetult horisontaalselt rattakummi külgede vahel raadiusel 370 mm, peab olema 8—12 mm.

Paremale pööramisel peab sisemise ratta pöördenurk olema 42° ± 30′. Vasakule pööramisel peab ratta pöördenurk olema 34° ± 30′.

Auto ГАЗ-51 esirataste kokkujooks, mõõdetult kummide vahel, peab olema 1,5—3,0 mm.

Külgpidisel loksutamisel ei tohi esiratastel olla märgatavat aksiaallõtku. Esi- ja tagavedrude läbipaindumine peab mõlemal pool olema ühesugune. Vedrulehed ei tohi pealehe suhtes olla külje suunas ära nihkunud rohkem kui 2 mm. Auto valgustus-

seadmed peavad olema korras. Auto ja selle agregaatide poltliited peavad olema hästi kinni tõmmatud.

Õli hulk mootori, käigukasti, tagasilla ja roolimehhanismi karteris peab vastama ettenähtud normile. Õli jooksud mootorist, käigukastist, tagasillast ja rooliseadmest pole lubatud.

Soe mootor peab käivituma starteri või käsivända abil kahekolme pöördega. Gaas peab seejuures olema seatud miinimumile ja süüde hilisseisu. Käivitusvänt peab põrkseadmega kergesti ja kindlalt hambuma ning automaatselt lahutuma töötavalt mootorilt. Töötav mootor ei tohi kloppida. Katkesti-jagaja ajami ja klappide ning tõukurite nõrk kloppimine, samuti jaotushammasrataste ühtlane müra on lubatud.

Käigukasti alalises hambumises olevate hammasrataste ühtlane müra on lubatud.

Kütusetase karburaatori ujukikambris peab olema normaalne, tagades kütuse häireteta etteandmise mootori kõikidel režiimidel. Kütuse jooksud karburaatorist ja bensiini juhtmestikus pole lubatud.

Õli temperatuuril 80° C ja mootori pööretel 1000 p/min peab auto ЗИЛ-150 õlimanomeeter näitama rõhku vähemalt 1,2 kg/cm².

Auto ГАЗ-51 mootori tühikäigu väntvõlli pöörlemiskiirusel 1000 p/min ei tohi õlirõhk olla väiksem kui 1 kg/cm².

Mootori väntvõlli pöörlemiskiirusel 900—1000 p/min peab auto ГАЗ-51 rattakummide õhukompressor andma rõhu 7 kg/cm².

Auto ЗИЛ-150 pidurisüsteemi pneumaatilise ajami kompressor peab suletud reservuaari andma rõhku 8—9 kg/cm².

Auto ЗИЛ-150 pidurikambrites peab õhurõhk olema 4,5—5,0 kg/cm². Kõik pneumaatilise ajami liitmikud peavad tagama vajaliku surve hoidmise pidurisüsteemis. Pidurisüsteemi hermeetilisust kontrollitakse järgmiselt:

a) pedaali vabas asendis ei tohi rõhu langemine ühe tunni jooksul olla suurem kui 0,5 kg/cm²;

b) pedaalile vajutamise korral peab rõhk järsult vähenema (manomeetri järgi); sel ajal kui pedaal on alla vajutatud, ei tohi manomeetri osuti märgatavalt liikuda.

Kui auto ЗИЛ-150 pidurid on õigesti reguleeritud, peab pidurikambrite varte liikumine olema:

tagumistel pidurikambritel — 20—40 mm,
eesmistel pidurikambritel — 15—35 mm.

Auto ГАЗ-51 pidurite hüdraulilise ajami torustikest ja liitmikkudest ei tohi pidurivedelikku välja tilkuda.

Teine etapp. Pärast auto ja töötava mootori ülevaatust järgneb 30 km pikkune katsesõit. Sellel katsel on autode ЗИЛ-150 ja ГАЗ-51 koorma kaal 75% nominaalkandejõust. Katsesõit viiakse läbi kõva kattega teel otseülekandel, kiirusega kuni 30 km/h. Auto paigaltliikumiseks ei pea mootor vajama pöörete järsku suurendamist. Sooja mootori ülemineku väikestelt pööretelt suurtele ei tohi mootor vahele jätta ega paukuda.

Sidur peab kergesti välja lülituma ja täielikult lahutama mootori käigukasti veovõllist. Auto paigaltliikumisel peab siduri sisselülitumine toimuma sujuvalt. Siduripedaali vabakäik peab olema 20—30 mm piirides.

Käikude vahetamine, lühiajalise peatumisega neutraalasendis, peab toimuma kergesti ja mürata. Käikude väljalülitumine ise pole lubatud.

Auto liikudes on lubatud tagasilla ja käigukasti hammasrataste nõrk müra vahepealsetel käikudel.

Auto ЗИЛ-150 minimaalne pöörderaadius, mõõdetult mööda välimise esiratta veereteed, ei tohi olla suurem kui 8 m pöördel vasakule ja 7,5 m pöördel paremale. Auto ГАЗ-51 pöörderaadius, mõõdetult samal viisil, ei pea olema suurem kui 7,6 m. Kogu rataste pöördumise ulatuses peab rooliseade töötama kergelt, söövbimisteta ja raginata.

Rattakumm ei tohi rooliseadme pikivarda või auto raami taha kinni jääda.

Auto liikumisel ei tohi jahutusvee temperatuur radiaatoris tõusta üle 90° C (välisõhu temperatuuril +35° C).

Sujuval pidurdamisel peavad pidurid tagama pidurdusjõu järkjärgulise suurenemise. Täielikuks pidurdamiseks pedaal või hoob ei pea liikuma kuni toetumiseni. Kuival teepinnal pidurdades peavad kõik rattad peatuma üheaegselt. Horisontaalsel ja kuival maanteelõigul, sõidukiirusel 30 km/h, ei tohi jalgpiduriga pidurdades pidurdustee olla pikem kui 10 m. Kuiva pinnasega 20%-lisel kallakul peab jalg- või käsipiduriga pidurdatud koormaga auto püsima paigal piiramatu aja kestel, mingisuguseid väliseid abinõusid kasutamata. Auto liikumisel pole lubatud piduritrumlite ja rattarummude kuumenemine.

Määrdeõli, kütuse ja vee jooksud pole lubatud.

Kabiini uksed, kapoti haakepandlad ja veokasti külgede lukustusseadmed ei tohi auto liikumisel ise avaneda.

Auto liikumisel ei tohi kardaanvõlli liigendites esineda kloppimist.

Kõik kontroll-näiteriistad peavad olema korras.

Klaasipuhastid peavad töötama kinnijäämisteta.

Kolmas etapp. Pärast katsesõitu vaadatakse auto uuesti hoolikalt üle. Seejuures kõrvaldatakse defektid, mis avastati katsesõidul ja pärast seda ning pingutatakse väliseid kinnitusi.

Neljas etapp. Pärast defektide kõrvaldamist toimub auto vastuvõtt. Auto lõplikul ülevaatusel kontrollitakse, kas katsesõidul ja pärast seda avastatud defektid on kõrvaldatud. Ühtlasi kontrollitakse ka auto komplektsust.

Pärast vastuvõtmist auto värvitakse. Kohustuslik on värvida kõiki neid osi, mida värvivad autotehased. Auto värvikate peab olema ühtlane ning pragude, kihistuste, mullide ja jooksunireta.

Pärast värvimist antakse auto valmisautode lattu. Sellest laost

antakse auto üle tellijale vastuvõtu-üleandeaktiga, s. o. sama aktiga, millega auto võeti vastu remonti.

Lõpuks märgime, et juhul, kui katsesõidu tulemusena vahetati autol mootor, käigukast või tagasild, korratakse katsesõitu uuesti 15 km pikkusel teekonnal 75% koormusega.

Autode sissesõitmine pärast kapitaalremonti. Veoautode sissesõidu perioodiks on võetud 1000 km läbisõit. Sel perioodil toimub auto peamiste koostöötavate detailidepaaride sissetöötamine. Seepärast on sissesõiduperioodil keelatud: lasta mootorit käivitamisel ja liikumisel töötada kõrgetel pööretel; alustada liikumist eelnevalt soojendamata mootoriga; sõita järelvankriga või pukseerida teisi autosid; sõita rasketes teetingimustes ja teha pikki väljasõite; sõita kiirusega üle 30—35 km/h; koormata autot ЗИЛ-150 suurema kui 3-tonnise koormaga ja autot ГАЗ-51 suurema kui 2-tonnise koormaga. Et piirata kiirust sissesõidu kestel, asetatakse sisselasketorustiku ja karburaatori vahele drosselseib, mis plommitakse; sissesõidu perioodil vahetatakse mootoriõli 300, 500 ja 1000 km järel, käigukastis ja tagasillas 1000 km järel. Kõiki kohti, mida normaalselt määritakse 900—1000 km läbisõidu järel, tuleb määrida: esimene kord — enne väljasõitu, teine kord — 500 km järel ning kolmas kord — 1000 km järel.

Sissesõidu perioodil peab autojuht hoolikalt jälgima kontrollmõõteriistade näitusid, vältima mootori ülekuumenemist ja õlitaseme langemist karteris, jälgima käigukasti, tagasilla, pidurisüsteemi ja rattarummude töötamist ja vältima detailide ülekuumenemist; vältima järske ja pikki pidurdamisi jalgpiduriga.

Pärast sissesõidu perioodi lõppemist, s. t. 1000 km järel, võetakse drosselseib maha. Selle kohta koostatakse vastav akt.

AUTO DETAILIDE KULUMISED

1. PEATÜKK

DETAILIDE DEFEKTIDE LIIGITUS

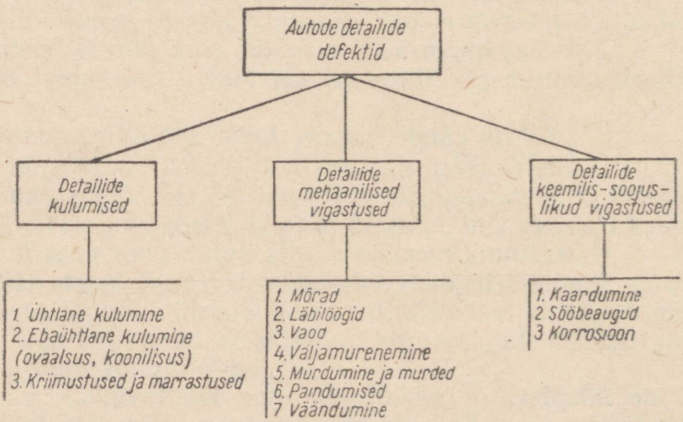
Kulunud ja vigastatud detailide taastamisviiside põhjendamiseks võtame abiks defektide liigituse. Selle järgi jagunevad auto detailide defektid kolme gruppi (joon. 121):

1) detailide kulumised,
2) detailide mehaanilised vigastused,
3) detailide keemilis-soojuslikud vigastused.

Detailide kulumised võivad omakorda kuuluda järgmistesse eriliikidesse:

1) ühtlane kulumine; 2) ebaühtlane kulumine: a) ovaalseks kulumine (ellips), b) kooniliseks kulumine; 3) kriimustused ja marrastused.

Detailide ühtlast kulumist esineb praktikas väga harva, sest auto detailid on enamasti vahelduvalt koormatud.



Joon. 121. Detailide defektide liigitus

Detailide ebaühtlast kulumist, s. o. ovaalseks ja kooniliseks kulumist, esineb võrdlemisi laialdaselt, sest enamik auto detaile on koormatud vahelduvalt ja seejuures sagedasti dünaamiliselt.

Kriimustused ja marrastused tekivad detailide tööpindadele enamikul juhtudel ebapuhta määrdeõli kasutamise tulemusena.

Detailide mehaanilised vigastused võivad esineda järgmiste eriliikidena: 1) mõrad, 2) augud, 3) sügavad kriimustused, 4) väljamurenemised, 5) murdumised, 6) paindumised ja 7) väändumised.

Mõrad tekivad peamiselt auto valatud detailides. Mõrade tekkimist põhjustavad löögid või muud koormused (näiteks soojuslikud), mis mõjutavad ekspluatatsiooni kestel detaili, autot või selle üksikut agregaati.

Augud tekivad samuti peamiselt valatud detailides tugevate löökide või muud laadi koormuse tulemusena. Näiteks jahutusvee külmumisel murdub sagedasti välja tükk plokikaane veesärgi seinast.

Sügavad kriimustused tekivad detailide tööpindadel ühe detaili liikumisel teise suhtes. Näiteks kinnitamata kolvisõrm, ulatudes välja kolvisilmast, lõikab silindriseinasse algul sügavad kriimustused ja seejärel sügava vao.

Murenemine esineb tsementiiditud detailide tööpindadel — sagedamini tsementiiditud hammasrataste hammaste otstes. Erinevate kiirustega pöörlevate käigukasti hammasrataste ümberlülitamisel tekivad dünaamilised löögid, mis põhjustavad tsementiiditud kihis kildumist või murenemist.

Murdumised tekivad dünaamiliste löökide või teiste koormuste mõjutusel auto üksikutele detailidele. Murded esinevad sagedasti valatud detailidel, näiteks sisse- ja väljalasketorustike äärikutel. Mõnikord tekib murdumine ainult seepärast, et koostöötavate osade vahele on paigutatud ebaühtlase paksusega tihend. Poltide kinnitõmbamisel tekivad valatud detailides sel juhul sisemised pinged, mis tekitavad pragusid.

Detailide paindumist põhjustavad enamikul juhtudel dünaamilised löögid auto ühele või teisele detailile. Väntvõll võib näiteks painduda kolvi sööbimise või kinnikiilumise tagajärjel mootori silindrisse.

Detaili väändumist põhjustab niisuguse suurusega pöördemoment, millele antud detail pole arvestatud. Tagasilla poolteljed väänduvad näiteks sel juhul, kui autojuht püüab porisse kinnijäänud autot edasi-tagasi kiigutamisega välja tõmmata.

Keemilis-soojuslike vigastustena esinevad detailidel: 1) kaardumine, 2) sööbeaugud (urbed) ja 3) korrosioon.

Detailide kaardumist põhjustavad soojuslikud mõjud. Näiteks plokikaane ülekuumenemisel tekib kaardumine, mille tulemuseks võib olla plokikaane tihendi väljalöömine.

Sööbeaugud (urbed) tekivad detailide tööpindadele peamiselt kohalike soojuslike mõjude tagajärjel. Näiteks väljalaskeklapi halva soveldamise või liiga väikese lõtku tagajärjel klapivarre ja tõukuri vahel tungivad gaasid klapipesa ja klapi vahele ning tekitavad nende tööpindadel sööbeauke, s. o. metalli kohalikke väljapõlemisi.

Detailide korrosiooni põhjuseks on nende oksüdeerumine. Kõige suuremal määral esineb korrosioon (nn. gaasikorrosioon) silindrite tööpindadel. Kui mootor pole veel soojenenud, siis kondenseeruvad külmadele silindriseintele kütuse põlemisel tekkivad mitmesuguste hapete, nagu süsihappe, väävelhappe jt. aurud.

Autode ekspluatatsiooni praktika näitab, et auto detailide defektide tekkimise peamiseks põhjuseks on nende tööpindade kulumine.

2. PEATÜKK

HÕÕRDUMINE JA DETAILIDE KULUMINE

Detailid kuluvad kokkupuutuvate pindade hõõrdumise tagajärjel.

Hõõrdumine on takistus, mis esineb kahe detaili liikumisel nende kokkupuute tasapinnas. Liikumist põhjustavale jõule vastusuunatud takistust nimetatakse hõõrdumisjõuks.

Kulumiseks nimetatakse detaili mõõdetes töötamise kestel tekkivat ebasoovitavat muutust, mida põhjustavad hõõrdepinnal esinevad jõud. Kokkupuutuvate detailide liikumise iseloomust sõltuvalt esineb kahte liiki hõõrdumist — liughõõrdumine ja veerehõõrdumine.

Liughõõrdumisel satuvad ühe detaili samad piirkonnad pidevalt kokkupuutesse koostöötava detaili uute piirkondadega.

Veerehõõrdumisel satuvad ühe detaili üksteisele järgnevad piirkonnad kokkupuutesse koostöötava detaili üksteisele järgnevate piirkondadega. Seejuures läbib detailide omavahelise hetkelise pöörlemise telg üht kokkupuute piirkonda.

Praktikas kaasneb ühe hõõrdumisliigiga sagedasti ka teine. Niisugusel juhul nimetatakse hõõrdumist liithõõrdumiseks, nagu näiteks hammasrataste hammastevaheline hõõrdumine.

Hõõrduvate pindade seisukorra järgi, mis sõltub nende õlitusest, eristatakse järgmisi hõõrdumisliike: 1) puhas hõõrdumine, 2) kuiv hõõrdumine, 3) piirhõõrdumine, 4) vedelikuline hõõrdumine, 5) poolkuiv hõõrdumine, 6) poolvedelikuline hõõrdumine.

Puhas hõõrdumine esineb hõõrduvate pindade vahel siis, kui neil ei ole ühtegi kõrvalainet (adsorbeeritud vedelikke ega gaase). Niisugune hõõrdumine võib esineda ainult vaakuumis, mille tõttu sellel ei ole praktilist tähtsust.

Kuiv hõõrdumine tekib siis, kui hõõrduvate osade vahel ei ole määret, nagu näiteks siduriketaste ja piduriklotside friktsioonkatete ning piduritrumlite vahel.

Piirhõõrdumine esineb siis, kui detailide hõõrduvaid osi lahutab väga õhuke (paksusega 1 mikron ja vähem) määrdekiht. Niisuguse määrdekihi omadused erinevad määrde tavalistest omadustest ja sõltuvad hõõrduvate pindade iseloomust ning seisukorrast.

Vedelikuline hõõrdumine esineb siis, kui hõõrduvad pinnad on täielikult lahutatud määrdekihiga. Hõõrduvate pindade lõtku erilise kuju tõttu võtab välise surve vastu sitke vedeliku liikuv kiht. Vedelikuline hõõrdumine esineb töötava mootori väntvõlli raam- ja kepsulaagrites.

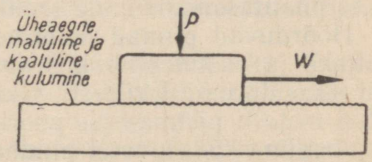
Poolkuiv hõõrdumine on segahõõrdumine, kus üheaegselt esineb kuiv- ja piirhõõrdumine. Niisugune hõõrdumine tekib tavaliselt küttesegu põlemise ajal silindri tööpinna ülemise osa ja kolvirõngaste vahel.

Poolvedelikuline hõõrdumine on samuti segahõõrdumine, s. t. niisugune, kus üheaegselt esinevad vedelikuline ja piirhõõrdumine või vedelikuline ning kuivhõõrdumine. Niisugune hõõrdumine esineb laagrites mootori käivitamisel. Võllikaelte ja laagrite vahel esineb mootori käivitamisel enne vedelikulise hõõrdumise tekkimist poolvedelikuline hõõrdumine.

Autodel võivad esineda kõik hõõrdumisliigid, välja arvatud puhas hõõrdumine.

Auto ekspluateerimisel tuleb saavutada niisugune olukord, et kõikides määritavates koostöökohtades esineks vedelikuline hõõrdumine. Niisugusel hõõrdumisel kuluvad koostöötavate detailide pinnad kõige vähem.

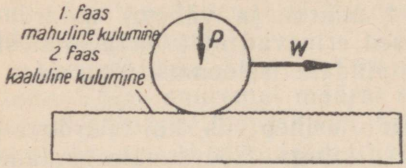
Joonisel 122 on näidatud kulumine liughõõrdumisel. Kulumine seisab selles, et hõõrduvate detailide pealispindadelt eralduvad järk-järgult pisimad osakesed, mille tulemusena detail kaotab oma esialgsed mõõted ja kuju. Detaili kulumine on seega üheaegselt mahuline ja kaaluline.



Joon. 122. Kulumine liughõõrdumisel

Joonisel 123 on näidatud kulumine veerehõõrdumisel. Kulumine jaguneb sisuliselt kahte faasi. Esimeses faasis toimub materjali pinna tihendamine (kalestamine). Muutuvad ainult detaili mõõted, kuid materjali kadu ei esine — seega toimub ainult mahuline kulumine. Teises faasis hakkab kalestatud pind kelmetena maha kooruma. Kulumine ei ole nüüd enam ainult mahuline, vaid ka kaaluline. Näiteks on siin kuul- ja rull-laagrite veereteede kulumine.

Liithõõrdumisel, kus veeremine ja liugumine esinevad koos, nagu näiteks hammasrataste hammastel, on kulumine üheaegselt kaaluline ja mahuline.



Joon. 123. Kulumine veerehõõrdumisel

Kulumised jaotatakse kolme liiki: 1) abrasiiv-, 2) erosioon- ja 3) korrosioonkulumiseks.

Koostöötavate detailide hõõrdepindadel on ebatasasusi, mis deformeeruvad töötamisel elastselt ja plastiliselt. Mõned pindade ebatasasused lõigatakse töötamisel maha. Selle tulemusena satuvad detailide hõõrduvate osade vahel olevasse määrdeõlisse kulumise produktid (metallitolm) ja muud kõvad osakesed, nagu tolm, nõgi jne. Koos määrdeõliga kujundavad need osakesed abrasiivsegu, mis järsult suurendab koostöötavate osade kulumist.

Niisugust kulumist nimetatakse abrasiivkulumiseks. Abrasiivkulumist põhjendavat hüpoteesi nimetatakse mehaaniliseks hüpoteesiks.

Hõõrduvatel pindadel esinevate ebatasasuste tõttu puutuvad pinnad kokku üksikutes punktides, kus erisurve järsult suureneb ja õlikelme võib katkeda. Suurtel kiirustel põhjustab kohalik kokkupuude temperatuuri tõusu, mille tagajärjel hõõrduvate pindade osakesed keevituvad kokku ja kistakse pinnast välja. Esineb ka osakeste ülekandmist ühelt hõõrduvalt pinnalt teisele molekulidevaheliste sidejõudude toimel. Kõik eespool nimetatud nähted põhjustavad koostöötavate osade kulumise suurenemist. Niisugust kulumist nimetatakse erosioonkulumiseks ja kulumist põhjendavat hüpoteesi füüsikalis-keemiliseks hüpoteesiks. Selle hüpoteesi püstitas nõukogude teadlane B. V. Derjagin.

Hõõrduvad pinnad deformeeruvad. Metall hõõrdub töötamisel haljaks ja oksüdeerub hõõrduvaid pindu ümbritseva õhuhapniku või gaaside mõjul kiiresti. Oksüdeeriv keskkond tungib deformeeritud metalli pisimatesse pooridesse. Tulemuseks on oksüüdikelme kujunemine hõõrduvatel pindadel. Hõõrdumise tagajärjel kuluvad oksüüdikelmed maha, metall paljastub ja oksüdeerub uuesti. Niisugust kulumist nimetatakse korrosioonkulumiseks. Seda kulumisliiki põhjendavat hüpoteesi nimetatakse keemiliseks hüpoteesiks.

Tegelikult on hõõrduvate pindade kulumisel esinevad nähted keerukamad ja tänapäevani pole veel loodud teooriat, mis annaks kulumisnähetele ammendava seletuse. Näib, et kõigi kolme eespool toodud hüpoteesi üheaegne eksisteerimine on õigustatud.

MOOTORI PEAMISTE DETAILIDE KULUMISED

1. Silindrite, kolbide ja kolvirõngaste kulumised

Kaasaegsete automootorite silindriplokid on enamasti valmistatud hallmalmist (kõvadus 160—210 H_B), kolvid on valmistatud alumiiniumisulameist ja kolvirõngad hallmalmist, mille kõvadus on veidi suurem kui silindriploki malmil. Silindrite tööpindade kulumise vähendamiseks pressitakse rea kodumaiste mootorite silindritesse kulumiskindlast erimalmist poolhülsid (ГАЗ-51) või hülsid (М-20). Samal eesmärgil kaetakse esimeste kompressioonirõngaste pinnad urbse punktkroomiga.

Auto ekspluatatsioonil kuluvad silindrite tööpinnad ebaühtlaselt. Külgpidiselt kulub silinder ovaalseks ja pikuti kooniliseks.

Joonisel 124 on toodud auto ГАЗ-51 mootorite silindrite kooniliseks kulumise kõverad, mis on koostatud autode ekspluatatsiooni kestel toimetatud vaatluste tulemustel. Graafikud on koostanud Autotranspordi Teadusliku Uurimise Instituut (НИИАТ).

Nendelt kõveratelt on näha, et silindrid kuluvad pikuti kooniliseks. Suurim kulumine esineb seejuures silindri ülemises vöös — 10 mm allpool silindriploki ülemist pinda. Pärast 55 000—61 000 km läbisõitmist on silindrite suurim kulumine 0,185—0,188 mm. Väikseim kulumine esineb silindrite alumises vöös.

Graafikutelt on samuti näha, et allpool poolhülssi, mis on pressitud silindrisse 50 mm pikkuselt, suureneb silindrite kulumine mõningal määral (silindriploki ülemisest pinnast 55 ja 65 mm kaugusel olevad vööd). Sellest järeldub, et poolhülsi pikkus pole nähtavasti küllaldane.

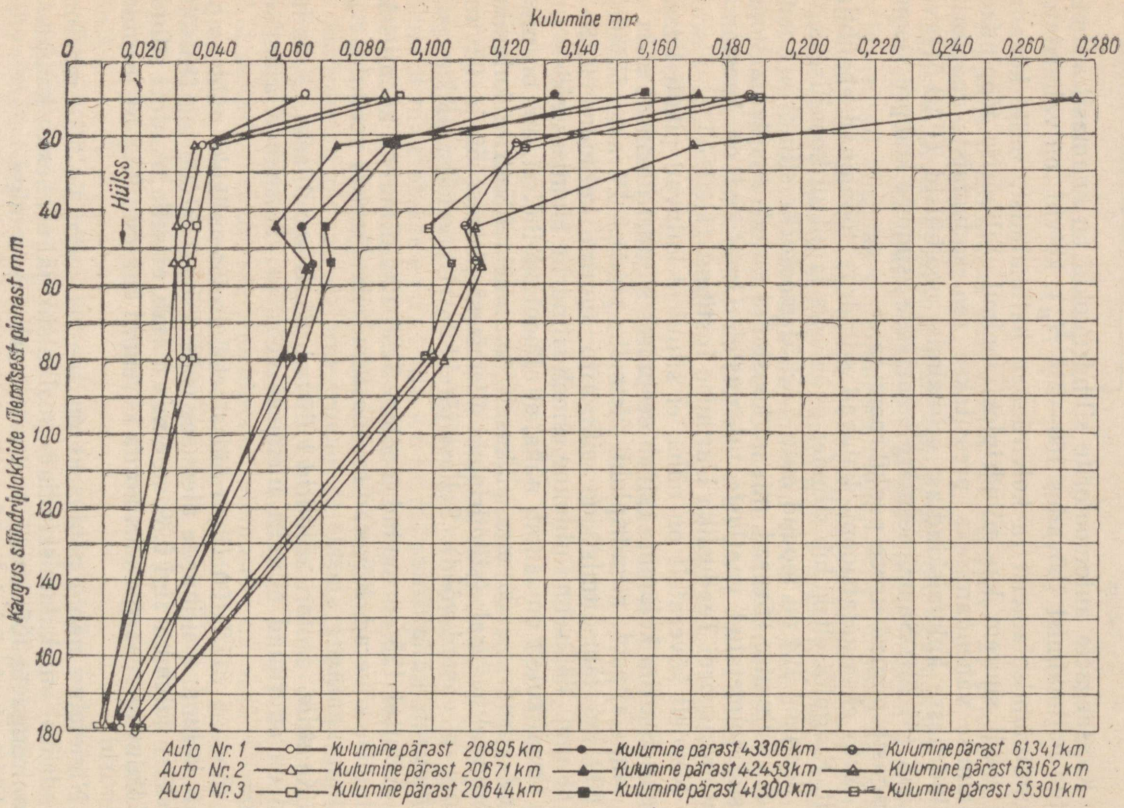
Joonisel 125 on toodud mootori ЗИЛ-120 silindrite kooniliseks kulumise kõverad. Kõverad on koostatud ühe Moskva veoautopargi autode vaatluste alusel.

Ka selle mootori silindrid kuluvad pikuti kooniliseks. Kulumised on suurimad silindri ülemises vöös ja väikseimad alumises vöös.

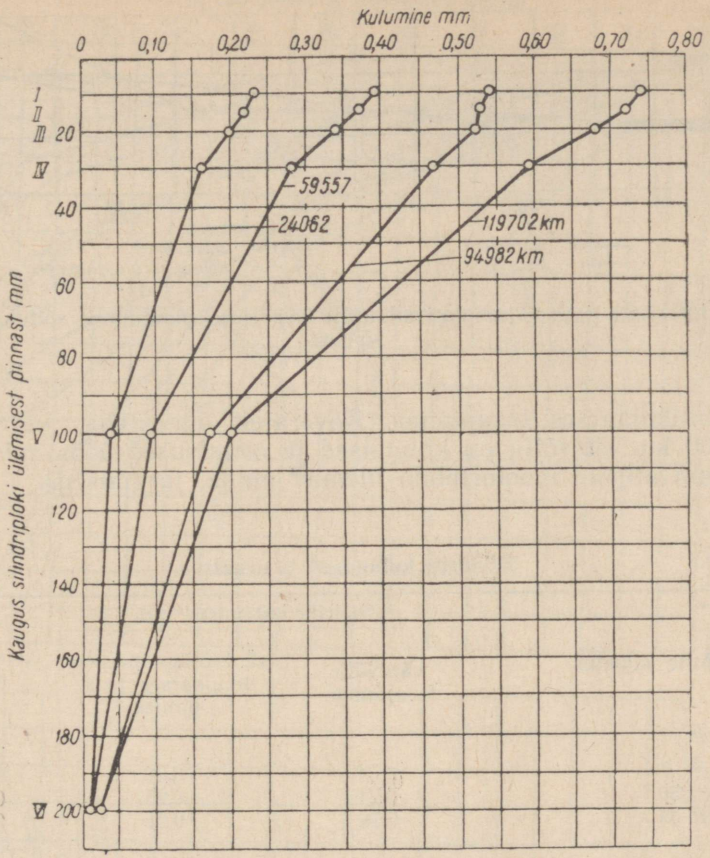
Mootori ЗИЛ-120 (ilma hülssideta) iseloomulikuks nähteks on suur kulumine silindrite ülemises vöös. Pärast 60 000 km läbisõitmist on kulumine ligi 0,39 mm, mis näitab, et selle mootori silindrid kuluvad peaaegu kaks korda kiiremini kui auto ГАЗ-51 mootori silindrid.

Nimetatud nähte põhjuseks on see, et auto ГАЗ-51 mootori silindrites on kulumiskindlad poolhülsid ja esimeste kompressioonirõngaste tööpinnad on kaetud urbse kroomiga.

Eeltoodust võib teha järgmised järeldused:



Joon. 124. Auto ГАЗ-51 mootori silindrite keskmised kulumised pärast 1., 2. ja 3. katseetappi



Joon. 125. Mootori ЗИЛ-120 silindrite keskmised kulumised (numbrid kõverate juures tähistavad läbisõitu)

1) silindrid kuluvad pikuti kooniliseks;

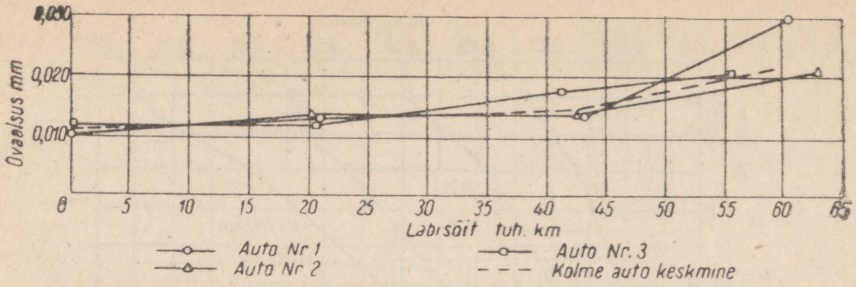
2) suurimad kulumised esinevad silindrite ülemistes vöödes (umbes 10 mm allpool ploki ülemist pinda) ja väikseimad — alumistes vöödes;

3) poolhülsi ebaõige valik põhjustab silindris ebasoovitava astme tekkimise.

Joonisel 126 on toodud auto ГАЗ-51 mootori silindrite ovaalsuse muutumise kõverad sõltuvalt läbisõidust.

Kõveratelt on näha, et auto läbisõidu suurenedes kasvab silindrite ovaalsus vähe — läbijooksul 0—50 000 km keskmiselt 0,011 mm — 0,017 mm.

Joonisel 126 on toodud mootori ЗИЛ-120 silindrite kooniliseks kulumise kõverad kahes tasapinnas — mootori väntvõlli ja sellega



Joon. 126. Auto ГАЗ-51 mootori silindrite ovaalsuse muutumine sõltuvalt läbisõidust

perpentikulaarses tasapinnas. Kõveratelt on näha, et pärast 120 000 km läbisõitu on kulumised ja ovaalsused vöös, mis asub 100 mm allpool mootoriploki ülemist pinda, järgmised.

Tabel 19

Silindrite kulumised ja ovaalsus

Auto nimetus	Silindrite kulumised mm		Ovaalsus mm
	väntvõlli tasapinnas	väntvõlliga perpendikulaarses tasapinnas	
Auto nr. 7	0,34	0,39	0,05
„ nr. 36	0,24	0,25	0,01
„ nr. 39	0,18	0,21	0,03
Keskmiselt	—	—	0,03

Joonise 126 ja tabeli 19 andmetest võib teha järgmised järeldused:

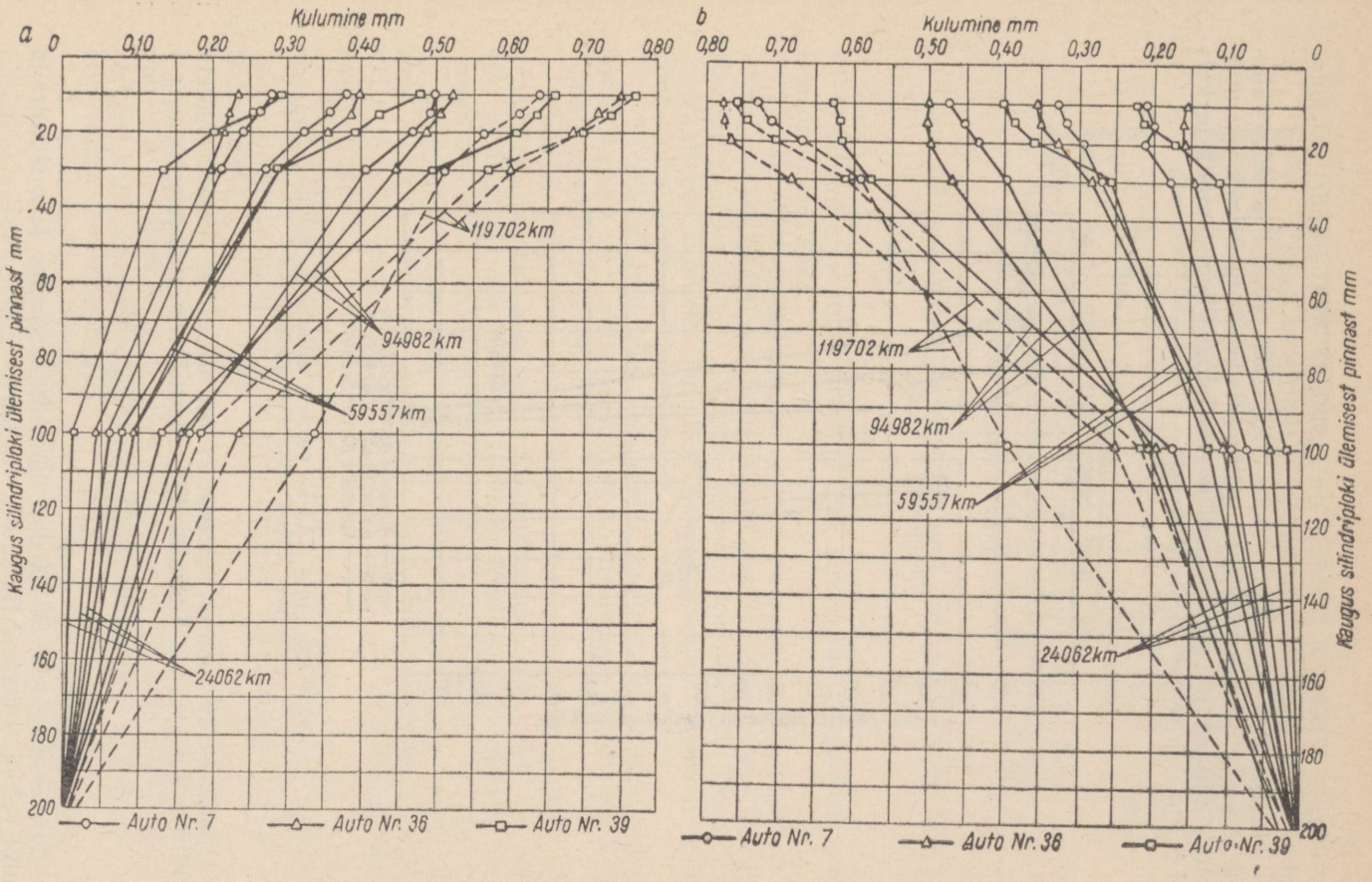
1) auto läbisõidu kasvades suurenevad silindrite ovaalsused väga aeglaselt ja pärast 120 000 km läbisõitu on keskmine ovaalsus 0,03 mm (kõikumine 0,01—0,05 mm);

2) silindrite ovaalsus on suurim väntvõlliga perpendikulaarses tasapinnas.

Joonisel 128 on toodud auto ГАЗ-51 mootori keskmised silindri ja kolvi vahelised lõtkud, sõltuvalt läbisõidust.

Nominaallõtk silindri ja kolvi vahel on 0,036 mm. Vöös, mis asub 90 mm allpool silindriploki ülemist pinda, kasvab see lõtk auto läbisõidu suurenedes järgmiselt:

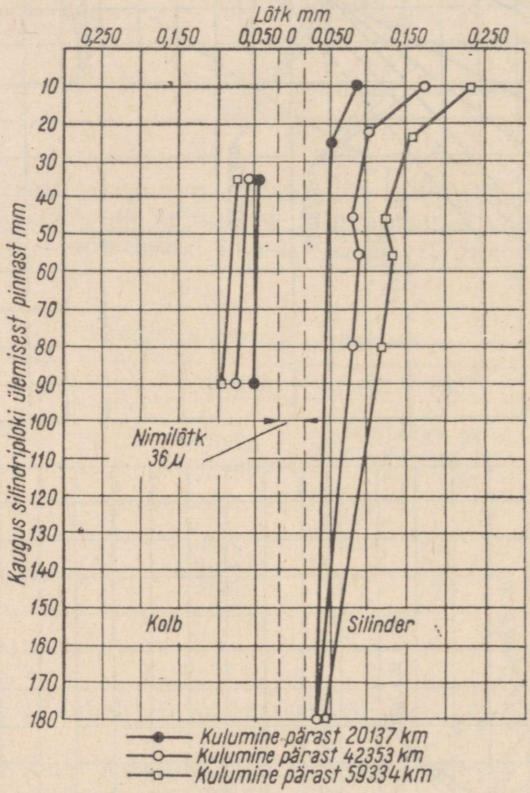
läbisõidul 20 137 km 0,095 mm,
„ 42 353 „ 0,150 „ ,
„ 59 334 „ 0,200 „ .



Joon. 127. Mootori ЗИЛ-120 silindrite keskmised kulumised:
a — väntvõlli telje tasapinnas; *b* — väntvõlli teljele perpendikulaarses tasapinnas (numbrid kõverate juures tähistavad keskmist läbisõitu)

Pärast 60 000 km läbisõitu on keskmine lõtk silindri ja kolvi vahel seega kasvanud ligikaudu 5,5-kordseks.

Joonisel 129 on toodud mootori ЗИЛ-120 silindri ja kolvi vahelise lõtku muutumise kõverad, sõltuvalt läbisõidust. Lõtk on mõõdetud silindril 100 mm allpool mootoriploki ülemist pinda ja kolvil 5 mm kõrgemal kolvi alläärest.



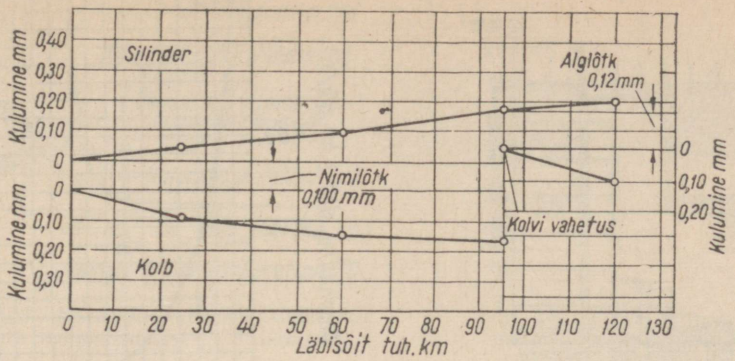
Joon. 128. Auto ГАЗ-51 mootori silindri ja kolvi vahelised lõtkud sõltuvalt läbisõidust

Joonisel 129 toodud kõveratest on näha, et nominaallõtkul 0,10 mm kasvab see lõtk auto läbisõidu suurenedes järgmiselt:

läbisõidul	25 000 km	0,240 mm,
„	60 000 „	0,350 „ ,
„	95 000 „	0,450 „ .

Seega on pärast 95 000 km läbisõitu keskmine lõtk silindri ja kolvi vahel kasvanud ligikaudu 4,5 korda.

Eeltoodust võib teha järgmised järeldused:



Joon. 129. Mootori ЗИЛ-120 silindri ja kolvi vahelise lõtku muutumine sõltuvalt läbisõidust

1) silindri ja kolvi vaheline lõtk suureneb järk-järgult auto läbisõidu kasvades;

2) silindrite ja kolbide kulumised on peaaegu ühesugused;

3) pärast 60 000 km läbisõitu on auto ГАЗ-51 mootoril lõtku absoluutväärtus umbes 1,7 korda väiksem kui mootoril ЗИЛ-120.

Vaatleme silindrite kulumise peamisi põhjusi. Silinder kulub kooniliseks järgmistel põhjustel:

1. Töötaktil (põlemine — gaaside paisumine) satuvad gaasid kolvirõngaste alla, mille tagajärjel kolvirõngaste erisurve silindri seinale järsult suureneb.

Joonisel 130 on toodud kolvirõngastele mõjuva gaasirõhu diagramm karburaatormootoris. Kui küttesegu põlemisel on rõhk 40 kg/cm², siis rõhk esimese kolvirõnga all on 30 kg/cm², teise kolvirõnga all $\approx$ 7,5 kg/cm² ja kolmanda kolvirõnga all $\approx$ 3 kg/cm².

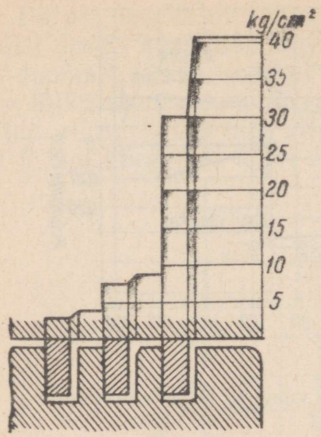
Eriti järsult suureneb esimese kolvirõnga erisurve silindriseinale. Selle tulemusena surutakse määrdeõli peaaegu täielikult välja ja kolvirõnga ning silindriseina vahel võib tekkida poolkuiv hõõrdumine.

2. Kolvirõngaste liibumine silindriseina vastu ei ole täielik. Seetõttu küttesegu kokkusurumisel ja põlemisel õlikelme silindriseinal hävib ja kolvirõngaste ning silindri vahel kujuneb poolkuiv hõõrdumine.

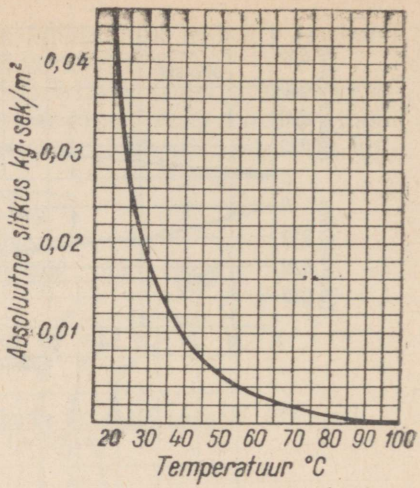
Ebatiheduse põhjuseks on enamikul juhtudel kolvirõnga ebaõige valmistamine. Ebatiheduse vältimiseks kolvirõnga ja silindri vahel on soovitav kolvirõngaid silindrisse soveldada või kroomida esimest kompressioonirõngast urbse punktkroomiga, mis soodustab kolvirõnga sissetöötamist.

3. Küttesegu põlemisel tekkiva kõrge temperatuuri tõttu õli sitkus väheneb (joon. 131), mille tulemuseks on õlikelme vastupidavuse nõrgenemine.

4. Ülemises surnud seisus muudab kolb oma liikumissuunda ja



Joon. 130. Gaasirõhk karburaatormootori kolvirõngaste all.



Joon. 131. Õli sitkus olenevalt temperatuurist

kolvirõnga kiirus langeb nullile, mis samuti soodustab silindriseina kulumise suurenemist.

5. Kõrgetel temperatuuridel silindrisein korrodeerub gaaside ja aurude mõjul.

Korrosiooni tekkimiseks on tarvilik, et gaas sisaldaks hapnikku O_2, süsihappegaasi CO_2, vääveldioksüüdi SO_2 ja veeauru. Orgaanilised happed põlemisproduktides põhjustavad samuti korrosiooni.

Peamisteks korrosiooni põhjustavateks hapeteks on:

a) orgaanilised happed — sipelghape CH_2O, äädikhape $C_2H_4O_2$ ja vastavad aldehüüdid. Need happed kujunevad süsivesinikkudest koosnevate kütuste põlemisel;

b) väävelhape H_2SO_4, mis tekib väävlit sisaldava kütuse põlemisel koos veeauruga;

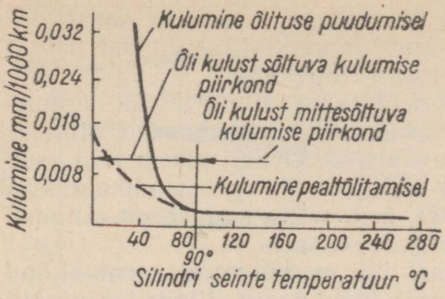
c) lämmastikhape HNO_3, mis tekib kõrgetel temperatuuridel; õhu lämmastik ja hapnik moodustavad lämmastikoksüüdi (NO), mis võib muutuda lämmastikdioksüüdiks, kusjuures viimane koos veega võib moodustada lämmastikhappe;

d) süsihape H_2CO_3, mis saadakse CO_2 lahustumisel vees.

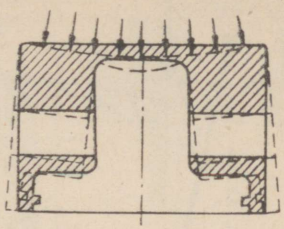
Teadlaste katsed on näidanud, et kulumised on suuremad siis, kui silindriseina temperatuur on madalam kui 90° C.

Joonisel 132 on toodud silindri kulumise sõltuvus seina temperatuurist ja õlitamisest. Silindriseina temperatuur 90° C on nagu mootori normaalse soojusrežiimi piiriks. Kui silindriseina temperatuur on madalam kui 90° C, siis kondenseeruvad põlemisproduktides olevad veeaurud, mis põhjustab silindriseinte kiirendatud kulumist.

Silindrid kuluvad intensiivselt mootori sagedastel peatamistel



Joon. 132. Silindrite kulumise sõltuvus seinte temperatuurist ja õlitamisest



Joon. 133. Kolvi deformeerumine küttesegu põlemisel

ja käivitamistel, mis rikuvad mootori normaalset soojusrežiimi, eriti talvisel ajal. Silindri tööpind kulub ovaalseks järgmistel põhjustel:

1) mootori töötamisel kolb deformeerub;

2) normaalsel soojusrežiimil silindri läbilõige ei kujuta endast õiget sõõri;

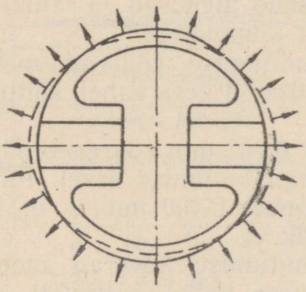
3) töötaktil (põlemine-paisumine) kolb surub silindriseinale.

Joonisel 133 on toodud kolvi deformeerumine küttesegu põlemisel. Kolvisõrme telgjoone tasapinnas kolb justkui paisub. Auto ekspluateerimise algul kuluvad silinder ja kolb seepärast suurimal määral väntvõlli telgjoone tasapinnas.

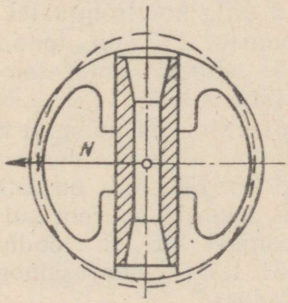
Peale selle deformeerub kolb kuumenemise tagajärjel. Joonisel 134 on toodud kuumenenud kolb. Jooniselt on näha, et kolvi ovaali pikem telg asub kolvisõrme telgjoone tasapinnas.

Kolb deformeerub ka kolvisõrme tsentrisse rakendatud normaaljõu mõjul (joon. 135). Ovaali pikem telg asub sel juhul kolvisõrme telgjoone tasapinnas.

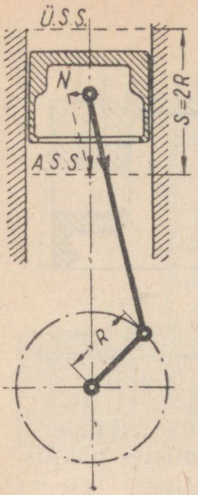
Niisugused deformeerumised sundisid konstrueerima ovaalseid kolbe niisuguse arvestusega, et ovaali lühem telg asuks kolvisõrme



Joon. 134. Kolvi deformeerumine kuumenemisel



Joon. 135. Kolvi deformeerumine normaaljõu mõjul



Joon. 136. Normaaljõu N mõju silindriseinale

telgjoone tasapinnas. Niisuguse konstruktsiooniga kolvi lõige kujutab endast pärast deformeerumist õiget sõõri.

Mootori töötades silindriplokk kuumeneb ja paisub, mille tulemusena silinder muutub ovaalseks. Ovaali pikem telg asub väntvõlli telgjoonega perpendikulaarses tasapinnas, sest selles suunas on silindriplokil kergem paisuda.

Joonisel 136 on näidatud normaaljõud N, mis surub kolvi vastu silindrit väntvõlli telgjoonega perpendikulaarses tasapinnas. Selle tulemusena kuluvad kolvi juhtpind ja silinder samas suunas.

Silindri ovaalseks kulumine toimub järgmiselt. Algul kuluvad silinder ja kolb peamiselt väntvõlli telgjoone tasapinnas seetõttu, et silindri ovaali lühem telg asub väntvõlli telgjoone tasapinnas ja deformeerunud kolvi ovaali pikem telg asub samas tasapinnas. Silindri ja kolvi kulumine kestab seni, kuni metall selles tasapinnas osaliselt maha hõõrdub. Järgnevalt hakkab mõjuma ainult jõud N, mille tulemusena silindri ja kolvi suurem kulumine kandub üle väntvõlli telgjoonega perpendikulaarsesse tasapinda.

Eeltoodust võib teha järgmised järeldused:

1) silinder kulub pikuti kooniliseks peamiselt kolvirõngaste töötamise ja korrosiooni mõjul;

2) silinder kulub ovaalseks deformeerunud silindri ja kolvi vahel esineva hõõrdumise tagajärjel; samal põhjusel kulub ka kolb;

3) kolvirõngaste välispind kulub hõõrdumise tagajärjel vastu silindriseina, samuti küttesegu põlemisel ja paisumisel kolvirõngaste alla sattuvate gaaside rõhu mõjul.

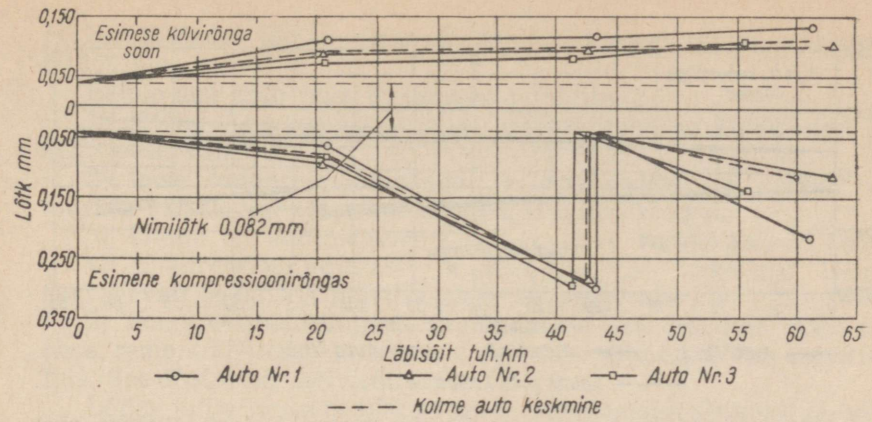
Kolbidel kuluvad kolvirõngaste pesade ülemised ja alumised seinad ning kolvirõngastel samaaegselt lauppinnad.

Joonisel 137 on toodud lõtku muutumise kõverad mootor ГАЗ-51 esimese kompressioonirõnga ja rõnga pesa vahel, sõltuvalt auto läbisõidust.

Kõveratelt on näha, et nominaallõtk 0,082 mm suureneb pärast 21 000 km läbisõitu peamiselt kolvirõnga kulumise arvel. Pärast 42 500 km läbisõitu on lõtku suurus umbes 0,400 mm, s. o. ligikaudu 5 korda suurem kui nominaallõtk.

Joonisel 138 on toodud lõtku muutumise kõverad mootori ГАЗ-51 teise kompressioonirõnga ja pesa vahel, sõltuvalt auto läbisõidust.

Selles koostöökohas on kulumiste iseloom samasugune, kuid kulumised on märksa väiksemad. Nominaallõtk on 0,067 mm.



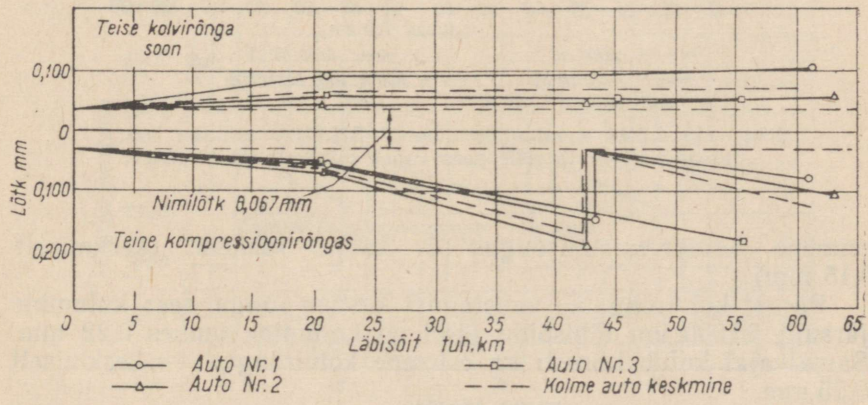
Joon. 137. Lõtku muutumine auto ГАЗ-51 esimese kompressioonirõnga ja selle pesa vahel sõltuvalt läbisõidust

Pärast 42 500 km läbisõitu on lõtk 0,195 mm, s. o. ligi 3 korda suurem nominaalsest.

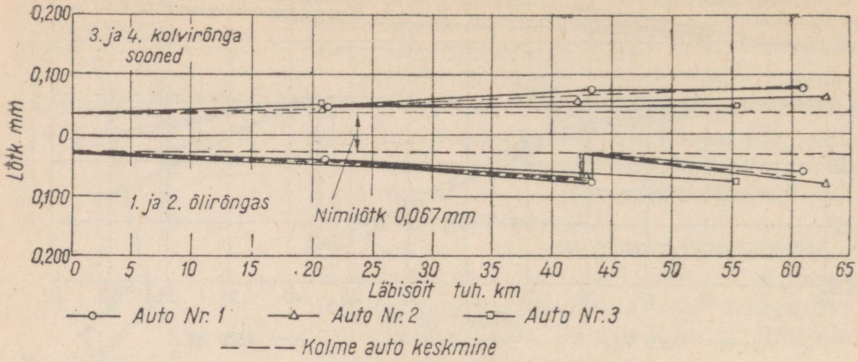
Joonisel 139 on toodud samad andmed auto ГАЗ-51 mootori kolmanda ja neljanda kompressioonirõnga ning esimese ja teise õlirõnga kohta. Neis koostöökohtades suurenevad lõtkud järk-järgult ja detailid kuluvad peaaegu ühesuguselt.

Joonisel 140 on toodud mootori ЗИЛ-120 esimese kompressioonirõnga ja rõnga pesa vahelise lõtku muutumine sõltuvalt läbisõidust.

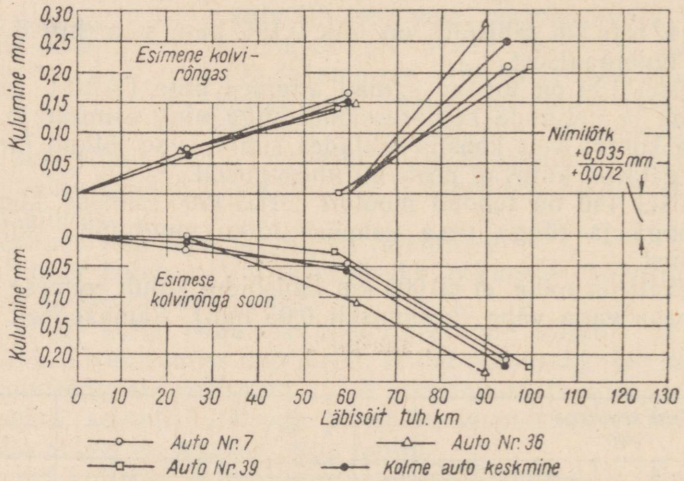
Kõveralt on näha, et 60 000 km läbisõidul kulub esimese kolvirõnga pesa väga vähe (keskmiselt 0,05 mm). Samaaegselt kulub



Joon. 138. Lõtku muutumine auto ГАЗ-51 teise kompressioonirõnga ja selle pesa vahel sõltuvalt läbisõidust



Joon. 139. Lõtkude muutumine auto ГАЗ-51 mootori 1. ja 2. õlirõnga ning nende pesade vahel sõltuvalt läbisõidust



Joon. 140. Lõtku muutumine mootori ЗИЛ-120 esimese kompressioonirõnga ja selle pesa vahel sõltuvalt läbisõidust

esimene kompressioonirõngas 3 korda rohkem (keskmiselt 0,15 mm).

Pärast kolvirõngaste vahetamist kasvab rõnga pesa kulumine järsult; 95 000 km läbisõidu järel on kulumine umbes 0,22 mm. Samal ajal kulub kiiresti ka esimene kolvirõngas — keskmiselt 0,25 mm.

Järelikult oleks tulnud pärast 60 000 km läbisõitu ka kolvirõnga pesa töödelda remontmõõtesse ja asetada sellesse remontmõõtes kolvirõngas. Lõtku järsku suurenemist poleks sel juhul esinenud

ja koostöökoha tööiga oleks 35 000 km asemel olnud vähemalt 60 000 km.

Eeltoodust võib teha järgmisèd järeldused:

1) lõtkud kasvavad suuremal määral esimese kolvirõnga ja selle pesa vahel;

2) teise kompressioonirõnga ja pesa vahelised lõtkud on märksa väiksemad kui esimesel kompressioonirõngal;

3) lõtkud on minimaalsed õlirõngaste ja nende pesade vahel;

4) kompressioonirõngaste ja nende pesade vahelised lõtkud suurenevad peamiselt kolvirõngaste kulumise arvel;

5) kompressioonirõngaste vahetamisel on soovitav töödelda pesa remontmõõtesse ja asetada sellesse remontmõõtes kolvirõngas. See tõstab ka kolvirõngaste tööiga.

Lõtku kiiret suurenemist esimese kompressioonirõnga ja selle pesa vahel võib seletada järgmiste põhjustega:

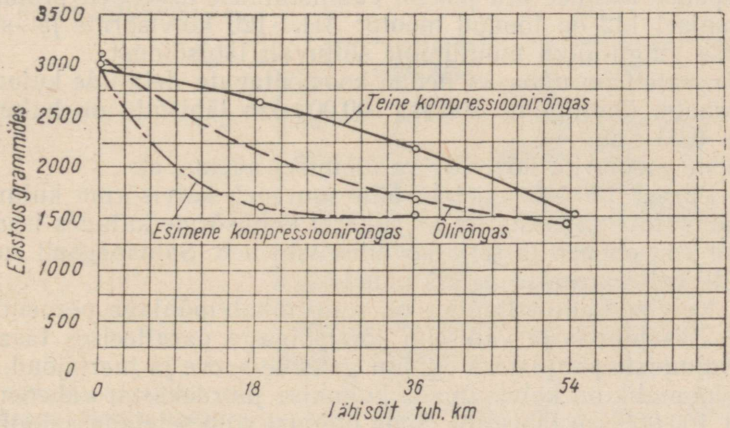
1. Mootori töötades on selle koostöökoha temperatuur kõrgem kui teistel.

2. Küttesegu põlemisel tungivad esimese kolvirõnga alla gaasid, mille rõhk on 30 kg/cm². Kolvirõnga erisurve silindriseinale seetõttu suureneb, mis omakorda suurendab erisurvet pesa ülemisele ja alumisele seinale. Pesa alumine sein on tavaliselt rohkem koormatud ja kulub seepärast kiiremini.

3. Küttesegu põlemisel kandub gaaside surve esimesele kolvirõngale löögina, mis põhjustab kolvirõnga ja selle pesa seinte kalestumise.

4. Kolvi ülemise osa kõrge temperatuuri tõttu põleb määrdeõli esimese kolvirõnga pesas nõeks, mis satub kolvirõnga ja pesa vahele. Tulemuseks on peaaegu täiesti kuiv, abrasiivhõõrdumine.

Töötamise kestel muutub kolvirõngaste elastsus.



Joon 141. Mootori kolvirõngaste vetruvuse muutumise kõverad sõltuvalt läbisõidust

Joonisel 141 on toodud kolvirõngaste elastsuse muutumise kõverad auto läbisõidu suurenedes.

Elastsuse langus on suurim esimesel kolvirõngal, mis esineb võrdlemisi järsult enne 18 000 km läbisõitu. Väikseim on elastsuse langus teisel kompressioonirõngal. Elastsuse kaolt asub õlirõngas esimese ja teise kompressioonirõnga vahel.

Läbisõidul 57 000 km on mootori M-20 kolvirõngaste elastsuse langus (НАМИ andmetel) protsentides järgmine:

esimene kolvirõngas	39,5,
teine kolvirõngas	25,6,
kolmas kolvirõngas	36,6,
neljas kolvirõngas	31,9.

Eeltoodust võib teha järgmised järeldused:

1) kõige raskemates temperatuuritingimustes töötab esimene kolvirõngas. Selle kolvirõnga elastsuse kadu on seepärast suur ja tööiga väike;

2) õlirõngaid ei tule praakida mitte kulumise, vaid elastsuse kao järgi. Suure elastsuse kao korral lasevad õlirõngad põlemiskambrisse õli, mille tagajärjel õlikulu suureneb.

2. Kolvisõrmede, kolvisilmade ja kepsude ülemise pea pukside kulumised

Kolvisõrm valmistatakse vähese või keskmise süsinikusisaldusega kvaliteetterasest. Vähese süsinikusisaldusega terasest valmistatud kolvisõrmed tsementiiditakse. Keskmise süsinikusisaldusega terasest kolvisõrmede pind karastatakse kõrgsagedusvooluga.

Pärast termilist töötlemist peab kolvisõrme pinnakõvadus olema 58—64 H_{R_c}.

Kepsude ülemise pea puksid valmistatakse tavaliselt pronksist.

Joonisel 142 on toodud mootor ЗИЛ-120 kolvisõrme ja -silma vahelise pingu-lõtku muutumine sõltuvalt läbisõidust.

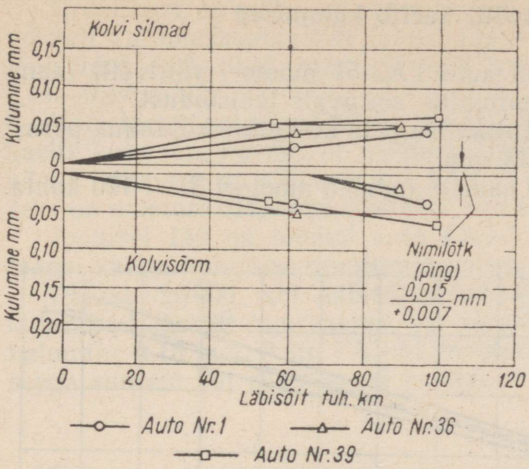
Kõveratelt on näha, et nende koostöötavate detailide kulumine on peaaegu ühesugune. Pärast 100 000 km läbisõitu on kulumine umbes 0,05 mm.

Teiste mootorite kõverate vaatlemisel näeme, et:

1. Pärast 100 000 km läbisõitu suureneb kolvisõrme kulumine märgatavalt. Põhjuseks on asjaolu, et kolvisõrme kuludes tsementiiditud kiht õheneb ja selle kõvadus väheneb. Samaaegselt suureneb lõtk kolvisõrme ja -silma vahel.

2. Kolvisilmade kulumine on suurim kolvipõhjaga perpendikulaarses tasapinnas ja väikseim kolvipõhjaga paralleelses tasapinnas. Kulumiste põhjusteks on siin gaaside surve ja inertsjõud.

Iseloomulik on kolvisilmade kulumise juurdekasvu vähenemine pärast 100 000 km läbisõitu. Seda nähtust võib seletada asjaoluga, et mootori pikaajalisel töötamisel materjal mõningal määral kalestub.



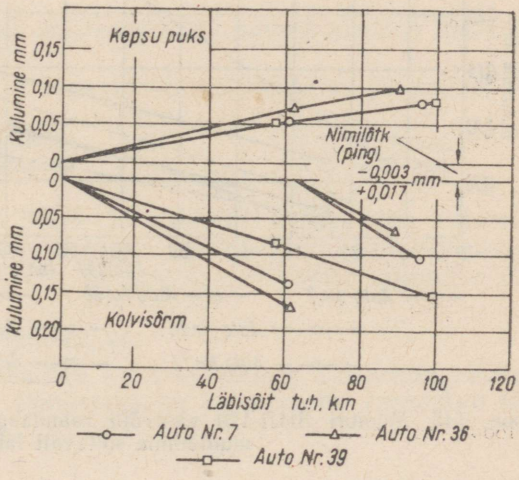
Joon. 142. Mootori ЗИЛ-120 kolvisilmade ja -sõrme vahelise pingu-lõtku muutumine sõltuvalt läbisõidust

3. Uue kolvisõrme ja -silma vaheline keskmine ping (0,01 mm) muutub juba pärast 6000—15 000 km lõtkuks. Pärast 100 000 km läbisõitu on lõtku suurus 0,052—0,172 mm, suurenedes pärast 127 000 km läbisõitu kuni 0,066—0,198 mm-ni.

Joonisel 143 on toodud pingu-lõtku muutumine mootori ЗИЛ-120 kepsu ülemise pea puksi ja kolvisõrme vahel, sõltuvalt läbisõidust.

Graafikust on näha, et kepsu ülemise pea puks kulub vähem kui kolvisõrm. Nii näiteks on pärast 60 000 km läbisõitu kepsu silmlaagri puksi kulumine 0,05—0,07 mm ja kolvisõrmel 0,08—0,17 mm.

Jooniste 142 ja 143 võrdlemisel näeme, et liitekohas kolvisõrm — kepsupuks on lõtk suurem kui liitekohas kolvisõrm — kolvisilm. Järelikult on kepsupuksi tööiga natuke lühem kui kolvil (kulumise järgi kolvisilmades).



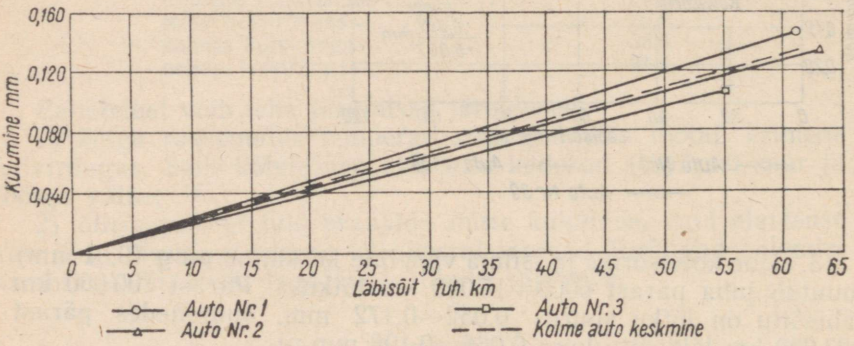
Joon. 143. Mootori ЗИЛ-120 kepsu ülemise pea puksi ja kolvisõrme vahelise pingu-lõtku muutumine sõltuvalt läbisõidust

3. Väntvõlli kaelte kulumised

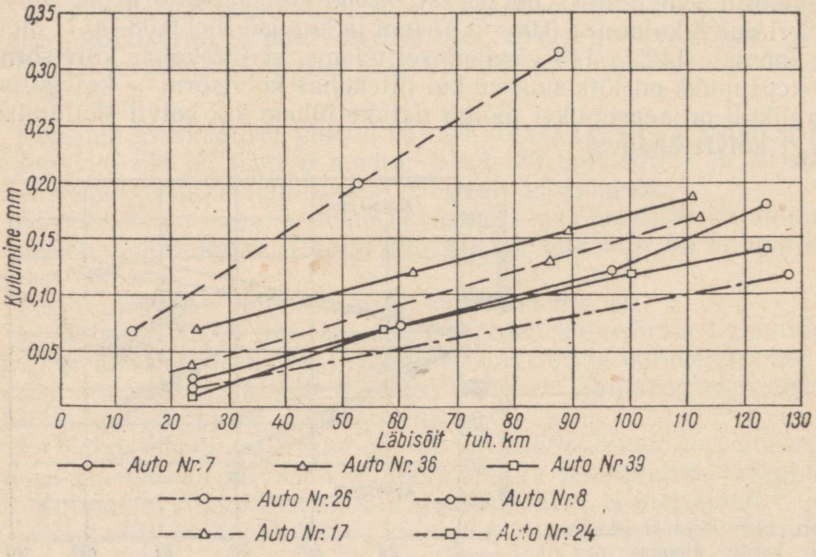
Joonisel 144 on toodud auto ГАЗ-51 mootori väntvõlli raamlaagrikaelte kulumise muutumine sõltuvalt läbisõidust.

Graafikust on näha, et raamlaagrite keskmine kulumine pärast 60 000 km läbisõitu on 0,13 mm.

Joonisel 145 on toodud samad andmed mootori ЗИЛ-120 kohta.



Joon. 144. Mootori ГАЗ-51 väntvõlli raamlaagri kaelte keskmise kulumise muutumine sõltuvalt läbisõidust



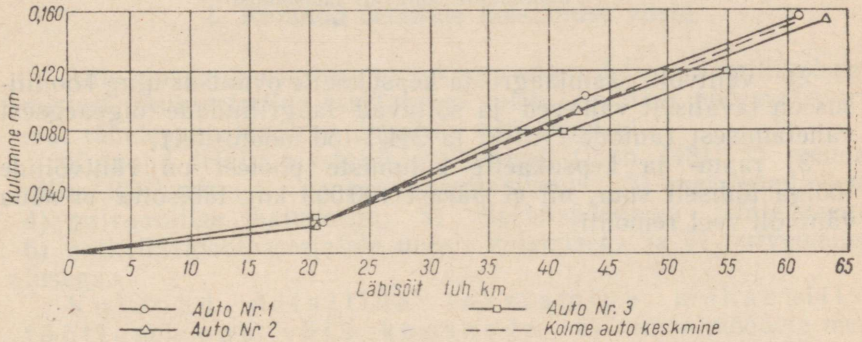
Joon. 145. Mootori ЗИЛ-120 väntvõlli raamlaagri kaelte keskmise kulumise muutumine sõltuvalt läbisõidust

Graafikust on näha, et raamlaagrite kulumine toimub sirgjooneliselt (proportsionaalselt läbisõiduga) ja moodustab 60 000 km läbisõidul 0,05—0,12 mm. 120 000 km läbisõidul on kulumine 0,11—0,17 mm.

Võrreldes mootorite ГАЗ-51 ja ЗИЛ-120 väntvõllide raamlaagri kaelte kulumisi, näeme, et mootori ЗИЛ-120 väntvõlli raamlaagri kaelte kulumine on väiksem kui ГАЗ-51 mootori väntvõllil. Põhjuseks on mootori ЗИЛ-120 väntvõlli raamlaagrite suurem arv.

Joonisel 146 on toodud auto ГАЗ-51 mootori väntvõlli raamlaagri kaelte kulumise muutumine olenevalt läbisõidust.

Pärast 20 000 km läbisõitu hakkavad väntvõlli kepsukaelte kulumised järsult suurenema, ja pärast 60 000 km on keskmine kulumine 0,15 mm. Auto ГАЗ-51 mootori kepsukaelte kulumine on seega suurem kui raamlaagri kaeltel.



Joon. 146. Auto ГАЗ-51 mootori väntvõlli kepsukaelte keskmise kulumise muutumine sõltuvalt läbisõidust

Joonisel 147 on toodud analoogilised andmed mootori ЗИЛ-120 kohta.

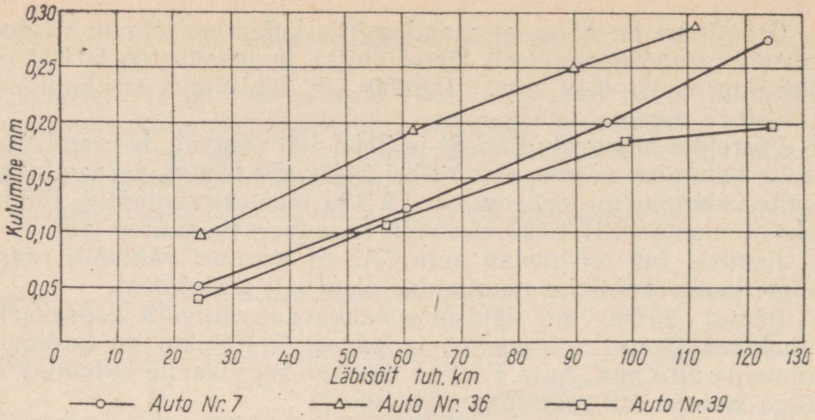
Graafikust on näha, et kepsukaelte kulumine on järgmine:

pärast 60 000 km läbisõitu . . . . . 0,12—0,18 mm,
pärast 120 000 km läbisõitu . . . . . 0,19—0,26 mm.

Järelikult on mootori ЗИЛ-120 väntvõlli kepsukaelte kulumine veidi suurem kui raamlaagri kaeltel. Auto läbisõidu suurenemisega hakkab väntvõlli kepsukaelte ja raamlaagri kaelte kulumine üha suurenema.

Eeltoodust võime järeldada, et:

1) väntvõllide kepsukaelad kuluvad umbes 1,5 korda rohkem kui raamlaagri kaelad. Põhjuseks on kepsukaelte raskemad töötingimused;



Joon. 147. Mootori ЗИЛ-120 väntvõlli kepsukaelte keskmise kulumise muutumine sõltuvalt läbisõidust

2) väntvõlli raamlaagri- ja kepsukaelte ovaalsus ning koonilisus on tavaliselt väikesed ja sõltuvad laagriliudade õigeaegsest vahetamisest (autode ГАЗ-51 ja ЗИЛ-150 mootoritel);

3) raam- ja kepsukaelte kulumiste poolest on väntvõllide tööiga üldiselt suur, nii et pärast 100 000 km läbisõitu ei nõua väntvõll veel remonti.

1. PEATÜKK

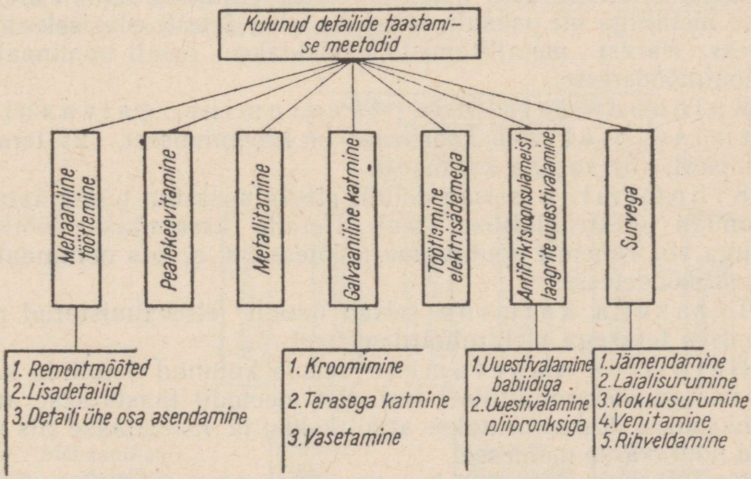
DETAILIDE REMONDIMEETODITE LIIGITUS

1. Kulunud detailide taastamise viisid

Auto ekspluateerimisel tekib kõige enam defekte detailide kulumistest. Autodetailide taastamisel tuleb seepärast pöörata suurimat tähelepanu kulunud detailide remontimisele.

Kulunud detaile taastatakse peamiselt (joon. 148): 1) mehaanilise töötlemisega, 2) pealekeevitamisega, 3) metallitamisega, 4) galvaanilise katmisega, 5) elektrisädemega töötlemisega, 6) antifriktsioonmaterjalide uuesti valamisega ja 7) survemenetlusega.

Kulunud detailide taastamine mehaanilise töötlemisega võib koosneda: a) remontmõõdete mee-



Joon. 148. Kulunud detailide taastamismeetodite liigitus

todist, b) lisaosade meetodist ja c) detaili ühe osa asendamise meetodist.

Remontmõõdete meetod seisab selles, et kulunud detailid töödeldakse mehaaniliselt remontmõõdetesse. Remontmõõted on aukudel nominaalmõõdetest suuremad ja võllidel väiksemad. Ühe koostöötava detaili töötlemisel remontmõõtesse tuleb nominaallõtku säilitamiseks töödelda vastavasse mõõtesse ka teine detail.

Enamikule autodetailidele, nagu mootoriplokid, väntvõllid ja teised, on ette nähtud remontmõõted.

Lisadetailide meetod seisab selles, et kulunud detailid töödeldakse üle ja neisse paigutatakse puksid. Kui konstruktsioon lubab, siis töödeldakse detaili kulunud auk suuremaks ja sellesse asetatakse niisuguse seinapaksusega puks, mille sisemine läbimõõt vastaks taastatava detaili nominaal- või remontmõõtele. Puksid pressitakse aukudesse ja vajaduse korral kinnitatakse. Samasugusel viisil taastatakse ka kulunud võllikaelu.

Detaili ühe osa asendamise meetod seisab selles, et (kui detaili konstruktsioon seda võimaldab) detaililt lõigatakse maha kulunud osa ja valmistatakse uus, mis keeratakse või keevitatakse detaili külge.

Kulunud detailide taastamine pealekeevitamisega seisab selles, et detailide kulunud pindadele keevitatakse peale sel määral, mis võimaldab neid töödelda nominaal- või remontmõõdetesse. Seda meetodit kasutatakse autode remontimisel laialdaselt, vaatamata sellele, et pealekeevitusega detailid nõuavad enamikul juhtudel termilist töötlemist.

Kulunud detailide taastamine metallitamisega seisab selles, et kulunud pind valmistatakse vastavalt ette ja kaetakse eriaparaadi abil pihustatud sulametalliga. Pind kaetakse metalliga nii paksult, et tekiks varu detaili edasiseks töötlemiseks. Pärast metallitamist töödeldakse detail nominaal- või remontmõõdetesse.

Kulunud detailide taastamine galvaanilise katmise teel võib koosneda: 1) kroomimisest, 2) terasega katmisest, 3) vasega katmisest.

Kroomimine seisab detaili ettevalmistatud pinna katmises kroomiga elektrolüütilisel teel. Detaile kroomitakse töötlemisvaruga või vahetult nõutavasse mõõtesse, s. o. kas nominaal- või remontmõõdetesse.

Terasega katmine seisab detaili ettevalmistatud pinna katmises terasega elektrolüütilisel teel.

Detailide vasetamine seisab kulunud detailide katmises vasega elektrolüütilisel teel. Sel meetodil taastatakse autode pronkspukse. Puks surutakse algul kokku ja vasetatakse siis välispind nõutavasse mõõtesse.

Kulunud detailide taastamine elektrisädemega töötlemise meetodil koosneb kahest töötlemis-

protsessist — pinna kõvendamisest ja metalli pealekandmisest. Töötlemist pinna kõvendamise eesmärgil kasutatakse termiliselt töödeldud, suure kõvadusega detailide juures. Metalli pealekandmist kasutatakse väikeste kulumiste likvideerimiseks ja detaili katmiseks kõvasulamiga.

Kulunud detailide taastamine antifriktsioonsulami uuesti valamisega. Babiidi või tinapronksi uuesti valamisel vana kiht eemaldatakse, pind valmistatakse ette ja uus sulam valatakse kohale. Antifriktsioonsulamiga ülevalatud detailid töödeldakse nominaal- või remontmõõdetesse.

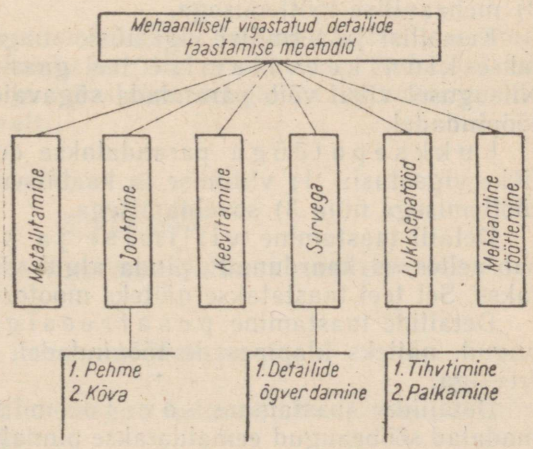
Kulunud detailide taastamine survemenetlusel sisaldab järgmisi töötlemisviise: jämendamine, laialisurumine, kokkusurumine, venitamine ja rullimine. Selle meetodi kasutamisel taastatakse kulunud detail vaba metalli ümberpaigutamisega kulunud kohtadesse.

2. Mehaaniliste vigastustega detailide taastamise viisid

Mehaaniliste vigastustega detaile taastatakse (joon. 149): 1) metallitamisega, 2) jootmisega, 3) keevitamisega, 4) survega, 5) lukksepatööga ja 6) mehaanilise töötlemisega.

Mehaanilise vigastuse parandamine metallitamisega seisab selles, et mittevastutusrikkas kohas (näiteks jahutussärgi seinas) olev mõra suletakse metalli pealepihustamisega. Pealepihustatud metalli töödeldakse järgnevalt viiliga või abrasiivkäiaga.

Mehaaniliste vigastuste parandamisel jootmisega kasutatakse pehmeid või kõvu joodiseid. Pehmeid joodiseid kasutatakse kütusepaakide ja radiaatorite remontimisel.



Joon. 149. Mehaaniliste vigastustega detailide taastamismeetodite liigitus

Kõvu joodiseid kasutatakse niplite ja bensiini- ning õlitorustiku remontimisel.

Mehaaniliste vigastuste parandamine keevitamisega seisab selles, et vigastused keevitatakse kinni gaas- või elektrikeevitusega, millele järgneb töötlemine. Keevitamisega taastatakse plokikaasi, mootoriplokke ja teisi detaile.

Mehaaniliste vigastuste parandamine survemenetlusel seisab selles, et paindunud või väändunud detaile õgvendatakse külmalt või kuumendatult. Sel teel õgvendatakse näiteks auto paindunud esisilda. Viimasel ajal parandatakse rida kõverdunud detaile külmalt kalestamisega.

Lukksepatööga võib taastada mehaaniliselt vigastatud detaile: a) tihvtimise või b) paikamisega.

Taastamine tihvtimisega seisab selles, et detailis olev pragu suletakse pehmest metallist, näiteks punasest vasest, tihvtidega. Teine tihvt katab esimest jne., mille tulemusena kujuneb õmblus, mis suleb prao hermeetiliselt.

Taastamine paikamisega seisab selles, et detaili vigastatud kohale, näiteks augule, asetatakse paik.

Paik kinnitatakse kruvide või neetidega ning seda võib teha hermeetiliselt tihedaks.

Mehaanilisel töötlemisel taastatakse detailidel nominaal- või remontmõõted. Kui paindunud detaili pole võimalik õgvendada, siis kasutatakse mehaanilist töötlemist. Samatelgsuse saavutamiseks lihvitakse paindunud väntvõllikaelu näiteks lihvpingil.

3. Keemiliselt või termiliselt vigastatud detailide taastamise viisid

Detailide keemilisi või termilisi vigastusi parandatakse (joon. 150): 1) keevitamisega, 2) lukksepatööga ja 3) mehaanilise töötlemisega.

Keemilisi ja termilisi vigastusi, nagu sööbeaugud, parandatakse kinnikeevitamise teel gaas- või elektrikeevitusega. Niisugusel viisil võib parandada sügavaid sööbeauke klapipesade tööpindadel.

Lukksepatööga parandatakse detailide keemilis-soojuslikke vigastusi: 1) viilimise ja kaabitsemisega, 2) pesafreesiga töötlemisega ning 3) soveldamisega.

Detaili taastamine viilimise ja kaabitsemisega seisab selles, et kaardunud pinda algul viilitakse ja siis kaabitsetakse. Sel teel taastatakse näiteks mootorite plokikaante pindasid.

Detailide taastamine pesafreesiga seisab selles, et sööbeaugud, näiteks klapipesade tööpindadel, freesitakse välja pesafreesiga.

Detailide taastamine soveldamisega seisab selles, et madalad sööbeaugud eemaldatakse pinnalt üht koostöötavat detaili

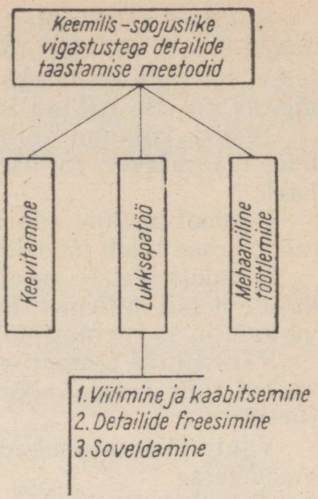
teise vastu soveldades. Sel teel taastatakse näiteks niisuguste koostöötavate detailide, nagu klappide ja klapipesade tööpindu.

Korrodeerunud detaile taastatakse mehaanilise töötlemisega sel teel, et korrosiooni-sööbeaugud eemaldatakse detaili töötlemisega remontmõõtesse. Sel teel taastatakse näiteks silindrite korrodeerunud tööpindasid.

Järeldused. Mehaaniliste, keemiliste või termiliste vigastustega ning kulunud autodetailide remontimiseks tuleb tundma õppida järgmisi taastamismeetodeid:

1. Mehaanilise töötlemise meetodit: a) töötlemist remontmõõdetesse, b) lisadetailide kasutamist, c) detaili ühe osa asendamist.

2. Lukksepatöö ja mehaanilise töötlemise meetodit: a) viilimist-kaabitsemist, b) freesimist-soveldamist, c) tihvtimist ja d) paiga asetamist.



Joon. 150. Keemilis-soojuslike vigastustega detailide taastamismeetodite liigitus

3. Survemenetluse meetodit: a) kokkulöömist (jämendamist), b) laialisurumist, c) kokkusurumist, d) tõmbamist, e) õgvendamist ja f) rullimist.

4. Peale- ja kinnikeevitamise meetodit.

5. Detailide metallitamise meetodit.

6. Metalli galvaanilisel teel pealekandmise meetodit: a) kroomimist, b) terasega katmist, c) vasetamist.

7. Elektrisädemega töötlemise meetodit.

8. Detailide jootmise meetodit: a) pehmet jootmist ja b) kõva jootmist.

9. Detailide antifriktsioonkatte ümbervalamise meetodit: a) babiitkatte ümbervalamist ja b) tinapronkskatte ümbervalamist.

Kõiki neid kulunud ja vigastatud detailide taastamismeetodeid vaadeldakse alljärgnevalt.

2. PEATÜKK

DETAILIDE TAASTAMINE MEHAANILISE TÖÖTLEMISEGA

1. Remontmõõdete meetod

Võllikaelad ja detailide augud kuluvad ebaühtlaselt, tavaliselt ovaalseks ja kooniliseks.

Kulunud võllikaelte taastamisel kasutatakse sagedasti remontmõõteid, s. t. võllikael töödeldakse nominaalsest väiksemasse mõõtesse, millega kaotatakse ovaalsus ja koonilisus. Detaili töötlemiseks on ette nähtud kindlad remontmõõted.

Teades kulunud võllikaela mõõteid ja ettenähtud remontmõõteid, määratakse, millisesse remontmõõtesse tuleb töödelda võllikael.

Eespool toodule analoogiliselt otsustatakse, millistesse remontmõõdetesse tuleb töödelda kulunud avad.

Remontmõõdete meetodit kasutatakse laialdaselt keerukate ja kallite detailide remontimisel. Niisuguste detailide hulka kuuluvad väntvõllid ja mootoriplokid.

Väntvõllide remontimisel on soovitav töödelda kõik raamlaagri kaelad ühte remontmõõtesse. See lihtsustab raamlaagrite remontimist.

Väntvõllide kepsukaelad on samuti soovitav töödelda remontmõõdetesse.

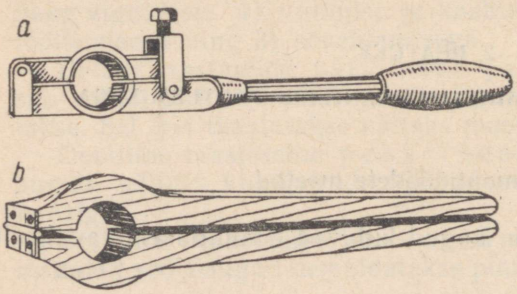
Kui väntvõlli kaelad on termiliselt töödeldud, näiteks karastatud kõrgsagedusvooluga, siis on vaja kontrollida nende kõvadust. Kui see tugevus ei vasta tehnilistele tingimustele, tuleb karastust uuendada.

Enne tugikaelte mehaanilist töötlemist puhastatakse väntvõlli tsentrid nii, et tugikaelte kulumata kohtade viskamine oleks väikseim. Niisugusteks kohtadeks on tavaliselt võllikaelte õndlad. Lubatust suurema viskamise esinemisel õgvendatakse võlli enne mehaanilist töötlemist.

Enne kepsukaelte mehaanilist töötlemist asetatakse väntvõll ümber võllivända raadiuse pikkuse võrra. Selleks kasutatakse eriseadet, mida nimetatakse tsentrimuutjaks.

Mehaanilisel töötlemisel väntvõlli kaelu lihvitakse ja poleeritakse. Kaelu lihvitakse eripinkidel lihvimiskäiadega. Väntvõlli kaelte peenlihvimine toimub abrasiivluiskudega, mis liiguvad võnkuvalt.

Pärast peenlihvimist (või lihvimist) poleeritakse kaelustega (joon. 151), mille ööntesse on liimitud nahast või vildist katted, mis kaetakse poleerpastaga. Seda protsessi võib ka mehhaniseerida, kui poleerida väntvõlli kõiki kaelu üheaegselt erirakisega varustatud treipingil.



Joon. 151. Poleerimiskaelused: *a* — metallist; *b* — puidust

Tabelis 20 on toodud ГОИ (Государственный оптический институт) poleerpastad.

Ülaltoodud pastade poleerimisvõimet iseloomustab pinna ebatasasuste harjade kõrgus pärast nende poleerimist. Nimetatud pastade puhul väljendavad neid ebatasasusi järgmised suurused (mm):

a) jäme pasta 0,017 kuni 0,035,
b) keskmine pasta 0,008 kuni 0,016,
c) peen pasta 0,001 kuni 0,007.

Väntvõllide remondi tehnoloogilist protsessi vaadeldakse üksikasjalisemalt teises raamatus.

Silindriplokkide (hülsside) tööpinnad töödeldakse mehaaniliselt ühte mõõtesse. Silindrite remontmõõted peavad olema ühesugused, sest kolbide suhtes on nõutav kaalude võrdsus, kusjuures lubatud kõrvalekaldumised on väga väikesed.

Samaaegselt on nõutav, et ühegi silindri telgjoone asend ei muutuks. Silindri telgjoone nihkumine põhjustab silindriseinte ebaühtlase paksuse, mis rikub nende temperatuurirežiimi. Silindri telgjoone nihkumine väntvõlli pikisuunas põhjustab kepsu viltuasendi. Seepärast tsentreeritakse silindriplokk lihvimispingile paigutamisel raamlaagrite pesade juures olevate spetsiaalsete aukude järgi või tsentreeritakse iga silinder ülemise ja alumise kulumata vöö järgi. Tavaliselt silindrite tööpinnad algul puuritakse ja seejärel hoonitakse. Silindriploki remontimise tehnoloogilist protsessi remontmõõdete meetodil vaadeldakse üksikasjaliselt teises raamatus. Remontmõõdete meetodi eelised on järgmised:

1) keerukate ja hinnalt kallite detailide amortisatsiooniea järsk suurenemine;

2) lihtsus ja odavus kõrge maksumusega detailide taastamisel;

3) remonditud detailide kõrge kvaliteet.

Tabel 20

ГОИ poleerpastad

Koostisosad %	Pasta sort		
	jäme	keskmine	peen
Kroomoksüüd	81	76	74
Siilikageel	2	2	1,8
Steariin	10	10	10
Lagundatud rasv	5	10	10
Oleiinhape	—	—	2
Naatriumbikarbonaat	—	—	0,2
Petrooleum	2	2	2

Selle meetodi puudusteks on:

1) remontmõõtes detailiga koostöötava detaili remontimise või asendamise vajadus;

2) detailide vahetatavuse keerukamaks muutumine, sest koostöötaval detailil peab olema samuti mitu remontmõõdet.

Viimane puudus on teatud astmeni välditav, kui autoremondiettevõtte laos on koostöötavate detailide poolfabrikaate, näiteks vajaliku välisläbimõõdu töötlemisvaruga kolbe.

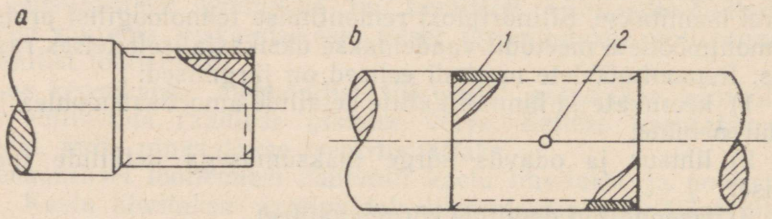
Remontmõõdete meetodil taastatakse järgmisi detaile: silindriplokke, kolvisõrmi, väntvõlle, klappe, tõukureid, õlipumba võlle ja rida teisi detaile.

Järeldus. Eeltoodust järeldub, et remontmõõdete meetodit tuleb laialdaselt kasutada keerukate ja hinnalt kallite autodetailide taastamisel.

2. Lisadetailide (remontdetailide) meetod

Suure kulumise korral taastatakse võllikaelte ja avade nominaalmõõted lisa- ehk remontdetailide meetodil.

Kui konstruktsioon lubab, siis töödeldakse võlli kulunud tapp (joon. 152, *a*) väiksemasse mõõtesse ja sellele pressitakse remontpuks, mis on tavaliselt valmistatud samast materjalist kui võll. Pärast kohalepressimist töödeldakse puks tavaliselt võlli tapi nominaalmõõtesse. Puksi seina paksus sõltub kasutatavast materjalist. Teraspuksidel on see vähemalt 2—2,5 mm.



Joon. 152. Võllikaelte taastamine:
a — võlli kulunud tappide taastamine pukside pealepressimisega;
b — võlli vahekaelte taastamine puksipoolte abil:
1 — puksipooled; *2* — tihvt pöördumise vältimiseks

Kui puksi kõvadus on väiksem kui 325 H_B, siis selleks, et puks võllil ei pöörduks, kärnitakse ta otsast kolmes või enamas kohas ning kinnitatakse seejärel elektriga punktkeevitamise teel.

Kui puksi kõvadus on suurem kui 325 H_B, siis saavutatakse puksi ja võlli kindel ühendus ainult puksi pinguga pealepressimise teel.

Kui puksi pinnakõvadust on vaja suurendada, siis töödeldakse pukse termiliselt enne kohalepressimist (vastavalt materjalile ja nõutavale kõvadusele).

Kui konstruktsioon võimaldab, siis töödeldakse võlli kulunud sisemine kael mehaaniliselt väiksemasse mõõtesse (joon. 152, *b*), nagu on näidatud joonisel. Et niisugusele võllikaelale ei saa ase-

tada ühest tükist puksi, siis valmistatakse see kahest poolest *1*. Pöördumise vältimiseks töötamisel pannakse sisse tihvtid *2*. Äärmisel juhul keevitatakse võllikaelale asetatud puksipooled kokku ja töödeldakse siis mehaaniliselt vajalikku mõõtesse. Niisugust puksi võib karastada ainult kohaleasetatult, mis on võimalik termilisel töötlemisel kõrgsagedusvooluga.

Neid puksipooli võib kinnitada võllikaelale ka erilise liimiga БФ-2. Liim БФ-2 kujutab endast erilise vaigu ja piirituse lahust ning kõlbab metallide kokkuliimimiseks. Liim kuulub termoreaktiivliimide kategooriasse ja kõvastub kuumenemisel. Pärast kõvastumist on liimikelme kuumuskindel ja vastupidav vibreerimise, vee, bensiini, õlide ning petrooleumi mõjudele. Liim on neutraalne ja kaitseb metalli korrosiooni vastu.

Tehniliste tingimuste kohaselt peavad liimi БФ-2 füüsikalis-mehaanilised näitajad olema järgmised:

a) sitkus 30—60 sek.;

b) kuivaine jääk 14—17%;

c) tugevus duralumiiniumi kokkuliimimisel duralumiiniumiga: toatemperatuuril vähemalt 100 kg/cm², temperatuuril 60°C vähemalt 65 kg/cm²;

d) kuumuskindlust temperatuuril 180°C iseloomustab mõrade puudumine katsekeha painutamisel;

e) külmakindlust temperatuuril —60°C iseloomustab mõrade puudumine katsekehal;

f) välisilme — kollakast kuni punaka värvuseni läbipaistev või nõrgalt hägune vedelik.

Terase liimimisel terasega on soovitav kasutada järgmist tehnoloogilist protsessi:

1) valmistada ette kokkuliimitavad pinnad, puhastades need rasvainest atsetooniga. Kokkuliimitavate detailide kokkupuutepindala peab olema võimalikult suur;

2) katta kokkuliimitav pind õhukese liimikihiga pintsli või pulverisaatori abil, vältides seejuures mullikeste tekkimist või võõrkehade sattumist liimikihisse;

3) töödelda esimest liimikihti termiliselt, hoides seda õhu käes temperatuuril 18—20° C vähemalt üks tund ja seejärel 15 minutit termostaadis temperatuuril 55—60° C;

4) pärast õhus jahutamist kanda peale teine liimikiht samal viisil kui esimesel korral;

5) töödelda termiliselt teist liimikihti samal viisil kui esimest (punkt 3). Seejärel tõstetakse termostaadi temperatuur 15—20 minutiks 85—90° C, hoides detaili sellel temperatuuril 50—60 minutit;

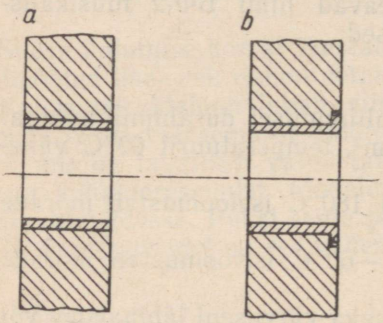
6) pärast pindade liitmist paigutada detail pressi alla survega 5—15 kg/cm²;

7) liimikelme kõvastumiseks hoitakse detaili pressi all temperatuuril 140—150° C vähemalt üks tund. Pärast õhus jahtumist vabastatakse detail pressi alt.

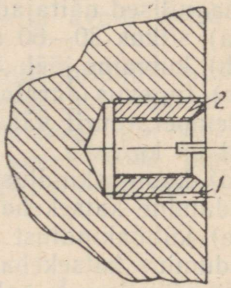
Kui detaili konstruktsioon võimaldab, siis töödeldakse sileda pinnaga kulunud ava suuremasse mõõtesse. Seejärel valmistatakse vastav puks, mis pressitakse avasse ja puksi sisemine läbimõõt töödeldakse detaili ava nominaalmõõtesse. Puksi seina paksus sõltub materjalist. Teraspuksidel on see 2—2,5 mm ja malmpuksidel umbes kaks korda suurem kui teraspuksidel.

Puksid valmistatakse tavaliselt samast materjalist mis detail. Puksid võivad olla äärisega (joon. 153, *b*) või ilma (joon. 153, *a*). Pinnakõvaduse tõstmiseks töödeldakse pukse termiliselt.

Detaili keermetatud ava töödeldakse suuremasse mõõtesse, kui konstruktsioon seda võimaldab (joon. 154), ja lõigatakse sellesse samasuguse sammuga keere kui algkeermel.



Joon. 153. Kulunud siledate avade taastamine pukside sissepressimisega:
a — ääriseta puks; *b* — äärisega puks



Joon. 154. Kulunud keermetatud avade taastamine keermetatud pukside paigaldamisega:
1 — stopptihvt; 2 — keermetatud puks

Välimise ja sisemise keermega puks valmistatakse eraldi — tavaliselt samast materjalist kui detail või tugevamast.

Keermepuksil võivad olla sisselõiked erivõtme jaoks, millega see keeratakse detaili avasse. Väljakeerdumise vältimiseks kinnitatakse ta pidurdustihvtiga või kärnitakse ots 3—4 kohas.

Võllikaelte ja siledate ning keermetatud avade taastamisel lisadetailide abil on järgmised eelised:

1) tugevasti kulunud võllikaelu ja detailide avasid on võimalik taastada nominaalmõõtesse;

2) ei kasutata kuumendamist ega rikuta detaili termilise töötlemise seisundit;

3) detailide taastamisel on võimalik saavutada kõrget kvaliteeti.

Selle meetodi puudused on järgmised:

1) meetodit võib kasutada siis, kui konstruktsioon võimaldab vähendada võllikaela läbimõõtu ja suurendada detaili ava läbimõõtu;

2) detailide tugevust tuleb kontrollida, eriti võllidel, millede kaelte läbimõõdud niisugusel remontimisel tunduvalt vähenevad;

3) sisemiste võllikaelte taastamisel muutub meetod keerukamaks, kui kasutatakse kahest poolest pukse.

Lisadetailide meetodil taastatakse järgmisi detaile: silindreid — hülsside sissepanemisega; silindriplokke, kui sisekeere on vigastatud, — keermetatud pukside paigaldamisega; käigukasti kartereid, rattarumme — kulunud laagrialustesse aukudesse pukside asetamisega; diferentsiaali ristmikke — sõrmedele pukside pealepanemisega, ning rida teisi detaile.

Taastamine lisadetailide (remontdetailide) kasutamisega on kahtlematult otstarbekas ja seda meetodit tuleb laialdaselt kasutada kulunud võllikaelte ja siledate ning keermetatud avade taastamisel.

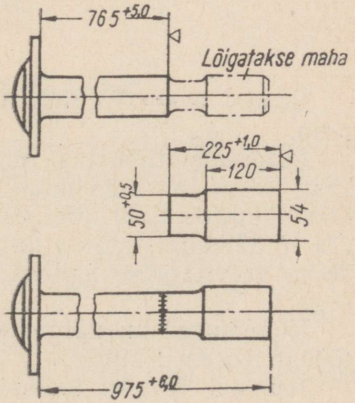
3. Detaili ühe osa asendamise meetod

Mõnedel autodetailidel on mitu tööpinda, mis kuluvad erinevalt. Ühed tööpinnad kuluvad vähe, teised aga tugevasti.

Joonisel 155 on toodud üks niisuguseid detaile — auto ЗИЛ-150 nuudistatud otsaga pooltelg. Sellel detailil on nuutide külgpidine kulumine tavaliselt suur, teised tööpinnad aga kuluvad vähe.

Et pooltelge taastada detaili ühe osa asendamisega, lõigatakse nuudistatud ots maha ja valmistatakse uus ots terasest 40X, s. o. samast materjalist mis pooltelg. Järgnevalt keevitatakse uus ots pooltelje külge, pooltelg õgvendatakse, külgekeevitatud ots töödeldakse lõplikult, sellele lõigatakse nuudid ja nuudistatud ots töödeldakse termiliselt.

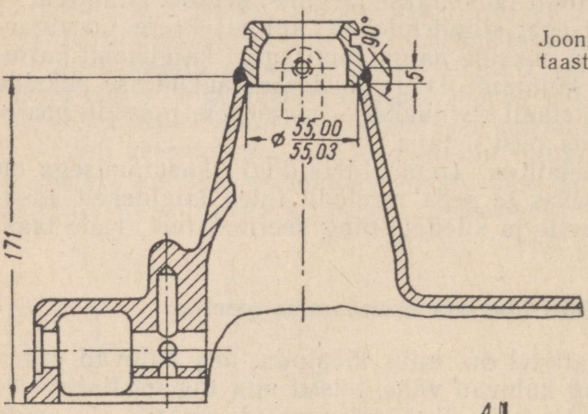
Pooltelje otsa termilise töötlemise režiim on järgmine: kuumendamine temperatuurini 830—870° C, karastamine õlis, noolutamine temperatuuril 250—300° C ja jahutamine õhus. Pooltelje nuudistatud otsa pinnakõvadus ei tohi olla väiksem kui 340 H_B.



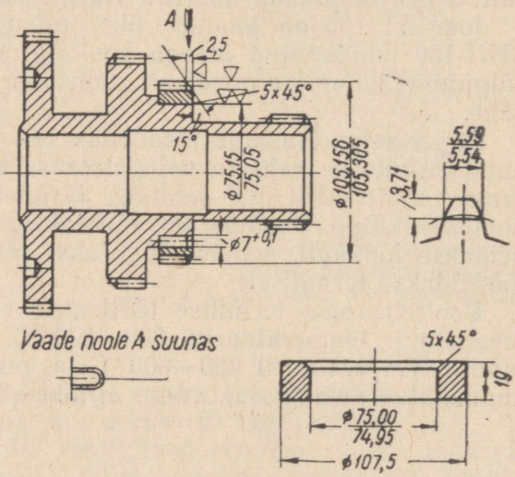
Joon. 155. Auto ЗИЛ-150 pooltelje taastamine detaili osa asendamise meetodil

Pärast termilist töötlemist lihvitakse pooltelje nuudistatud otsa ümarlihvimispingil.

Joonisel 156 on toodud käigukasti kaas, mis on tavaliselt valatud hallmalmist СЧ 15-32.



Joon. 156. Käigukasti kaane taastamine detaili osa asendamise meetodil



Joon. 157. Käigukasti hammasratasploki taastamine hammasvöö asendamise meetodil

Nendel kaantel kulub tugevasti käigukasti kuultoe sfääriline pesa.

Autoremonditööstuse praktika kohaselt on otstarbekas käigukasti kaant taastada detaili ühe osa asendamisega. Selleks lõigatakse kuultoe sfääriline pesa treipingil kaanelt maha. Hallmalmist СЧ 15-32 valmistatakse uus pesa, mis pressitakse käigukasti kaande ja keevitatakse ümbertringi gaaskeevituse tugevdatud õmblusega.

Kogemused on näidanud, et sel viisil taastatud detailid on tööealt võrdsed uutega.

Joonisel 157 on toodud käigukasti hammasratasteplokk. Nii-

suguse ploki enamkoormatud hammasratta hambad kuluvad vahel ebanormaalselt või murduvad. Ploki teised hammasrattad on tavaliselt rahuldavas seisukorras. Hammasrataste plokk taastatakse niisugusel juhul detaili ühe osa asendamisega.

Taastamiseks võib soovitada järgmist tehnoloogilise protsessi skeemi. Kõrgsagedusvooluga lõõmutatakse ainult vigastatud hammasratast. Sellele järgnevalt lõigatakse vigastatud hammastega hammastik nii maha, et järelejäänud osale võiks peale pressida uue hammasvöö. Uus hammasvöö valmistatakse samast materjalist mis hammasratasteplokk. Hammasvöö töödeldakse termiliselt ja pressitakse siis kohale, nagu on näidatud joonisel 157.

Pärast kohalepressimist keevitatakse hammasvöö hammasratasteploki külge elektriga.

Detaili ühe osa asendamise eelised on järgmised:

1) taastamise kvaliteet on küllaltki kõrge;

2) hoitakse kokku kvaliteetterast.

Meetodi puudusteks on:

1) keerukas mehaaniline töötlemine, mis nõuab kõrge kvalifikatsiooniga töölisi;

2) keerukas detaili remondi tehnoloogia, kui detail on valmistatud väga kõvast materjalist.

Viimasel juhul on tarvis erilisi termilisi operatsioone.

Eeltoodust järeldub, et detaili ühe osa asendamist tuleb kasutada real juhtudel, sest see meetod võimaldab kokku hoida kõrgekvaliteedilist terast.

3. PEATÜKK

DETAILIDE TAASTAMINE LUKKSEPATÖÖ JA MEHAANILISE TÖÖTLEMISEGA

1. Viilimise ja kaabitsemise meetod

Mõned autodetailid, peamiselt niisugused, milledel on suured pinnad (plokikaaned, karterid), deformeeruvad ekspluateerimisel.

Niisuguste detailide pindasid kontrollitakse kontrollplaadil lehtkaliibrite või värvi abil.

Kui pind on tugevasti deformeerunud, viilitakse seda algul peenviiliga. Viilimise täpsus ei ole tavaliselt suurem kui 0,2 mm. Kui vajatakse suurt täpsust, siis kaabitsetakse pinda. Kaabitsemisel on täpsus normaalselt 0,05—0,10 mm.

Tehase tingimustes võib viilimise ja kaabitsemise asendada lihvimisega tasalihvimismasinatel.

Kuid autode remontimisel esineb siiski rida detaile, mis nõuavad juurdeviilimist. Kuna see operatsioon on väga täpne ja töömahukas, siis püütakse seda mehhaniseerida. Praegusel ajal toodab meie tööstus erilisi viilimispinke, mis töötavad järgmisel põhimõttel. Viil pigistatakse vastavasse padrunisse, kus ta väntmehhanismi mõjul liigub üles-alla. Pingi lauale, mis on risti viiliga, seatakse üles töödeldav detail. Lukksepp viib detaili viili ette käsitsi, nihutab teda vastavas suunas ja pink viilib vajalikku pinda.

Pindade kaabitsemist võib asendada ainult tasalihvimisega. Kuid keeruka kujuga detaile on raske üles seada ja rihtida ning ainult sellega on seletatav, et autoremondiettevõtetes kasutatakse veel küllalt sagedasti käsitsi kaabitsemist.

Mootorite liugelaagreid käesoleval ajal peaaegu üldse ei kaabitseta. Kaabitsemine on siin asendatud peentreimisega.

2. Freesimise, lihvimise ja soveldamise meetod

Sööbeaugud tekivad klapipesade tööpindadele siis, kui klapp ei istu pesas tihedalt. Põhjuseks on gaaside läbitungimine klapi ja pesa vahelt ning nende sööbiv mõju metallile. Madalad sööbeaugud soveldatakse välja. Sügavad sööbeaugud freesitakse välja, millele järgneb soveldamine.

Enne kui remontida klapipesi, tuleb remontida klappide juhtpuksid, sest klapid töötavad oma pesades ja juhtpuksides normaalselt ainult siis, kui nende augud on täpselt kontsentrilised.

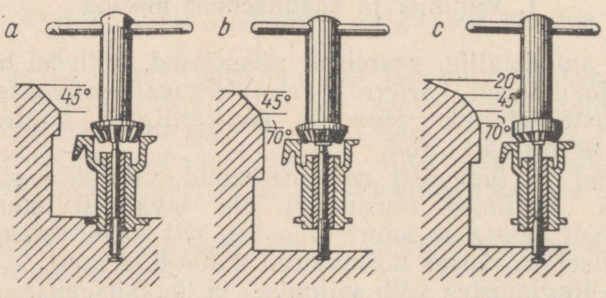
Sügavate sööbeaukudega klapipesa on soovitav remontida järgmiselt:

1) töödelda klapipesa 45°-se pesafreesiga (joon. 158, *a*). Pesafreesil peab olema juhtvars, mis pistetakse klapivarre puksi;

2) töödelda klapipesa 70—75°-se pesafreesiga (joon. 158, *b*);

3) töödelda klapipesa 20°-se pesafreesiga (joon. 158, *c*).

Operatsioonidega 2 ja 3 määratakse klapipesa tööpinna laius;



Joon. 158. Klapipesa töötlemine pesafreesiga.

4) elektripuuri otsa paigutatud 45°-se lihvimiskäiaga lihvida klapipesa tööpinda (joon. 159);

5) soveldada klapi ja klapipesa lihvitud pindu:

a) katta klapi tööpind ühtlaselt sovelduspastaga;

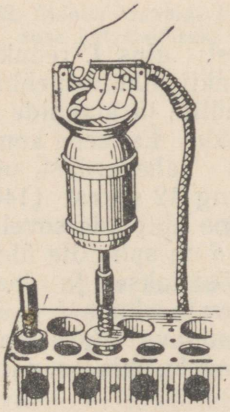
b) asetada klapi alla nõrk vedru ja soveldada klappi klapipesasse kruvikeeraja abil. Selleks pööratakse klappi pesas vaheldumisi poolpööret vasakule ja veidi rohkem paremale.

Igal pöördel vähendatakse survet vedrule nii, et klapp tõuseks, mis tagab sovelduspasta sattumise tööpinnale. Soveldamise kiirendamiseks kasutatakse erilisi seadiseid.

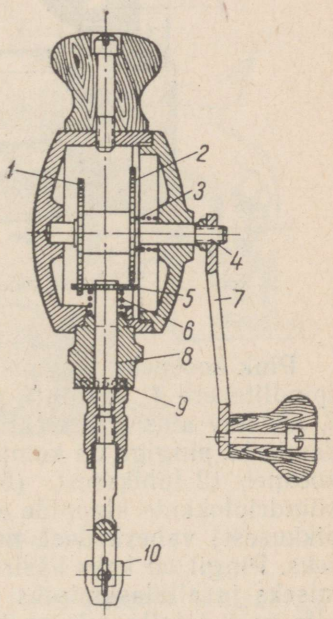
Joonisel 160 on toodud seadis, mille spindel käepideme pööramisel pöördub vaheldumisi vasakule ja paremale.

Mootoritel ЗИЛ-120 ja ЗИЛ-110 on sisselaskeklapi pesa tööpind 30° nurga all. Spindli otsas on kruvikeeraja tera või vaakuumkinniti. Soveldamiseks võib kasutada elektripuuri, mis töötab samal põhimõttel. Puure võib käitada elektrivooluga või suruõhuga.

Suurtes autoremondiettevõtetes soveldatakse klappe erilistel sovelduspinkidel.



Joon. 159. Klapipesa tööpinna lihvimine erilise lihvkiviga

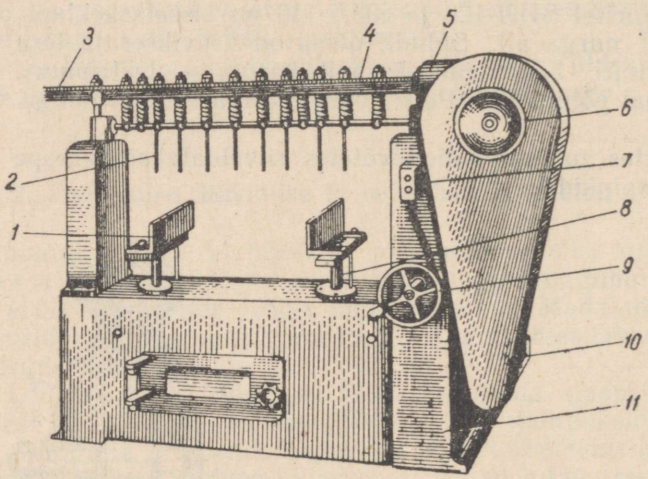


Joon. 160. Klapilihvimise abinõu:
1 ja *2* — sektorhammasrattad; *3* ja *6* — suruvedrud; *4* — hammasratta võll; *5* — spindli hammasratas; *7* — vänt; *8* — spindel; *9* — kuullaager; *10* — vahetatav otsik

Joonisel 161 on kujutatud pink mudel M-3, millel mehhanismi hüdrauliline ajam töötab automaatselt.

Selle pingi karakteristika on järgmine:

Spindlite arv	12
Pealepandava ploki suurim pikkus	840 mm
Pealepandava ploki suurim kõrgus	405 „
Plaadi suurim tõus	250 „
Spindlitekere tõusukõrgus	30 „
Hammaslati kaksikkäikude arv minutis	70 „
Spindlitekere kaksikkäikude arv minutis	140 „
Spindlite nihkumine kaksikkäigul (ülekattenurk)	1° 30′



Joon. 161. Tööpink mootori 12 klapi üheaegseks soveldamiseks

Pink koosneb järgmistest peasõlmedest: alus *1*, reduktor *5*, spindlitekere *4*, spindlite pöörlemise algpunkti nihutusmehhanism *3*, tõstetav alus *8* ja elektrimootor *10*. Spindlite ja klappide ühendamiseks pingiga on komplekt üleminekutükke. Esimene komplekt koosneb 12 lühikesest (50 mm pikkusest) vahevardast, mis on silindriplokkide klappide soveldamiseks, ning 12 pikast (140 mm pikkusest) vahevardast, mis on plokikaane klappide soveldamiseks. Pingil on kaks käsiratast. Käsiratas *6* on spindlite ülestõstmiseks ja allalaskmiseks. Käsirattaga *9* tõstetakse ja lastakse alla neid detaile, mis on kinnitatud tõstetavate aluste *1* ja *8* külge. Silindriplokk asetatakse vahetult tõstetava aluse plaadile. Plokikaas asetatakse erilistele nurkraudadele, mis on näidatud joonisel 161.

Käsiratta *6* pööramisega tõstetakse spindlitekere ülemisse asendisse ja pingi spindlid ühendatakse klappidega. Seejärel tõstetakse käsirattaga *9* plokk nii kõrgele, et klapid oleksid pesadest

8—20 mm kõrgemal, määritakse klapipesadele soveldaspastat ja lülitatakse pink töösse, surudes nuppkäivitile 7.

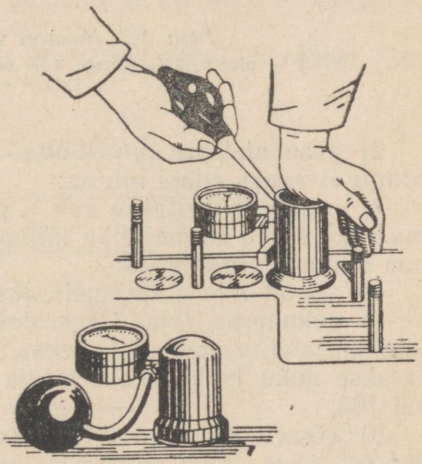
Klappide soveldamine kestab 3—5 minutit ja loetakse lõpetatuks, kui soveldatav pind muutub ühtlaseks ja tuhmiks.

Tööpindade soveldamise kvaliteeti kontrollitakse: a) pliiatsijoontega, b) katsega petrooleumipidavusele, c) katsega õhupidavusele.

Esimesel juhul pühitakse klapi ja klapipesa tööpinnad pärast soveldamist hoolikalt puhtaks ja klapi tööpinnale tõmmatakse värvilise pliiatsiga kolm joont. Seejärel asetatakse klapp pesasse ja pööratakse veerand pööret. Kui jooned seejuures kaovad, on klapp hästi soveldatud.

Teisel juhul valatakse mootorisse paigaldatud (koos vedru ja klapitaldrikuga) klapile petrooleumi. Kui petrooleum ei imbu 3 minuti jooksul läbi soveldatud pinna, on klapp hästi soveldatud.

Suruõhuga kontrollitakse klappide hermeetilisust eriseadme (joon. 162) abil. Kui rõhk 0,7 kg/cm² ei lange ½ minuti jooksul, siis on klapp hästi soveldatud.



Joon. 162. Abinõu klappide hermeetilisuse katsetamiseks

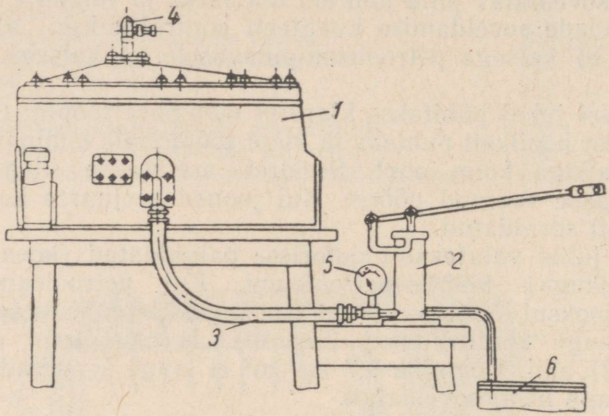
3. Tihvtimismeetod

Tihvtimisega remonditakse pragusid kõrvalisema tähtsusega detailides — näiteks mootoriploki jahutussärgi seintes.

Mootoriplokki remonditakse järgmiselt:

1) jahutussärgis oleva prao lõpukohad määratakse ühel järgmisel viisil: a) prao piirkond hõõrutakse üle petrooleumisse kastetud puuvillaotstega. Seejärel hõõrutakse pind puhaste puuvillaotstega kuivaks ja kaetakse kriidiga. Mõne aja möödudes imbub praosse sattunud petrooleum läbi kriidikihi ja märgib täpselt

prao ulatuse; b) teha mootoriploki jahutussärgile (joon. 163) veesurve proov hapestatud veega rõhu all 3—4 kg/cm². Pragu värvub seejuures kollaseks ja selle ulatus on selgesti näha;



Joon. 163. Mootori veesärgi veesurve proov:
1 — plokk; *2* — pump; *3* — voolik; *4* — kraan; *5* — manomeeter; *6* — veeanum

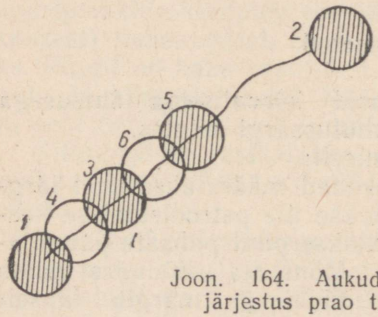
2) prao otstesse puuritakse 6 mm keerme jaoks augud, et pragu ei saaks edasi minna;

3) praole märgitakse auk *3*, pidades silmas, et auk *4* peab katma auke *1* ja *3* kolmandiku läbimõõdu ulatuses. Puuritakse kolmas auk *6* mm keerme jaoks;

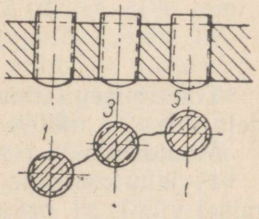
4) augud *1* ja *3* keermetatakse;

5) aukudesse *1* ja *3* keeratakse punasest vasest tihvtid. Selleks lõigatakse punasest vasest traadi otsale keere, traadiots keeratakse auku ja lõigatakse siis läbi, nagu on näidatud joonisel 165;

6) kärnitakse augu *4* koht (vt. joon. 164) tihvtide *1* ja *3* vahel (vt. joon. 165); puuritakse auk *4*, nagu on näidatud joonisel 164, ja keermetatakse;



Joon. 164. Aukude puurimise järjestus prao tihvtimisel



Joon. 165. Tihvtitud veesärgi lõige

7) tihvt keeratakse auku *4* ja lõigatakse traadi otsast maha;

8) analoogiliselt puuritakse augud *5*, *6* jt. kogu prao pikkuses, keermetatakse ja keeratakse neisse tihvtid. Tulemusena saadakse tihvtide ahelik;

9) pärast sissekeeramist pinnitakse tihvtide otsi kergete haamrilöökidega ja viilitakse tasaseks. Tiheduse kindlustamiseks joodetakse tihvte mõnikord pehme joodisega. Pärast prao sulgemist tehakse mootoriploki jahutussärgile veesurve proov.

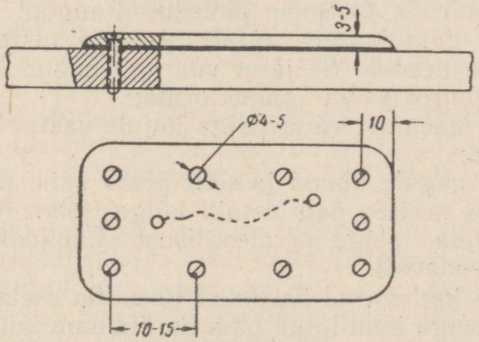
Olgugi et tihvtimine on lihtne ja kindel, nõuab ta palju tööd. Peale selle nõuab ta lukksepalt täpsust, eriti tihvtide temmimisel. Seda tööd tohib usaldada ainult kvalifitseeritud lukksepale. Seepärast on see protsess kallis.

4. Paikamismeetod

Paikasid kasutatakse aukude ja pragude sulgemiseks. Niisugused defektid võivad tekkida vee külmumisel jahutussärgis või plokikaanes. Paigad kinnitatakse kruvide või neetidega.

Operatsioonide järjestus on kruvidega kinnitatava paiga asetamisel järgmine:

1) puurida läbi prao otsad, et pragu edasi ei läheks (joon. 166);



Joon. 166. Kruvidega kinnitatud paik

2) lõigata välja paik 1,5—2,0 mm paksusest valgevask- või pehmest raudplekist. Paik lõigatakse niisuguse arvestusega, et see sulgeks augu täielikult ja ulatuks 15—20 mm üle äärte;

3) sobitada paik augule kergete haamrilöökidega;

4) märkida paiga äärele aukude kohad 10—15 mm vahedega üksteisest. Puurida augud, mitte jämedamad kui 5 mm, ja süvistada kruvide salapeade jaoks;

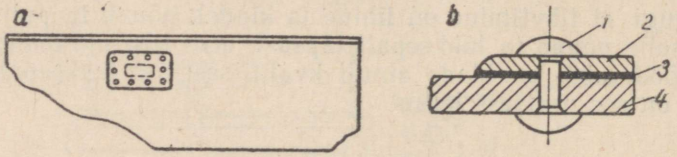
5) puurida augud mootoriploki jahutussärgi seinasse, kasutades seejuures paika konduktorina;

6) keermetada augud keermepuuriga;

7) katta paiga alumine pool mennikuga;
8) asetada paik kohale ja kinnitada kruvidega;
9) teha mootoriplokile veesurve proov rõhul 3—4 kg/cm².

Paiku võib kinnitada ka pehmest metallist, näiteks alumiiniumisulameist või punasest vasest valmistatud neetidega.

Joonisel 167 on toodud terasplekist valmistatud paik mootori karteril.



Joon. 167. Needitud paik

Remont teostatakse sel juhul järgmiselt:

1) õgvendada külmalt muljutised augu äärel;

2) lõigata 1,5—2,0 mm paksusest terasplekist paik välja nii, et see kataks augu ja ulatuks üle selle äärte 15—20 mm (joon. 167, *a*);

3) märkida paigale neediaukude kohad 10—15 mm kaugusele üksteisest ja puurida 4—5 mm jämedused augud;

4) asetada paik karteri augule, puurida otstesse kaks auku ja pista neisse needid. Seejärel puurida augud karteripõhjasse, kasutades seejuures paika konduktorina;

5) lõigata lõuendist välja paiga kujule vastav tihend ja katta see mennikuga;

6) asetada augule tihend ja selle peale paik, paigutada aukudesse needid ja neetida paik detaili külge (joon. 167, *b*);

7) kontrollida paiga hermeetilisust. Läbijooksu korral neetida paika täiendavalt.

Mennikuga immutatud lõuendist tihendile asetatud ja pehmest metallist neetidega kinnitatud paik on kindlam kui kruvidega kinnitatud paik. Seda meetodit võib kasutada ainult siis, kui vigastatud detaili konstruktsioon võimaldab neetide kasutamist.

Viimasel ajal on tehtud katseid vähemtähtsatesse ploki veesärgi kohtadesse asetada riidest või metallist lappe liimiga БФ-2. Niisuguste lappimiste tehnoloogia on toodud lk. 191.

5. Detailide sobitamine hõõritsemisega

Seda sobitusviisi tuleb kasutada õige sageli, peamiselt terasja pronkspukside õõnsuste lõplikuks sobitamiseks. Kui valmis puks pressitakse detailisse, siis selle sisemine läbimõõt tavaliselt väheneb. Seepärast sobitataksegi puks ja sellega koostöötav detail, kasutades selleks reguleeritavat hõõritsat. Kui on vaja hõõrit-

seda kahte puksi, mis peavad olema samal teljel, siis kasutatakse reguleeritavat hõõritsat juhtotsikuga.

Real juhtudel sobitustööd mehhaniseeritakse, kasutades aukude hõõritsemiseks puurmasinaid või spetsiaalseid pinke.

6. Mõlgitud ja osaliselt kulunud keermete üleajamine

Keermed võivad olla ärataotud nii poltidel, kruvidel kui ka mutritel. Seepärast tuleb enamikul liitedetailidel kontrollida keeret. See kontrollimine toimub keerme üleajamisega vastavate keermepuuride aukudes ning kruvidel, poltidel ja tikkpoltidel kluppide abil. Väikestes remondiettevõtetes toimub keerme ülelõikamine käsitsi, suuremates on see mehhaniseeritud.

Joonisel 168 on kujutatud keerme ülelõikamise pink. See koosneb alusest *1*, millele on monteeritud kaks rihmaratast *2* ja kaks rulli, millest suurema läbimõõduga on töörull *3* ja väiksema läbimõõduga tühijooksurull. Töövõll *5* paneb ketta *6* kaudu töörulli pöörlema. Võlli otstes on padrunid *7*, millesse kinnitatakse tööriist.

Kui padrunisse *7* kinnitada keermepuur ning mutter kinnitada pöörlemise takistamiseks erilisse käsirakisesse, siis, vajutades rakisele, haardub ketas *6* rulliga *3*, mis pöörleb elektrimootori toimel rihmajami kaudu. Keermepuur hakkab pöörlema ja lõikab keerme üle. Pärast keerme läbiajamist tõmmatakse padrun mutriga käsitsi tagasi, ketas *6* haardub rulliga *4* ja keermepuur pöördub mutrist kiiresti välja.

Järeldused. Ülaltoodust võib teha järgmised järeldused:

1. Kui detaili tasapind ei ole õige (on näiteks kaardunud), siis taastatakse seda tasalihvimisega juhul, kui detaili on kerge lihvimispingile üles seada.

Vastasel korral taastatakse seda viilimise ja kaabitsemisega. Viilimist võib mehhaniseerida, kasutades viilimismasinat.

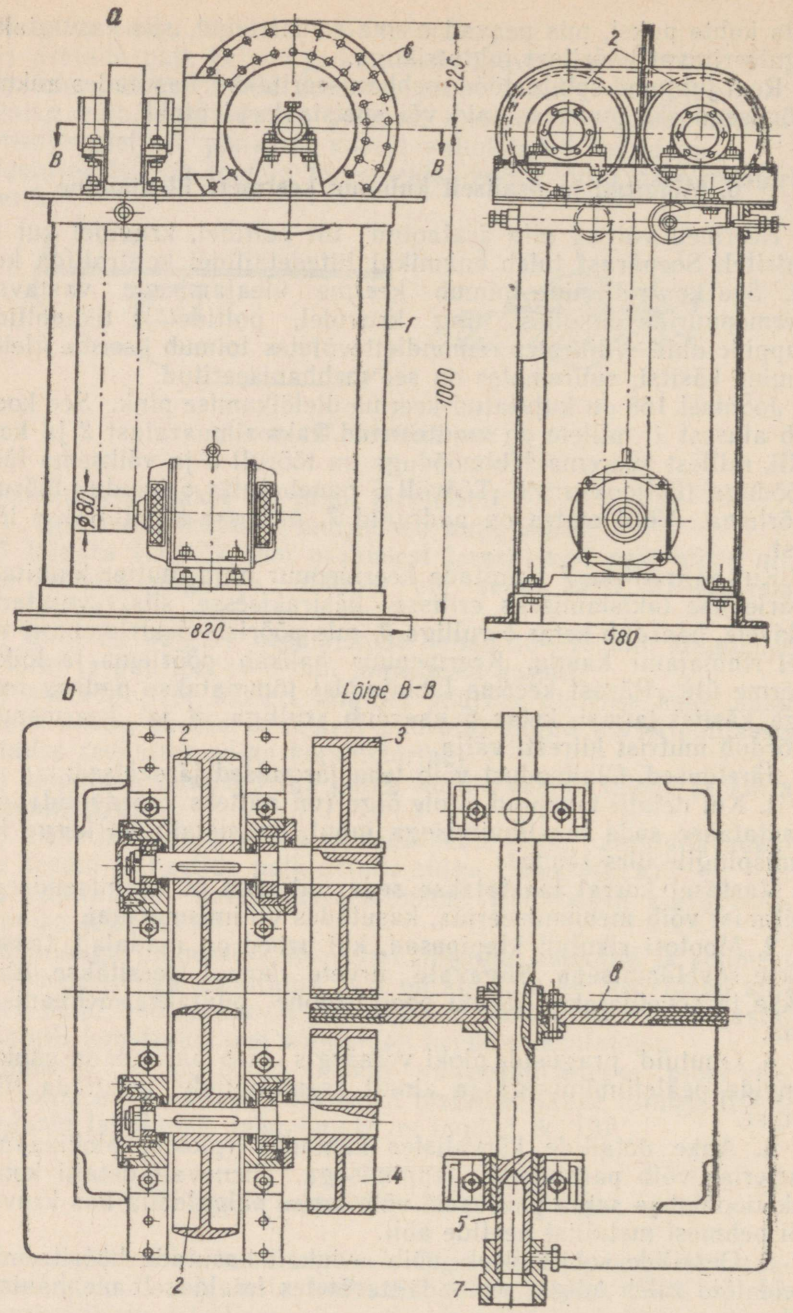
2. Mootori rikutud klapipesad, kui urbed on madalad, taastatakse soveldamisega. Sügavate urvete korral freesitakse, lihvitakse ja soveldatakse. Kõiki operatsioone püütakse mehhaniseerida.

3. Ohutuid pragusid ploki veesärgis võib parandada edukalt lappide pealeliimimisega ja ainult erandjuhtudel kasutada tihvtimist.

4. Auke detailide kõrvalistes kohtades (plokis, plokikaanes, karteris) võib parandada lappimisega. Olenevalt detaili konstruktsioonist ja seina paksusest võib lappe paigaldada kas kruvide või pehmest metallist neetide abil.

5. Detailide sobitamisel võib edukalt kasutada hõõritsemist. Neid töid tuleb kõigis remondiettevõtetes laialdaselt mehhaniseerida.

6. Samuti tuleb mehhaniseerida keermete üleajamistööd ärataotud ja osaliselt kulunud keermete taastamisel.



Joon. 168. Keermete ülelõikamise pink:
a — üldvaade; *b* — lõige

DETAILIDE TAASTAMINE SURVEMENETLUSEL

1. Üldandmed

Mitmeid vigastatud ja kulunud autodetaile võib taastada survemenetluse meetodil. See töötlemisviis põhineb metalli plastilisusel, s. o. metallide omadusel muuta rakendatud jõudude mõjul teatud piirides oma geomeetrilist kuju, sealjuures purunemata. Teiste sõnadega, metallid võivad rakendatud jõudude mõjul deformeeruda jäävalt ehk plastiliselt. Deformeerunud detaili maht jääb seejuures endiseks, kuid kuju muutub. Samuti muutub ka detaili metalli struktuur ja mehaanilised omadused.

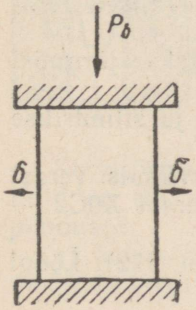
Vigastatud ja kulunud detailide taastamisel survemenetlusega on kasutamisel järgmised töötlemised: kokkulöömine (jämendamine), laialisurumine, kokkusurumine, tõmbamine, õgvendamine ja rullimine.

2. Detailide jämendamine

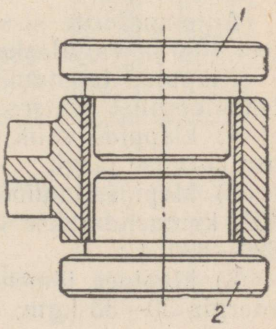
Joonisel 169 on toodud detaili jämendamise skeem. Jämendamist iseloomustab see, et survejõu P_δ suund erineb detaili soovitud deformatsiooni δ suunast. Jämendamist kasutatakse umbsete detailide välisläbimõõdu suurendamiseks või õõnsate detailide siseläbimõõdu vähendamiseks detaili pikkuse arvel.

Jämendamisega taastatakse klappide tööpindu ja pronkspukse.

Pronkspukse jämendatakse nende asukohal. Joonisel 170 on toodud kepsu ülemine pea sissepressitud pronkspuksiga. Niisugune puks jämendatakse (lüüakse kokku) kahe korgiga *1* ja *2*. Puksi asetatud korgid surutakse hüdraulilise pressi all kokku, kuni nende lauppinnad ühtivad. Pikkuse vähenemise arvel puksi sise-



Joon. 169. Detaili kokkulöömise (jämendamise) skeem

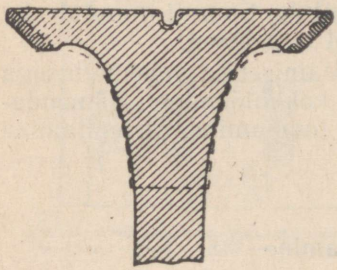


Joon. 170. Kepsu ülemise pea pronkspuksi kokkusurumine

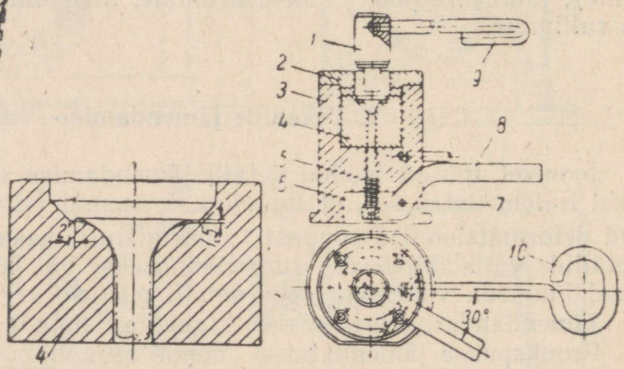
mine läbimõõt väheneb. Pärast hõõritsemist on kulunud puks uuesti kasutamiskõlblik. Pikkuse vähenemise tõttu kolvisõrme erisurve puksile suureneb mõnevõrra, kuid suurenemine on väike ega mõjuta peaaegu üldse puksi tööiga. Pronkspuksi võib sel teel taastada ainult üks kord.

Kui klapi tööpind on kulunud (joon. 171, punktiirjoon), siis seda saab kinnises stantsis taastada templi rõngasvöö sissesurumisega (joon. 171, täisjooned).

Joonisel 172 on toodud stants mootori klappide taastamiseks. Selles stantsis voolab metall seega rõngassoonest klapi koonilisele tööpinnale.



Joon. 171. Mootori klapi taastamine kokkusurumisega



Joon. 172. Kinnine stants klappide kokkusurumiseks:
1 — tempel; *2* — juhtrõngas; *3* — stantsi kere; *4* — matriits; *5* — väljatõukaja vedru; *6* — väljatõukaja tugi; *7* — väljatõukaja telg; *8* — väljatõukaja hoob; *9* — templi käepide; *10* — stantsi käepide

Automootorite sisselaskeklapid valmistatakse tavaliselt terasest 40X ja väljalaskeklapid silkroomterasest X9C2.

Klappide taastamiseks jämendamisega soovitatakse järgmist tehnoloogilist protsessi:

1) klappide valik mõõdete, s. o. pea läbimõõdu ja silindrilise osa kõrguse järgi;

2) klapipea kuumendamine elektriahjus või soolavannis. Terast 40X kuumendatakse temperatuurini 820—870° C; terast X9C2 — 820—890° C;

3) klapipea jämendamine kinnises stantsis (joon. 172). Löögi energia 30—35 kgm;

4) jahutamine õhus temperatuurini 300—200° ning seejärel kuumas kvartsliivas;

5) klapi viskamise kontrollimine prismadel indikaatori abil. Vajaduse korral klapivarre õgvendamine;

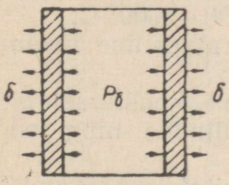
6) klapi tööpinna lihvimine.

3. Detailide laialisurumine

Joonisel 173 on toodud õõnsa detaili laialisurumise skeem. Laialisurumisel survejõu P_δ suund ühtib soovitud deformatsiooni δ suunaga. Laialisurumist kasutatakse peamiselt detaili väliste mõõdete suurendamiseks. Detaili kõrgus jääb seejuures endiseks või muutub väga vähe.

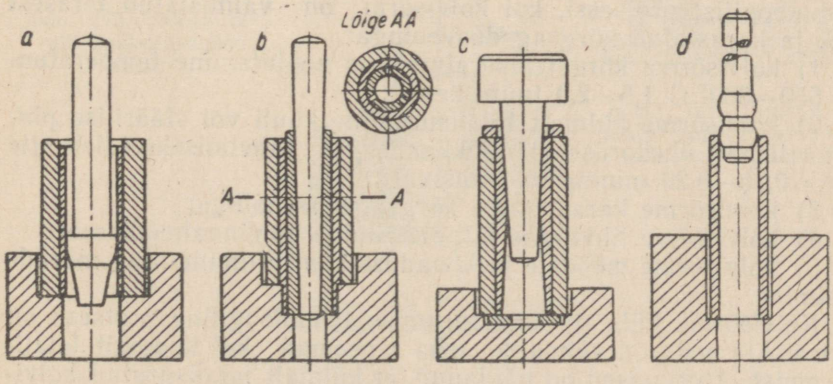
Laialisurumisega taastatakse õõnsaid detaile, muuseas ka kolvisõrmi.

Joonisel 173 on toodud mitmesugused rakised kolvisõrmede laialisurumiseks. Joonistel 174, *a* ja *d* on näidatud kolvisõrme laialisurumine sfääriliste pindadega templite läbilükkamisega. Joonistel 174, *b* ja *c* on toodud kolvisõrme laialisurumine kooniliste templitega.



Joon. 173. Õõnsa detaili laialisurumise skeem

Joon. 174. Kolvisõrmede laialisurumise rakised



Kolvisõrmede sisemiste läbimõõtude töötlemise ebatäpsuse tõttu on sfääriliste pindadega templite kasutamisel järgmised puudused:

a) kolvisõrmede sorteerimiseks gruppidesse sisemiste läbimõõtude järgi kulub palju aega;

b) iga grupi jaoks on tarvis vastavates mõõdetes templeid.

Koonilistel templitel ei ole neid puudusi, sest ühe templiga võib laiali suruda kõik teatud tüüpi mootori kolvisõrmed, sõltumatult nende sisemistest läbimõõtudest.

Templi ja kolvisõrme vahelise hõõrdumise tõttu nõuab aga laialisurumine suurema jõu rakendamist. Lõhestatud puksid (joon. 174, *b*) ei jää laialisurumisel ümmarguseks, vaid muutuvad loperguseks.

Mõnel juhul on kooniliste templite kasutamine tarvilik kolvisõrme õõnsuse kuju tõttu (joon. 174, *c*). Kolvisõrmi võib laiali suruda külmalt ja kuumalt.

Kolvisõrmed valmistatakse tavaliselt tsementiiditavast legeeritud terasest või keskmise süsiniku sisaldusega süsinikterasest, mida karastatakse kõrgsagedusvooluga.

Laialisurumine on keerukam, kui kolvisõrmed on valmistatud tsementiiditavast terasest.

Kolvisõrmede laialisurumiseks kuumalt soovitatakse järgmist tehnoloogilist protsessi:

1) kolvisõrme pinna tsementiitimine temperatuuril 900—1000° C 2—3 tunni kestel (sõltuvalt terase margist). Tsementiitimine on tarvilik, kui kolvisõrme pind on tugevasti kulunud;

2) kolvisõrme laialisurumine temperatuuril 900—1000° C;

3) kolvisõrme karastamine ja madalatemperatuuriline noolutamine (temperatuurid sõltuvalt terase margist);

4) kolvisõrme lihvimine ja poleerimine nominaalmõõtesse;

5) kolvisõrme mõõdete ja kõvaduse kontrollimine ning mõrade otsimine kontroll-magnetseadmega.

Kolvisõrmede külmalt laialisurumiseks soovitatakse järgmist tehnoloogilist protsessi, kui kolvisõrm on valmistatud terasest 40X ja karastatud kõrgsagedusvooluga:

1) kolvisõrme kõrgetemperatuuriline noolutamine temperatuuril 550—600° C 1,5—2,0 tunni kestel;

2) kolvisõrme külmalt laialisurumine kuuli või sfäärilise pinnaga templi ühekordse läbilükkamisega. Lihvimiseks tuleb ette näha 0,15—0,20 mm-ne töötlemisvaru;

3) kolvisõrme karastamine kõrgsagedusvooluga;

4) kolvisõrme lihvimine ja poleerimine nominaalmõõtesse;

5) kolvisõrme mõõdete ja kõvaduse kontrollimine ning mõrade otsimine.

Kolvisõrme külmalt laialisurumise tehnoloogiline protsess on lihtsam ja seda on võimalik teha täpsemalt kui kuumalt laialisurumist. Uurimused on näidanud, et külmalt laialisurutud kolvisõrmed peavad väsimusele vastu paremini kui uued. See on tingitud kolvisõrme õõnsuse kalestumisest laialisurumisel.

4. Detailide kokkusurumine

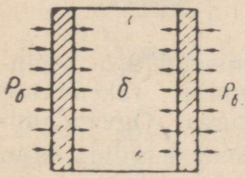
Joonisel 175 on toodud õõnsa detaili kokkusurumise skeem.

Kokkusurumisel survejõu P_δ suund ühtib vajaliku deformatsiooni δ suunaga. Kokkusurumine erineb laialisurumisest selle poolest (vrd. joon. 173), et kokkusurumisel detaili mõõted ei suurene, vaid vähenevad. Kokkusurumisel on jõudude ja deformatsioonide suunad vastupidised detaili laialisurumisel esinevatele suundadele. Sisemiste mõõdete vähenemine toimub õõnsa detaili kokkusurumisel väliste mõõdete vähenemise arvel.

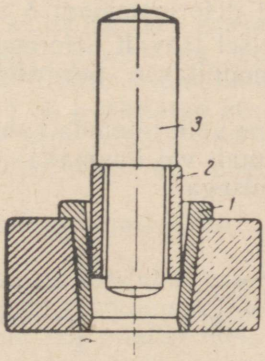
Tüüpiliseks kokkusurumise näiteks on kulunud pronkspuksi sisemise läbimõõdu vähendamine sel teel.

Joonisel 176 on toodud matriits *1*, millest templiga *3* surutakse läbi puks *2*. Pärast läbisurumist vähenevad nii puksi sisemine kui ka väline läbimõõt. Välise läbimõõdu taastamiseks puks vasetatakse või pressitakse teraspuksi, mille tulemuseks on bimetalne puks. Puksi sisemine läbimõõt hööritsetakse vajalikku mõõtesse.

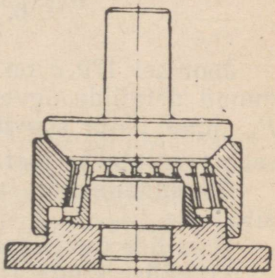
Pukside kokkusurumine võimaldab autode remontimisel kokku hoida värvilist metalli.



Joon. 175. Õõnsa detaili kokkusurumise skeem



Joon. 176. Pronkspuksi kokkusurumise rakis



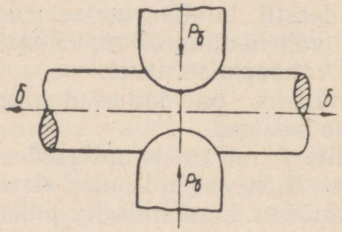
Joon. 177. Koonus-rull-laagri separaatori kokkusurumise abinõu

Joonisel 177 on toodud seade koonusrull-laagri separaatori kokkusurumiseks. Kokkusurumise eesmärgiks on normaalsete lõtkude taastamine rullide ja separaatori vaheseinte vahel.

Jooniselt 177 on näha, et laager asetatakse seadmesse ilma välise rõngata ja surutakse kokku koonuspuksiga kuni normaallõtku saavutamiseni rullide ja separaatori vaheseinte vahel.

5. Detailide venitamine

Joonisel 178 on toodud detaili venitamise skeem. Venitamine on jämendamise erijuht. Venitamisel rakendatud jõu P_δ suund ei ühti vajaliku deformatsiooni δ suunaga. Ristlõike paikliku vähendamisega saavutatakse sel juhul detaili pikenemine. Venitamisega pikendatakse tavaliselt vähesel määral mitmesuguseid vardaid, samuti klapivarsi, juhul kui tõukuri ja klapi vaheline lõtk pole reguleeritav.



Joon. 178. Detaili venitamise skeem

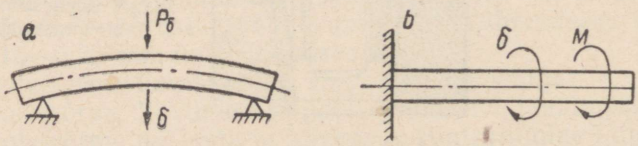
6. Detailide õgvendamine

Joonisel 179, *a* on toodud paindunud ja joonisel 179, *b* väändunud detailide õgvendamise skeem. Õdvendamisel rakendatud P_δ jõud ühtib soovitud deformatsiooni δ suunaga. Õgvendamisega taastatakse töötamisel jäävalt deformeerunud detailide kuju.

Õgvendamisega remonditakse peamiselt võlle, kepse, esisildu jne.

Detailide õgvendamine võib toimuda kahel viisil:

1) välise jõuga (külmalt või kuumalt) ja
2) kohaliku kalestamisega.



Joon. 179. Paindunud ja väändunud detailide õgvendamise skeem

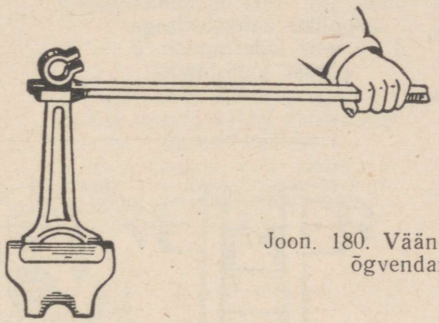
Kuumalt õgvendamist välisjõududega kasutatakse autode remondil võrdlemisi harva. Auto esisilla suure kõverdumise või väändumise korral õgvendatakse seda kuumalt. Pärast niisugust õgvendamist on esisilda vaja termiliselt töödelda.

Kõige laiemalt kasutatakse auto remonditööstuses külmalt õgvendamist sisejõududega. Selle viisi olulisemaks puuduseks on see, et õgvendamise tulemused ei ole püsivad.

Kõige ratsionaalsemaks vahendiks õgvendamise püsivuse suurendamiseks on detaili pärastine kuumutamine kuni 400—450°-ni. Niisuguse kuumutamise juures toimub jääkpingete vähenemine ja detaili kandevõime taastamine ligikaudu 90%. Detaili kuumutamisel kuni 200°-ni taastub kandevõime ligikaudu 50%.

Seega on soovitav terasdetaile õgvendada külmalt ning seejärel detaili kuumutada vastavalt tema termilisele töötlemisele.

Kui näiteks keps on paindunud või väändunud, siis õgvendatakse teda külmas olekus kas pressi all (kui ta on kõverdunud) või kruustangide vahel erilise hoova abil (kui ta on väändunud) (joon. 180). Õgvendamine peab sellel või teisel juhul olema kahekordne, s. t. ülepainutamisega.



Joon. 180. Väändunud kepsu õgvendamine

Pärast õgvendamist kuumutatakse kepsu 40—45 minuti kestel temperatuuril 450°. Kõige parem on seda kuumutamist teha elektriahjus. Antud detaili võib kuumutada temperatuurini 450° seepärast, et kõik kepsud on noolutatud kõrgel temperatuuril. Nii on näiteks auto ГАЗ-51 keps valmistatud terasest 45Г2 ja tema lõplikuks termiliseks töötlemiseks on noolutamine temperatuuril 650°.

Niisuguse kuumutamisega taastatakse kepsu kandevõimest 90%.

Kui paindunud detail on madalalt noolutatud, siis sel juhul võib teda pärast õgvendamist kuumutada õlivannis ainult kuni 200°-ni. Niisugusel juhul taastatakse detaili kandevõimest vaid 50%.

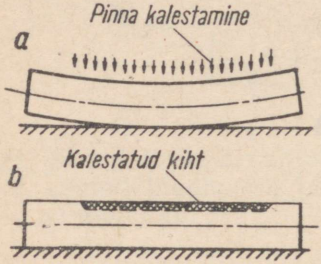
Peale selle on teada, et näiteks väntvõllide õgvendamine külmalt alandab nende väsimuspiiri ligikaudu 10—15%.

Õgvendamist kohaliku pinnakalestamisega autoremondiettevõtetes senini peaaegu ei kasutatud, olgugi et see oli tuntud juba ammugi. Seda õgvendamisviisi saab kasutada väntvõlli viskamise kõrvaldamiseks, juhul kui viskamine ei ületa 0,03—0,05% võlli pikkusest.

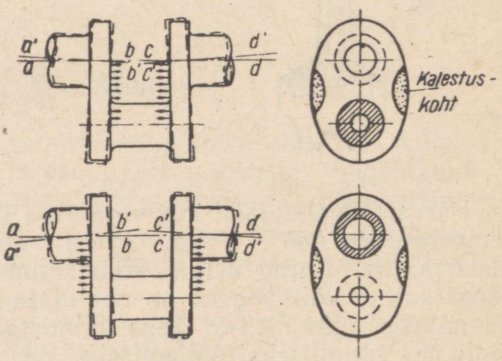
Joonisel 181 on näidatud paindunud prussi õgvendamise skeem kohaliku kalestamisega. Väikese kõverdumise korral võib prussi õgvendada pinnakalestamisega, nagu on näidatud joonisel.

Seda viisi võib kasutada ka vähe kõverdunud väntvõllide õgvendamiseks.

Joonisel 182 on näidatud skeem väntvõlli õgvendamiseks tema põskede kalestamisega. Nagu jooniselt näha, seisab väntvõlli kõverduse õgvendamine selles, et kalestatakse võlli põski vasaralöökidega paremalt ja vasakult poolt sellises ulatuses ja sellelt poolelt, mis annab võlli teljele vajaliku nihkumise. Kalestamisega õgvendamise eelis seisab selles, et metalli hajutatud kohalikud (ja ainult pinnapealsed) plastilised deformatsioonid pinna kalestatud tsoonis annavad põskede elastse deformatsiooni. Seepärast



Joon. 181. Tala õgvendamine kohaliku kalestamisega: *a* — enne kalestamist; *b* — pärast kalestamist



Joon. 182. Väntvõlli õgvendamine põskede kalestamisega: *a'b'* ja *c'd'* — väntvõlli raamlaagrikaela asend pärast õgvendamist

väntvõlli väsimustugevus pärast kalestamisega õgvendamist peaaegu ei muutu. Pealegi on õgvendamisel detailile antud kuju aja jooksul püsiv, sest terasdetailide pinnakalestamise puhul on detaili jäävpinge praktiliselt püsiv.

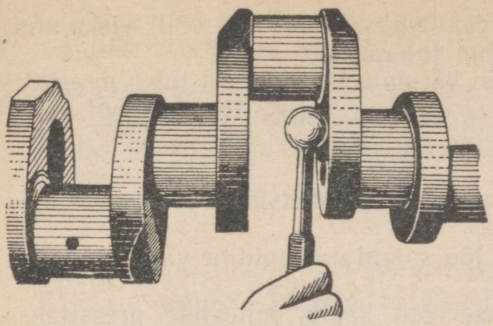
Joonisel 183 on näidatud väntvõlli õgvendamine käsivasaraga, mille kuulikujulise pinni läbimõõt on 40 mm ja varre pikkus kuuli tsentrist varre otsani 170 mm.

Põskede kalestamiseks on mugavam kasutada pneumaatilise vasaraga rakist, mis on näidatud joonisel 184.

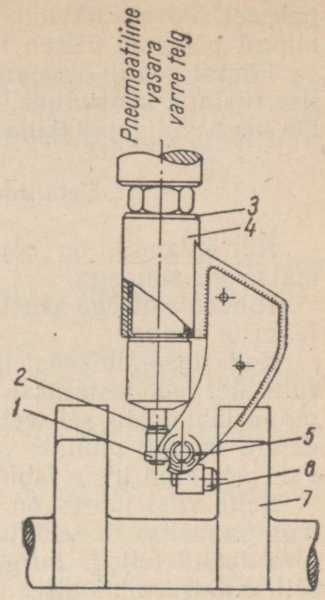
Võlli kalestamine pneumaatilise vasaraga on näidatud joonisel 185. Seejuures mõjuvad võlli õgvendamisel peamiselt järgmised tehnoloogilised tegurid:

1) üksiku löögi energia (oleneb vasara kaalust ja langemiskiirusest löögi momendil);

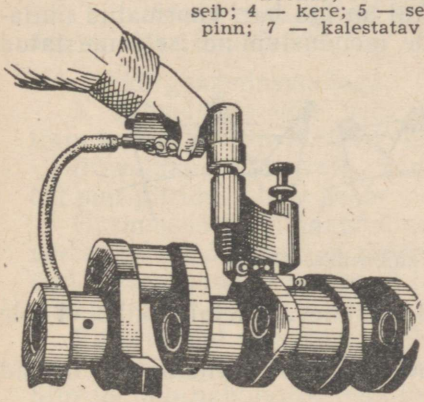
2) kalestamise kestus (üldine löökide arv põsele ja nende korduvus);



Joon. 183. Väntvõlli õgvendamine käsivasaraga



Joon. 184. Rakis pneumaatilise vasara küljes väntvõllide õgvendamiseks:
1 — nookur; *2* — alasi; *3* — seib; *4* — kere; *5* — seib; *6* — pinn; *7* — kalestatav põsk



Joon. 185. Võlli õgvendamine pneumaatilise vasaraga

3) vasarapinni kuju, mõõted ja materjali omadused;
4) võlli materjali omadused.

Võlli õgvendamisel kasutatakse võimalikult minimaalset ja kerget põse kalestamist, mis oleks küllaldane võlli kõverdumise kõrvaldamiseks. See määrabki optimaalse režiimi kalestamisel.

Terasest 18XHBA valmistatud võlli õgvendamisel, olenevalt töörežiimist, on pneumaatilise vasaraga kalestamisel tekkivate mõlkide läbimõõt 1,3 kuni 2 mm ja sügavus 0,015 kuni 0,025 mm, kui vasara pinni ümardusraadius on 20 mm. Vasaraga käsitsi kalestamisel on mõlkide läbimõõt 2 kuni 3 mm ja sügavus 0,025 kuni 0,064 mm.

Ratsionaalsem on õgvendada väntvõlle enne kaelte lihvimist, mis võimaldab vähendada lihvimisel mahavõetava metallikihi

paksust. Pärast lihvimist õgvendatakse siis, kui võlli viskamine mingil põhjusel ületab lubatud tolerantsid.

Pärast detaili õgvendamist külmalt või kuumalt tuleb magnetilise riistaga kontrollida, kas ei esine pragusid. Pragunenud detailid tuleb välja praakida.

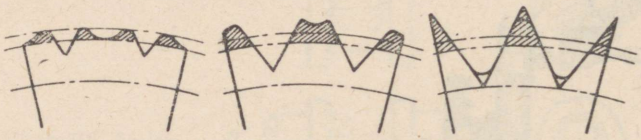
7. Detailide rihveldamine (valtsimine)

Rihveldamisel on mõjuva jõu suund vastupidine vajaliku deformatsiooni suunaga.

Rihveldamisega taastatakse võlli kaelu, milledele pressitakse laagrite rõngad.

Selle taastamisviisi olemus seisab selles, et teravahambalise rulli abil moodustatakse rihveldatud pind ja suurendatakse detaili pinna läbimõõtu sel teel, et rulli teravate hammastega surutakse detaili metalli pinnast välja harjad. Detaili kandev pind seega väheneb, kuid tema läbimõõt suureneb.

Selle viisi juures on soovitav kasutada kaldrihveldamist, millega saadakse rihveldatud pinnal harjad, mis moodustavad pöörleva detaili teljega nurga. Sel juhul on iga hari koormatud ühtlaselt. Kaldrihveldamisel on harjade moodustumine iseloomustatud järgmiselt (joon. 186):



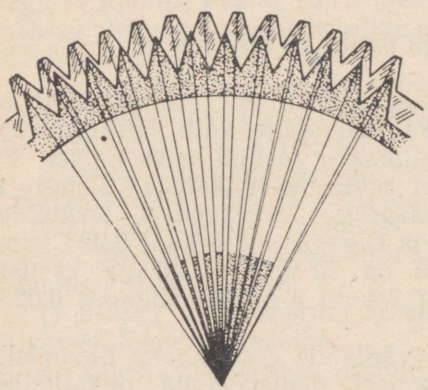
Joon. 186. Harjade kujunemise skeem

1) rihvelrulli hammaste vahel paikneva metalli kiht ei ole kõverdunud;

2) hammastevahelise kihi kõverdumisel sarnanevad harjad rohkem trapetsi kui kolmnurgaga;

3) lõikes on harjadel kolmnurkne kuju.

Joonisel 187 on näidatud rihveldatud kihi kujunemise protsess. Nagu jooniselt näha, deformeerub rihveldatud kiht nii radiaalselt kui ka tangensiaalselt.



Joon. 187. Rihveldatud kihi kujunemise protsess .

Rihvelrull valmistatakse terasest У-12, mille kõvadus on pärast termilist töötlemist 50—55 H_{R_c}.

Detaili toetuspinna kahanemine tema rihveldamisel ulatub kuni 50%, s. o. pinnakahanemise koefitsient $\eta = 0{,}5$.

Harjade tõus h (mm), kui koefitsient $\eta = 0{,}5$, on pärast rihveldamist:

$$h = \beta t \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2},$$

kus β — koefitsient, mis oleneb rihvli sammust; kui rihvli samm on 0,8—1,2 mm, siis koefitsient võrdub 0,1;
t — rihvli samm mm;
α — rihvelrulli hamba teraviku nurk kraadides.

Rihveldamisega taastatavate detailide kohta kehtivad järgmised nõuded:

1. Rihveldada tohib ainult detaile, mille materjal külmas olekus on plastiline.
2. Detaile, mille välise kihi kõvadus on 50—65 H_{R_c} (tsementiiditud, karastatud kõrgsagedusvooluga), ilma eelneva noolutamiseta rihveldada ei saa. Neid tuleb noolutada selleks, et nende kõvadus ei oleks üle 25—30 H_{R_c}. Detaile võib edukalt kohalikult noolutada kõrgsagedusvooluga.
3. Rihveldada võib neid detaile, milledel ristlõike kulumise tõttu tekkinud ellipsi telgede erinevus ei ületa 0,05 mm.

Rihveldamisega võib saada võlli läbimõõdu suurenemise 0,2 mm piirides ühele poole.

Uurimused on näidanud, et rihveldatud pinna kulumiskindlus, võrreldes sileda lihvitud pinnaga, on 87%. Need andmed on saadud katsekehade proovimisel laagri rõngaste sisse- ja väljapressimisega.

Rihveldatud detailidel, millede harjade tipud on maha lihvitud, on väsimustugevus natuke suurem kui siledatel lihvitud detailidel. Siin toimub nähtavasti detaili pinna kalestumine rihveldamisel.

Kulunud detailide taastamisel rihveldamisega tuleb silmas pidada järgmisi tingimusi:

1. Jälgida tehnoloogilisi parameetreid ja nimelt:

$$h = \delta_1 + \delta_2 + \delta_3 + \delta_4 \leqslant \beta t \operatorname{ctg} \frac{\alpha}{2},$$

kus δ_1 — kulumine külje pool mm; δ_3 — detaili viskamine mm;
δ_2 — elliptilisus mm; δ_4 — lihvimisvaru mm.

Sellest avaldusest järeldub, et mida suurem on rihvelduse samm t ja rulli hamba teraviku nurk α, seda suurem võib olla kogu δ või iga üksiku δ väärtus.

2. Rihveldatava võlli ümbermõõt jagatud sammuga peab andma täisarvu:

$$nt = \pi d_0,$$

kus n — harjade arv;
t — rihvli samm mm;
d_0 — rihvli läbimõõt mm.

3. Detaili küllaldase toetuspinna (η) tagamiseks

$$\eta \leqslant 0{,}5 \leqslant 2\left(\sqrt{\frac{h}{t}\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}} - h\operatorname{tg}\frac{\alpha}{2}\right),$$

kus h — harja tõusukõrgus.

Uurimised on näidanud, et rihvelrulli hamba kõige kasulikum teritusnurk on 60—70° piirides ning hammaste samm 1,5—1,8 mm piirides. Soovitav on, et rihvelrulli läbimõõt oleks 70 mm ja ta pöörleks veerelaagril ega oleks liikumatul võllil.

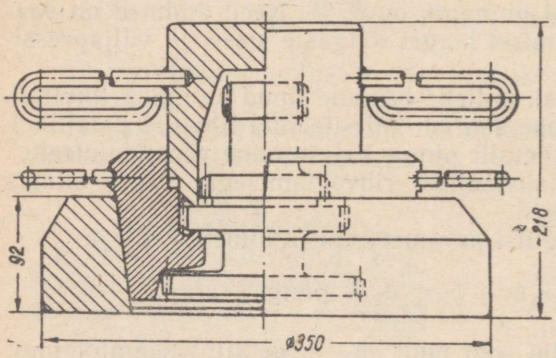
Käigukastide sirgete hammastega hammasratastel kuluvad hambad tihti õhemaks. Selliseid hammasrattaid võib taastada kokkusurumise teel, millele järgneb freesimine või valtsimine. Seejuures võetakse hamba paksendamiseks minev materjal hammasratta põiast, kus selleks on teatav tagavara.

Praegusel ajal on käigukasti hammasratasplokkide taastamiseks sellisel viisil välja töötatud tehnoloogiline protsess.

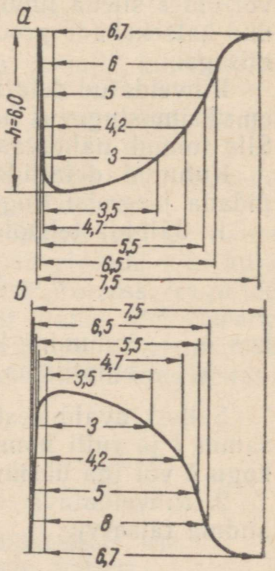
Toome auto ГАЗ-51 käigukasti terasest X40 valmistatud kolmanda käigu hammasratasploki taastamise protsessi:

1) kuumutada hammasratasplokk temperatuurini 900°; seda teha soolavannis, et saada minimaalset oksüüdikihti;

2) kuumutatud plokk asetada stantside vahele ja pneumaatilise vasara või pressi all venitada metalli põiast hammastesse matriitsi ja templi kõrgenduse abil, mille kuju on näidatud joonisel 189;



Joon. 188. Auto ГАЗ-51 käigukasti kolmanda käigu hammasratasploki laialisurumise stants

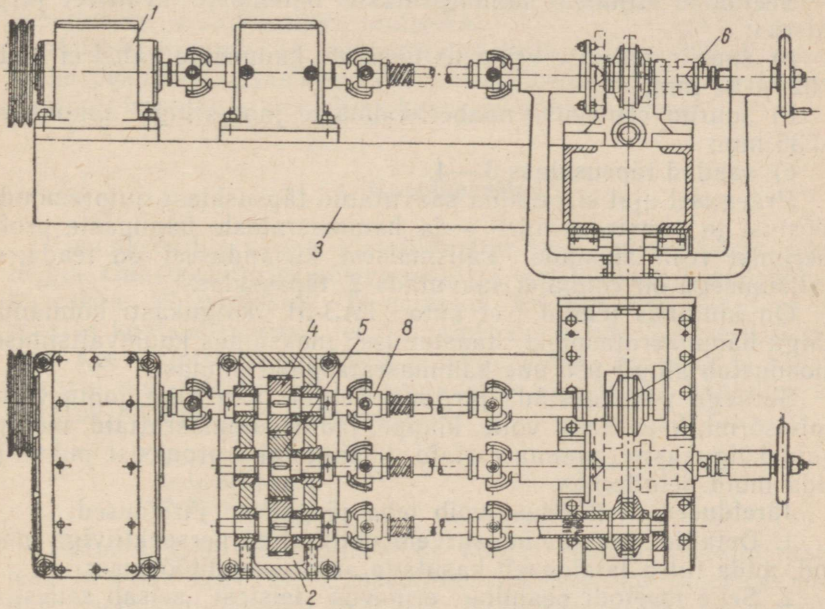


Joon. 189. Stantsi lõiked: *a* — templi lõige; *b* — matriitsi lõige

3) stantsist võetud hammasratasplokki aeglaselt jahutada;
4) kalibreerida ploki rummu auku;
5) taastatud hammasratas pealt üle treida ja puhastada selle lauppinnad;
6) lõigata sisse hammasratta hambad;
7) hammasratasplokk termiliselt töödelda.

Pärast neid operatsioone kontrollida plokki.

Kõige töömahukamaks operatsiooniks ülalnimetatud protsessis on hammasratastele hammaste lõikamine. On tehtud katseid hammasrataste hammaste mehaanilise töötlemise asendamiseks kuumvaltsimisega. Selleks ehitati spetsiaalne pink kolmanda käigu hammasratta hammaste valtsimiseks (joon. 190).



Joon. 190. Hammasrataste hammaste rullimise (valtsimise) pink: *1* — reduktor; *2* — tugikarp (gitarr); *3* — pingi alus; *4* — hammasratas $z = 24$; *5* — hammasratas $z = 36$; *6* — töödeldava hammasratta sundajami mehhanism; *7* — rull; *8* — kokkumonteeritud kardaan

Eelnevalt kuumutatud plokk asetatakse pingi tsentrite vahele ja hammasratast valtsitakse kahe hammasratasvaltsi vahel. Need hammasratasvaltsid pannakse pöörlema reduktori kaudu kahe kardaanvõlli abil. Valtsitav hammasratas saab samuti sundliikumise. Valtsimisprotsessis surutakse hammasratast järk-järgult kokku, pöörates selleks aeglaselt ettenihkeratast. Valtsimisprotsess loetakse lõpetatuks, kui on saavutatud hammasratta soovitav läbimõõt.

Valtsimise režiimi iseloomustab valtsimise kiirus, hammasratta kuumutustemperatuur, ettenihke suurus ja valtsimise kestus. Uurimiste põhjal võib ülalnimetatud hammasratta jaoks soovitada:

1) profileeritud hammasratta valtsimise kiirust 0,10—0,15 m/sek;

2) hammasratta kuumutustemperatuuri 800—1000°;

3) ettenihke suurust 0,04—0,08 mm võlli poolpöörde kohta kogu valtsimisperioodi kestel;

4) valtsimise kestust 75—100 sekundit; selle aja jooksul langeb hammasratta temperatuur ligikaudu 140—200°.

Valtsimise ajal on soovitav muuta pöörlemissuunda (reverseerida) vähemalt 2—3 korda.

Seejuures kujuneb hammasrataste hammaste kvaliteet järgmiseks:

a) suurim paksuse erinevus üksikute hammaste vahel ei ületa 0,02—0,03 mm;

b) suurim erinevus naaberhammaste jaotusringi sammudes 0,035 mm;

c) saadud täpsusklass 3.—4.

Praegusel ajal ei rahulda saavutatud täpsusklass autoremonditööstusi ja seepärast tuleb seda hammasrataste hammaste profileerimist veel täiustada. Välismaisest kirjandusest on teada, et valtsimisega on võimalik saavutada 2. täpsusklassi.

On kindlaks tehtud, et auto ГАЗ-51 käigukasti kolmanda käigu hammasratasploki taastamise maksumus kuumvaltsimisel moodustab ainult 9% uue hammasratasploki hinnast.

Survega võib taastada järgmisi detaile: väntvõlle, jaotusvõlle, kolvisõrmi, käigukasti võlle, klappe, jaotushammasrattaid, mõningaid käigukasti hammasrattaid, käändtelgi, pronksist pukse ja rida muid detaile.

Järeldused. Eeltoodust võib teha järgmised järeldused:

1. Detailide taastamine survemenetlusel on perspektiiviga meetod, mida tuleb laialdaselt kasutada autoremonditööstuses.

2. Selle meetodi peamine erinevus teistest seisab selles, et taastamiseks ei vajata metalli. Survemenetlusel detaili metall paigutatakse ainult ümber ja suunatakse kulunud kohtadesse.

3. Külmalt deformeerimisel detailid kalestuvad, nende vastupidavus väsimusele suureneb ja nad muutuvad uutest kvaliteetsemateks.

4. Meetod on lihtne, ei nõua tavaliselt keerukat sisseseadet ja on seepärast hinnalt võrdlemisi odav.

5. Meetodi laialdaseks kasutamiseks autoremonditööstuses on tarvis, et detailide konstrueerimisel arvestataks nende taastamise võimalust survemenetlusel.

DETAILIDE TAASTAMINE KEEVITAMISE JA PEALESULATAMISEGA

Keevitamiseks nimetatakse metalldetailide või nende osade liitmist paikliku kuumendamisega sulamistemperatuurini, kasutades molekulidevahelisi sidestusjõude.

Metallide keevitamine jaguneb keemiliseks ja elektriliseks.

Keemiliste keevitamiste hulka kuuluvad: keevitamine ääsil (sepakeevitus), keevitamine vesigaasiga, termiitkeevitamine, gaasikeevitamine.

Elektriliste keevitamiste hulka kuuluvad: kaar- ja kontaktkeevitamine. Kontaktkeevitamine jaguneb põkk-keevituseks, punktkeevituseks ja õmbluskeevitamiseks.

Autode kulunud ja vigastatud detailide taastamisel kasutatakse peamiselt gaasikeevitust (atsetüleeni-hapniku ja bensiini-bensooli-hapniku), elektrilist kaar- ja põkk-keevitust.

1. Gaasikeevitus

Gaasikeevitus seisab metallide liitmises sulatamisega gaasileegis. Gaasikeevitusel põlevgaasid ja vedelkütuste aurud põlevad hapnikus. Põlevgaaside ja hapniku kokkujuhtimiseks ning normaalse kontsentreeritud leegi saamiseks kasutatakse erilisi põleteid. Keevitamisel kasutatakse põlevgaasidena bensooli ja bensiini aurusid ning atsetüleeni. Põlevgaaside põlemisega hapnikus saavutatakse järgmised temperatuurid:

atsetüleen	3100—3200° C,
bensooli aurud	2600—2700° C,
bensiini aurud	2500—2600° C.

Autodetailide remontimisel on kõige rohkem levinud atsetüleeni-hapniku keevitus. Bensooli-bensiini-hapniku keevitus asendab atsetüleeni-hapniku keevitust. Seda kasutatakse ka metallide lõikamiseks.

Enamikus remondiettevõtetes saadakse atsetüleeni kaltsiumkarbiidist. Kaltsiumkarbiid on kristalliline aine, mille reaktsioon veega kulgeb järgmiselt: $CaC_2 + 2H_2O = Ca(OH)_2 + C_2H_2 + 475$ kcal/kg.

Ühe kg kaltsiumkarbiidi lagundamiseks on tarvis 0,56 l vett. Normaalrõhul ja -temperatuuril saadakse teoreetiliselt 1 kg kaltsiumkarbiidist 350 l atsetüleeni. Tegelikult annab 1 kg kaltsiumkarbiidi ainult 250—310 l atsetüleeni. Põhjuseks on asjaolu, et tehniline karbiid sisaldab lupja, koksi ja teisi aineid ning atsetüleenigeneraatoris toimuv reaktsioon ei ole täielik.

Atsetüleeni-hapniku leeki on kolme liiki: 1) normaalne; 2) taandav; 3) oksüdeeriv.

Normaalset leeki iseloomustab atsetüleeni ja hapniku järgmine mahuline vahekord:

$$O_2 : C_2H_2 = 1{,}00 \div 1{,}15.$$

Atsetüleeni-hapniku leegi normaalstruktuur on toodud joonisel 191. Leegil on kolm tsooni.

Esimene tsoon — leegi tuum koosneb atsetüleeni ja hapniku gaasilisest segust. Kõrge temperatuuri mõjul laguneb atsetüleen esimeses tsoonis süsinikuks ja vesinikuks:

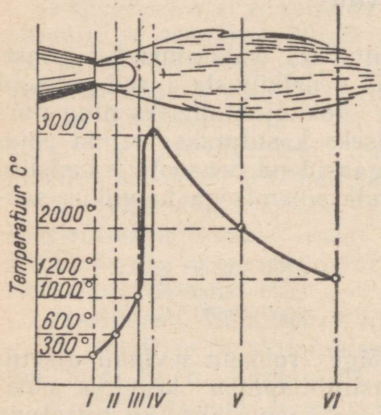
$$C_2H_2 \rightarrow 2\,C + H_2.$$

Tsoonil on teravalt piiritletud kuju ja pimestavalt valge värvus. Heledust põhjustavad helendavad süsinikuosakesed selles tsoonis.

Teist tsooni iseloomustab süsiniku mittetäielik põlemine põletist saabuvas hapnikus:

$$2\,C + O_2 \rightarrow 2\,CO.$$

Süsiniku ja vesiniku olemasolu tõttu on sellel tsoonil taandavad omadused. Teine tsoon ümbritseb leegi tuuma ja on värvuseta. Jooniselt 191 on näha, et umbes teise tsooni keskel esineb leegi kõrgeim temperatuur.



Joon. 191. Atsetüleeni-hapniku normaalleegi struktuur: *I—VI* leegi temperatuurivööndid

Kolmandas tsoonis põlevad ära teise tsooni põlemisproduktid saabuva õhuhapniku arvel:

$$2\,CO + H_2 + 1{,}5\,O_2 \rightarrow 2\,CO_2 + H_2O.$$

See tsoon ümbritseb kahte esimest ja tal on kollakaspunane värvus. Jooniselt 191 on näha, et selles tsoonis temperatuur langeb.

Kui leegis on atsetüleeni ülejääk ($O_2 : C_2H_2 < 1$), s. t. kui leek on taandav, siis ei toimu atsetüleeni molekulide lagundumist ainult leegi tuumas, vaid osaliselt ka teistes tsoonides. Sel juhul kaotab leegi tuum teravad piirid ja leek värvub sinakaks. Vaba süsiniku olemasolu tõttu on taandaval leegil süsinikuga rikastav omadus.

Kui leegis on hapniku ülejääk ($O_2 : C_2H_2 > 1{,}15$), s. t. kui leek on *oksüdeeriv*, siis toimub täielik põlemine osaliselt juba leegi tuumas. Leek värvub sel juhul lillakaks ja väheneb mõõdetes.

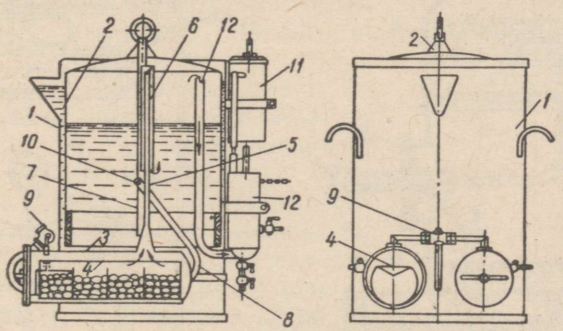
Atsetüleeni saamiseks karbiidist kasutatakse atsetüleenigeneraatoreid. Tööprintsiibilt on kolm tüüpi generaatoreid: karbiid vette, vesi karbiidile ja kontaktprintsiibil töötavad. Autoremondiettevõtetes on laialdasemalt levinenud «vesi karbiidile» tüüpi generaatorid.

Rõhu järgi jaotatakse atsetüleenigeneraatorid:

madalrõhu-generaatorid	kuni 0,1	kg/cm²,
keskrõhu-generaatorid	üle 0,1 kuni 1,5	kg/cm²,
kõrgrõhu-generaatorid	üle 1,5	kg/cm².

Peale selle jaotatakse generaatoreid teisaldatavateks ja statsionaarseteks. Generaatorite tootlikkus on 0,3 kuni 100 m³ atsetüleeni tunnis.

Autoremondiettevõtetes kasutatakse peamiselt teisaldatavaid väikese tootlikkusega generaatoreid, mis töötavad madalal või keskmisel rõhul põhimõttel «vesi karbiidile». Laialt on levinud madalrõhu generaator «Rekord», mis on kujutatud joonisel 192.



Joon. 192. Atsetüleenigeneraator «Rekord»

Generaator koosneb kerest *1*, milles asub ujuv kuppel *2*, mis määrab oma kaaluga gaasi rõhu. Keresse on keevitatud kaks retorti *3*, milledes asuvad vaheseintega täitekastid *4*. Kupli alla satub gaas toru *5* ja katte *6* kaudu. Torud *7* kaitsevad kuplit gaasiga ületäitumise eest. Kui nippel *10* on vee all, siis satub vesi retortidesse nipli ja toru *8* kaudu ning lagundab seal karbiidi. Vee saabumist retortidesse reguleeritakse kraaniga *9*. Generaator on varustatud keemilise puhastiga *11* ja vesilukuga *12*.

Generaatori kupli (gaasiholderi) alt suundub atsetüleen keemilisse puhastisse, kus see puhastatakse kahjulikest lisandeist nagu väävelvesinik (H_2S) ja fosforvesinik (PH_3).

Atsetüleeni puhastatakse väävelhappe ja kaaliumbikromaadi lahusega immutatud infusoormullaga. Puhastatud atsetüleen läbib

madalrõhu vesiluku. Vesilukk kaitseb generaatorit plahvatuse eest, mis on võimalik tagasilöögil keevituspõletist.

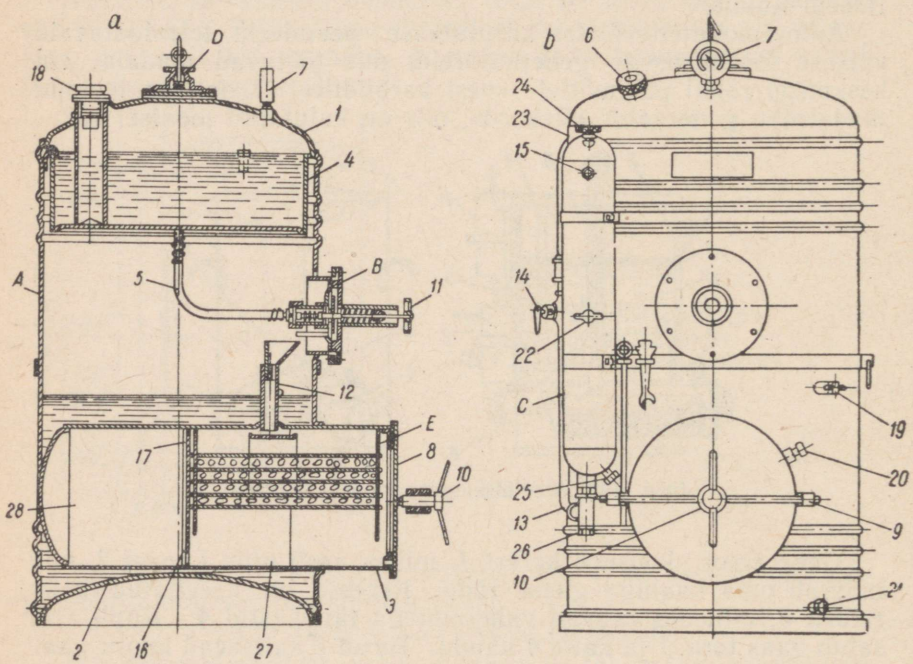
Selle generaatori peamised eelised on:

1) konstruktsiooni lihtsus;
2) kindel töötamine soojas ruumis.

Tema puudused on järgmised:

1) ei saa kasutada generaatori ja põleti vahel pikki voolikuid generaatorist saadava atsetüleeni madala rõhu tõttu;
2) tuleb töötada madalrõhu keevituspõletitega;
3) ei saa töötada madala temperatuuri korral.

Kõige täiuslikumaks atsetüleenigeneraatoriks on keskrõhu generaator ГВР. Generaatori ГВР-1,25С (joon. 193) tootlikkus on 1,25 m^3/h, töörõhk 0,15—0,3 kg/cm^2 ja üheaegne karbiiditäidis 4 kg.



Joon. 193. Atsetüleenigeneraator ГВР-1,25С:

a — lõige; *b* — üldvaade; *A* — kere (gaasikoguja); *B* — vee pealevoolu reguleator; *C* — vesilukk; *D* — kaitseklapp; *E* — täitekorv;

1 — kere kaas; *2* — kere põhi; *3* — retort; *4* — veepaak; *5* — kummiühendus; *6* — puruneva membraaniga kaitseklapp; *7* — manomeeter; *8* — retordi kaas; *9* — traavers; *10* — traaversi kruvi; *11* — vee pealeandmise käsiratas; *12* — toru: *13* — gaasivõtu toru; *14* — ventiil; *15* — nippel; *16* — vee läbilaskeauk; *17* — retordi vahesein; *18* — sissevalamise suudmik; *19* — kontrollkraan; *20* — proovikraan; *21* — vee väljalaskekork; *22* — vesiluku kontrollkraan; *23* — kaitsemembraan; *24* — vesiluku täitestutser; *25* ja *26* — vesiluku väljalaskekorgid; *27* — töökamber; *28* — veekamber

Generaatori tööd reguleeritakse automaatselt. Temas on ühendatud süsteemid «karbiid vette» ja «vesi karbiidile». Gaasi püsival tarbimisel niisutatakse retordis *3* karbiidi küllaldaselt, et katta gaasi jooksvat tarvidust ja seepärast jääb rõhk generaatoris püsivaks. Gaasi tarbimise vähenemisel generaatoris rõhk natuke tõuseb, osa vett tõrjutakse karbiidi juurest kambrisse *28* ja gaasi tekkimine aeglustub. Gaasi tarbimise suurenemisel rõhk generaatoris langeb, mistõttu läbi pealevooluregulaatori *B* tuleb vesi kambrist *28* ja paagist *4* töökambrisse *27*. Gaasi tarbimise lõpetamisel tõrjutakse vesi töökambrist karbiidi juurest täielikult välja ja gaasi tekkimine lõpeb. Töökambris tekkiv atsetüleen läheb gaasikogujasse *A* ja sealt vesiluku kaudu tarbimiskohale. Generaatoril on kaitseklapp *D*, manomeeter *7* ja purunev membraankaitse *6*.

Selle generaatori peamised eelised:

1) võimaldab kasutada pikemaid voolikuid;

2) võimaldab kasutada kõrgema rõhu keevituspõleteid, mille ekspluatatsiooniline karakteristika on parem;

3) võib töötada madalal temperatuuril.

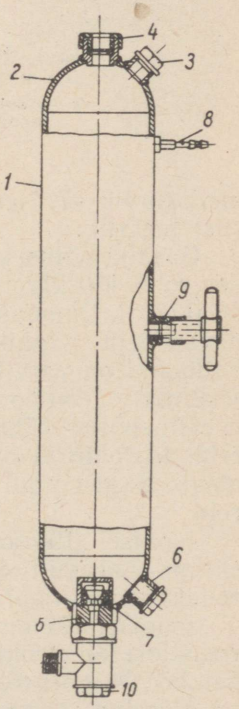
Joonisel 194 on kujutatud generaatori ГВР-1,25С kõrgrõhu vesilukk. See koosneb silindrilisest kerest *1* ja selle külge keevitatud sfäärilistest kaantest *2*.

Pealmise kaane külge on keevitatud stutser *3* veega täitmiseks ja liht-kaitsemembraani stutser *4*. See membraan puruneb, kui leek keevituspõletist tagasi lööb. Alumise põhja külge on monteeritud tagasilöögiklapp *5*. See on ühtlasi gaasikogujast tuleva atsetüleeni toruks. Sama põhja külge on keevitatud vee väljalaskmise ja loputamise stutser *6*. Luku kere külge on keevitatud atsetüleeni võtmiseks nippel *8* ja lukus vedeliku kõrguse kontrollimise kraan *9*.

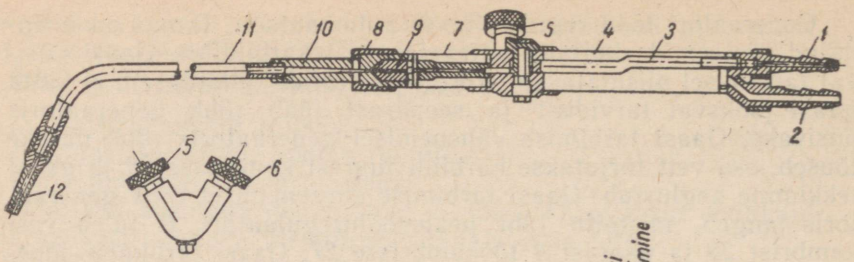
Kui lukku tungib lööklaine, siis klapp *7* surutakse vastu pesa ja see ei lase lainet edasi generaatorisse.

Samaaegselt puruneb membraan ja plahvatuslaine väljub atmosfääri. Membraan peab purunema rõhul 2—3 kg/cm². Enne generaatori käivitamist tuleb lukk täita veega kraani *9* tasemeni. Vesi lastakse lukust välja korgi *10* august.

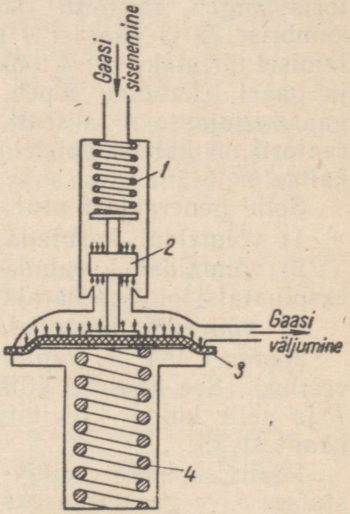
Joonisel 195 on toodud universaalne keevituspõleti СУ. See põleti võib töötada atsetüleeni rõhul 0,005—1,5 kg/cm². Keevituspõletil СУ on 8 otsikut, mis on num-



Joon. 194. Generaatori ГВР-1,25С kõrgrõhu vesilukk



Joon. 195. Universaalne keevituspõleti СУ:
1 — hapnikunippel; *2* — atsetüleeninippel; *3* — hapnikutoru; *4* — õõnes käepide; *5* ja *6* — reguleerventiilid; *7* — toru; *8* — mutter; *9* — inžektor; *10* — segamiskamber; *11* — otsiku toru; *12* — otsik



Joon. 196. Vastusuunalise toimega reduktori skeem:
1 — sulgvedru; *2* — klapp; *3* — membraan; *4* — suruvedru

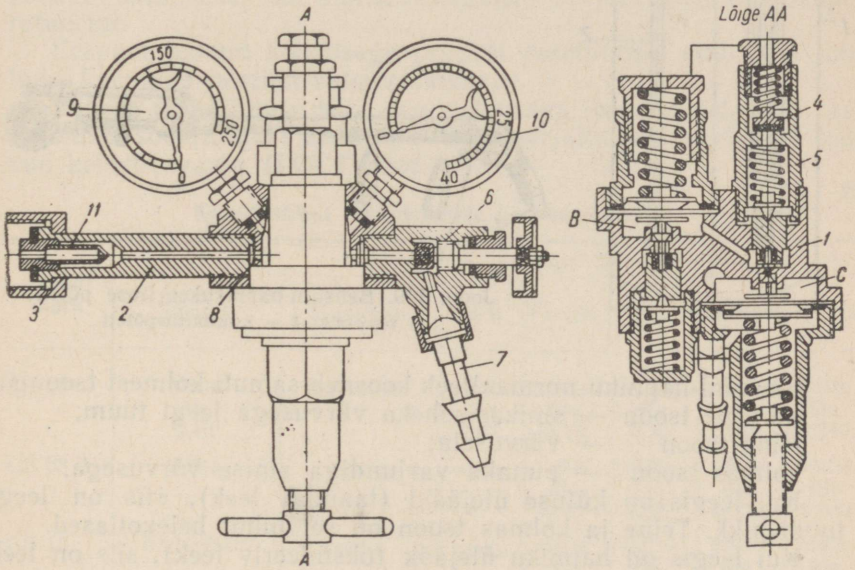
merdatud 0—7. Nende otsikutega võib keevitada kuni 30 mm paksust metalli.

Gaasikeevituseks vajalik hapnik toimetatakse kohale balloonides rõhu 150 kg/cm² all. Balloonide maht veega mõõdetult on 50, 40 ja 33 l. Enamasti kasutatakse 40 l mahuga balloone, mis sisaldavad 6 m³ hapnikku, ümberarvestatult normaalrõhule. Hapnikuballoonid on värvitud siniseks ja kannavad pealkirja «Кислород» (hapnik). Balloonis esineva rõhu 150 kg/cm² madaldamiseks keevituspõleti rõhule, mis on 3—4 kg/cm², kasutatakse reduktoreid. Reduktorid on konstruktsioonilt otse- ja vastusuunalise toimega. Sagedamini kasutatakse vastusuunalise toimega reduktoreid.

Joonisel 196 on näidatud vastusuunalise toimega reduktori skeem. Skeemilt on näha, et reduktorisse voolav gaas püüab reduktsiooniklappi sulgeda.

Joonisel 197 on toodud vastusuunalise toimega kahekambrilise reduktori konstruktsioon. Reduktori keresse *1* on monteeritud kaks kambrit — kõrgrõhukamber *B* ja madalrõhukamber *C*. Reduktoril on sisselaskestutser *2*. Stutseri mutriga *3* kinnitatakse reduktor ballooni ventiilile. Kaitseklapp *4* on paigutatud madalrõhukambri kuplisse *5*. Väljalaskestutser on varustatud sulgeventiiliga *6* ja

nipliga *7* kummivooliku jaoks. Reduktori keresse on keeratud kaks manomeetrit — kõrgrõhumanomeeter *9*, mis näitab gaasi rõhku balloonis (enne reduktorit) ja madalrõhumanomeeter *10*, mis näitab töörõhku. Stutseris *2* on tihe võrkfilter *11*, mis takistab mustuse sattumist redutseerimiskambritesse, ja soojuse absorberina aukudega vaskseib *8*. Hapnikuballooni reduktor värvitakse samuti siniseks. Reduktoril on kaks manomeetrit — üks 200—250 kg/cm², teine 30—40 kg/cm².

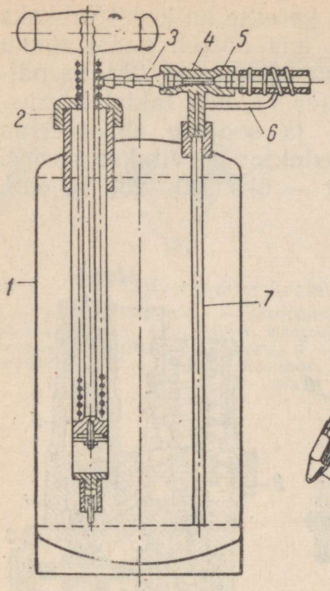


Joon. 197. Vastusuunalise toimega kahekambrilise reduktori konstruktsioon

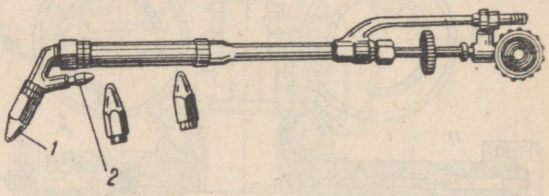
Peale atsetüleeni-hapniku-keevituse kasutatakse remondiettevõtetes ka bensiini-hapniku keevitust. Selle keevitusmeetodi põhimõte on järgmine: õhupumbaga varustatud 6 l mahuga anumasse (joon. 198) valatakse bensiini või bensooli. Bensiinikindla voolikuga ühendatakse anum alatise kuumendusega keevituspõletiga (joon. 199).

Teine voolik ühendab keevituspõleti hapnikuballooniga. Anumasse pumbatava õhu rõhk, mis on 2,0—2,5 kg/cm², surub vedelkütuse keevituspihustisse.

Et vedelkütus keevituspihustis aurustuks, kuumendatakse viimast algul lahtisel leegil. Seejärel süüdatakse keevituspõleti kuumendamisleek ja tööleek, mida vastavalt reguleeritakse. Detailide keevitamisel või nendele metalli pealesulatamisel tuleb jälgida, et keevituspõleti kuumendamine kuumenduspihusti leegiga toimuks pidevalt.



Joon. 198. Bensiini-hapniku-keevituse anum:
1 — anum; *2* — pump; *3* — vooliku nippel; *4* — kolmik; *5* — nippel; *6* — metalltoru; *7* — bensiinitoru



Joon. 199. Bensiini-hapnikukeevituse põleti:
1 — peaotsik; *2* — kuumutuspõleti

Bensiini-hapniku normaalleek koosneb samuti kolmest tsoonist:
esimene tsoon — sinikas-roheka värvusega leegi tuum;
teine tsoon — värvuseta;
kolmas tsoon — punaka varjundiga sinise värvusega.

Kui leegis on kütuse ülejääki (taandav leek), siis on leegi tuum pikk. Teine ja kolmas tsoon on sel juhul helekollased.

Kui leegis on hapniku ülejääk (oksüdeeriv leek), siis on leek lilla. Leegi tuum on sel juhul väike, lühike ja terava otsaga.

Keevituspõletil on neli vahetatavat otsikut, mis on nummerdatud 1—4. Nende otsikutega võib keevitada kuni 9 mm paksust metalli.

Lisamaterjalid. Hallmalmist detailide keevitamisel või neile metalli pealesulatamisel on soovitav kasutada lisamaterjalina kõrge ränisisaldusega hallmalmist vardaid. Keevitamisel räni soodustab grafiidi tekkimist. Soovitada võib järgmise koostisega malmvardaid ГОСТ-i 2671-44 järgi: (mark A) C = 3—3,6%; Mn = 0,5—0,8%, Si = 3—3,5%; P = 0,2—0,5%; Cr kuni 0,05%; Ni kuni 0,3%; S kuni 0,08%.

Mangaan ja väävel raskendavad keevitamisel grafiidi eraldumist. Räni ja fosfor soodustavad malmi grafiidistumist.

Hallmalmi pealesulatamisel ja keevitamisel kasutatakse autode remontimisel malmist praak-kolvirõngaid. Et eemaldada nendelt rõngastelt õli, kuumutatakse neid eelnevalt.

Sepistatavast malmist detailide keevitamisel kasutatakse lisamaterjalina pronksi või valgevaske.

Tempermalmist detailide keevitamisel kasutatakse täitemater-

jalina pronksi või valgevaske. Hallmalmist varraste kasutamise tulemusel tekib keevisõmbluses valgemalm. Valgemalmi eemaldamine keevisõmblusest on võimalik ainult detaili teistkordse lõõmutamisega. Autoremondiettevõttes on lõõmutamine raskesti teostatav. Tempermalmi keevitamisel on seepärast soovitav kasutada lisamaterjalina järgmise koostisega pronksi: Cu = 56—59%; Zn = 37—40%; Sn = 1—1,25%; Fe = 1%; Ni = 0,5%; Mn = 0,5%. Selle sulami sulamistemperatuur on umbes 870° C.

Tempermalmi keevitamist pronksiga on õigem nimetada kõvaks jootmiseks, sest malm ei kuumene seejuures sulamistemperatuurini.

Eespool toodud koostisega pronksi puudumisel võib real juhtudel kasutada tavalist valgevasktraati.

Vähese ja keskmise süsinikusisaldusega terasest detailide keevitamisel soovitatakse kasutada lisamaterjalidena tabelis 21 toodud keevitustraate (ГОСТ 2246-54).

Tabel 21

Keevitustraat terasdetailide keevitamiseks

Traadi mark	Elementide sisaldus %						
	Süsinik	Mangaan	Räni	Kroom	Nikkel	Väävel	Fosfor
СВ-08	Mitte üle 0,10	0,35—0,60	mitte üle 0,03	mitte üle 0,15	mitte üle 0,30	mitte üle 0,040	mitte üle 0,040
СВ-08 А	sama	sama	sama	mitte üle 0,10	mitte üle 0,25	mitte üle 0,030	mitte üle 0,030
СВ-15	0,11—0,18	sama	sama	mitte üle 0,20	mitte üle 0,30	mitte üle 0,040	mitte üle 0,040
СВ-15Г	0,11—0,18	0,8—1,1	sama	mitte üle 0,20	mitte üle 0,30	sama	sama

Keevitustraati СВ-08 kasutatakse suure plastilisusega ja sitkusega keevisõmbluste ning pealesulatiste saamiseks, traati СВ-08А tähtsamate keeviskonstruktsioonide juures, traate СВ-15 ja СВ-15Г suure tugevusega keevisõmbluste ja pealesulatiste saamiseks.

Väikese ja keskmise süsinikusisaldusega legeeritud terastele pealesulatamisel ning nende keevitamisel soovitatakse kasutada lisamaterjalina sama koostisega metalli, millest on valmistatud remonditav detail, või valida üks tabelis 21 toodud legeeritud terasest, ГОСТ-i 2246-54 nõuetele vastavaid keevitustraate.

Alumiinium- ja pronksdetailidele pealesulatamisel ning nende keevitamisel soovitatakse kasutada lisamaterjalina (gaasikeevitamisel) sama koostisega metallvardaid, millest on valmistatud

remonditav detail. Pronksdetailidele pealesulatamisel ja nende keevitamisel võib kasutada asendusmaterjalina valgevaske.

Räbustajad. Gaasikeevitusel ja detailide pealesulatamisel kasutatakse räbustajaid. Neid lisatakse hapendite lahustamiseks ja metalli pinnal hästi ujuvate, kergesti sulavate šlakkide moodustamiseks. Räbustajatel peavad olema järgmised omadused:

1) kerge sulavus, s. t. omadus sulada temperatuuridel, mis on madalamad keevitamistemperatuurist;

2) küllaldane sitkus sulas olekus, et räbustaja ei voolaks maha keevitatavalt kohalt ega paljastaks seda;

3) võime hästi lahustada oksüüdikelmeid, sulades nendega kokku;

4) väiksem erikaal kui keevitataval metallil;

5) mitte tekitada metallis lahustuvaid gaasilisi aineid või tekitada aurusid;

6) räbustaja jäägid, samuti selle reaktsioonide produktid peavad olema pärast keevitamist kergesti mahapestavad.

Hallmalmi keevitamisel ja detailidele pealesulatamisel soovitatakse kasutada järgmisi räbustajaid:

1. retsept — 100% booraksit;
2. retsept — 50% booraksit, 47% naatriumbikarbonaati, 3% ränihapet.

Tempermalmist detailide keevitamisel eripronksiga või valgevasega soovitatakse kasutada järgmisi räbustajaid:

1. retsept — 50% booraksit, 50% boorhapet;
2. retsept — 100% booraksit;
3. retsept — 70% booraksit, 20% keedusoola, 10% boorhapet.

Viimase retsepti kohast räbustajat kasutatakse pronksdetailide keevitamisel.

Alumiiniumdetailide keevitamisel või neile pealesulatamisel soovitatakse kasutada mitmesuguseid räbustajaid. Toome neist mõned:

1. retsept — 43,8% kaaliumkloriidi, 4,4% natriumsulfaati, 3,6% naatriumkarbonaati, 48,2% booraksit;
2. retsept — 60% kaaliumkloriidi, 24% liitiumkloriidi, 12% naatriumkloriidi, 4% kaaliumsulfaati;
3. retsept — 35% krüoliiti, 50% kaaliumkloriidi, 15% naatriumkloriidi.

Terasdetailide keevitamisel ja neile pealesulatamisel ei kasutata räbustajaid.

Keevituspõletite valik. Andmed keevituspõletite CУ valimiseks, sõltuvalt keevitatava metalli paksusest, on toodud tabelis 22. Andmed põletite valimiseks bensiini-hapnikukeevitusel, sõltuvalt keevitatava metalli paksusest, on toodud tabelis 23.

Juhised mitmesuguste metallide keevitamiseks gaasiga. Hallmalmi keevitatakse gaasiga külmalt ja kuumendatult.

Külmalt keevitatakse ainult väikesi ja lihtsa kujuga detaile.

Tabel 22

Keevituspõletite karakteristika

Näitajad	Otsikute numbrid							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Keevitatava metalli paksus mm . .	0,5—1,0	1—2	2—4	4—6	6—9	9—14	14—20	20—30
Atsetüleeni kulu l/h	75	150	300	500	750	1200	1700	2500
Hapniku kulu l/h	90	180	360	600	900	1400	2000	3000

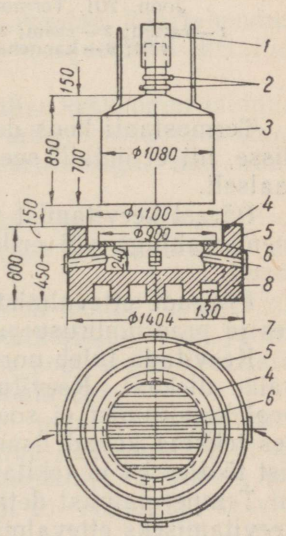
Tabel 23

Keevituspõletite karakteristika keevitamisel bensiini-hapnikuga

Näitajad	Otsikute numbrid			
	1	2	3	4
Keevitatava metalli paksus mm . . .	kuni 2	4	6	9
Kütuse kulu g/h	240	400	600	1500
Hapniku kulu l/h	300	500	750	1500

Need lihtsad detailid võivad igas suunas vabalt paisuda ja sel juhul on külmalt keevitamine täiesti lubatav.

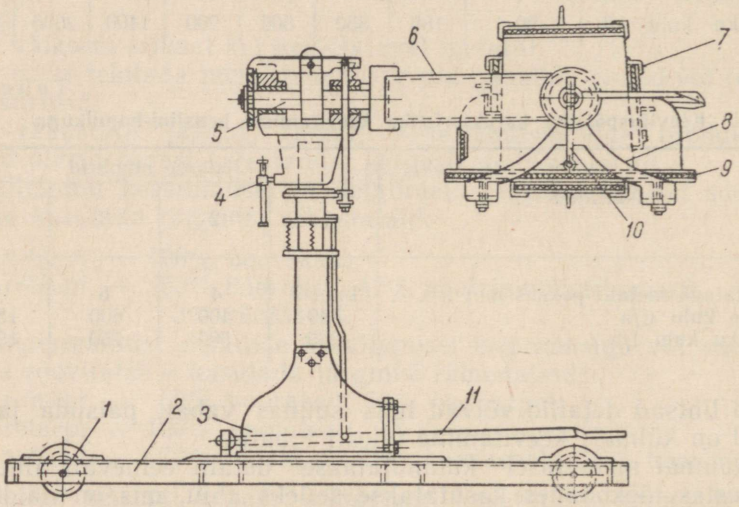
Kuumal menetlusel kuumutatakse detaili eelnevalt ahjudes. Väikestes töökodades kasutatakse selleks ahju, mis on näidatud joonisel 200. See töötab tavaliselt puusöega. Autoremonditehased organiseerivad suurte ja keerukate detailide, nagu mootoriplokkide ja plokikaante keevitamist üksikute järkudena: detailide kuumutamine eelsoojenduse ahjus temperatuurini 250—350°, lõplik kuumendamine ahjus temperatuurini 600—700° ning keevitamine erilises termostaadis. Seega kuumutatakse detaile kahes järgus —



Joon. 200. Keevitatavate detailide spetsiaalne kuumutusahi:

1 — väljatõmbetoru; *2* — siiber; *3* — raudkuppel; *4* — sisemine rõngas; *5* — raudkest; *6* — malmrest; *7* — õhutoru; *8* — tellismüüritus

eelsoojendusahjus ja kuumutusahjus. Need ahjud võivad töötada vedelkütuse, gaasi või elektriga. Eelsoojendusahi võib töötada lõpliku kuumutusahju heitgaasidega. Pärast lõplikku kuumutamist asetatakse plokk või plokikaas erilisse termostaati (joon. 201), nii et keevituse teel kõrvaldatavad defektid jäävad akende kohale. See termostaat on tavaliselt valmistatud 3—4 mm paksusest plekist ja vooderdatud 20—25 mm paksuselt asbestlehtedega. Termostaadi aknad suletakse asbestiga kaetud plekkidega.



Joon. 201. Termostaadiga stend malmdetailide keevitamiseks:
1 — rattad; *2* — raam; *3* — sammas; *4, 10, 11* — käsihoovad; *5* — horisontaalvõll; *6* — kandehark; *7* — klamber; *8* — kronstein; *9* — pöördlaud

Termostaati koos detailidega võib seada igasugusesse asendisse, nii et detaili see koht, millel on defekt, võiks olla horisontaalselt.

Pärast keevitamist võib kuuma detaili lasta jahtuda koos kuumendusahjuga või erilises termostaadis, kus detail jahtub aeglaselt.

Pragude ettevalmistamine keevitamiseks seisab äärte faasimises ja prao ümbruse puhastamises roostest ning õlist.

Keevitada tuleb normaalleegiga või leegiga, kus on atsetüleeni väike ülekaal. Keevitus teostatakse ühe siirdega. Teistkordset pealekeevitamist ei soovitata, sest seejuures võivad keevisõmbluses tekkida kõvad lisandid, mis halvendavad järgnevat mehaanilist töötlemist ja tekitavad ohu uute pragude kujunemiseks.

Tempermalmist detailide keevitamisel eripronksiga tinutatakse keevitamiseks ettevalmistatav koht üle. Keevitamisel valgevasega

pole tinutamine tarvilik. Pärast tinutamist võib alustada keevitamist. Et vältida tsingi väljapõlemist, mis keevisõmblust nõrgestaks, keevitatakse ühe siirdega, keevisõmblust teistkordselt sulatamata. Keevitamisel ei tohi sulametalli segada. Keevituspõleti hoitakse lisamaterjali varda sulamiskohast niisugusel kaugusel, et detail ei kuumeneks üle 950° C. Sellel temperatuuril algab süsiniku lahustamine, mis põhjustab sepistatavas malmis valendustsooni tekkimise.

Alumiiniumisulameist detailide keevitamisel kasutatakse keevituspõleti normaalleeki. Leegi tuum peab asuma 6—10 mm kaugusel sulanud metallist. Alumiiniumisulameist keeruka kujuga detailid kuumutatakse enne keevitamist temperatuurini 350—400° C. Tuleb silmas pidada, et alumiiniumisulamid ei muuda kuumutamisel värvust, mille tõttu temperatuuri määramine silma järgi pole võimalik. Temperatuur määratakse detailile riputatud saepuru söestumise järgi või detailile terasvardaga joone tõmbamisega. Läikiva joone saamisel loetakse alumiiniumisulamist detaili temperatuur küllaldaseks.

Õhukese seinaga alumiiniumisulameist detailide keevitamisel horisontaalasendis paigutatakse keevisõmbluse alla soojuse ärajuhtimiseks ja sulanud metalli väljumise takistamiseks vaskplekk.

Keevisõmblust pestakse pärast keevitamist sooja vee ja harjaga, et eemaldada jääke, mis suurendavad metalli korrodeerumist.

2. Elektrikeevitus

Elektrikeevituseks nimetatakse niisugust keevitust, kus kokkukeevitatavate detailide paiklik kuumendamine ja metalli sulamine saavutatakse elektrikaarega.

1802. a. vene akadeemik V. V. Petrov avastas kaarlahenduse nähte ja võimaluse kasutada selle nähte soojusefekti metallide sulatamiseks.

Kaarlahendus on üks elektrivoolu gaasilise keskkonna läbimise erijuhtusid. Kaarlahendus erineb teistest lahendusviisidest (tume ja hõõguv) heleda valguse ja kõrge temperatuuriga, mis atmosfäärirõhu juures ulatub 6000°-ni C.

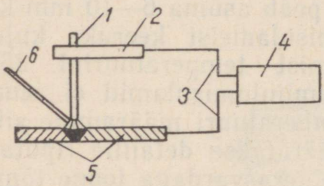
Ettepaneku elektrikaare kasutamiseks tegi esmakordselt 1882. a. andekas vene leidur N. N. Benardos (1842—1905), kes elektrikaare kasutamise ka realiseeris.

N. N. Benardose keevitusmeetodi skeem on toodud joonisel 202. Söevarras (elektrood) *1*, mis asub elektroodihoidjas *2*, on juhtme *3* kaudu ühendatud elektrigeneraatori *4* ühe poolusega. Keevitatav detail *5* on ühendatud generaatori teise poolusega.

Kaar süüdatakse elektroodi lühiajalise puudutamisega vastu detaili ja seejärel eemaldamisega. Tekkinud kaar sulatab detaili kokkukeevitatavad servad, kujundades sulametalli vannikese, millesse lisatakse kaares sulatatud lisametalli *6*. Niisugust keevita-

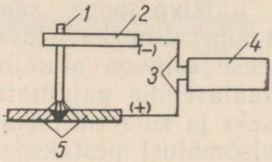
mist nimetatakse ka süsielektroodiga kaarkeevituseks. Käesoleval ajal on see keevitusmeetod kõrvalise tähtsusega ning seda kasutatakse alumiiniumisulameist detailide taastamisel.

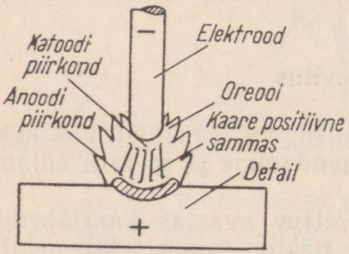
Autodetailide taastamisel kasutatakse laialdasemalt elektrikeevitust alalis- ja vahelduvvoolu meetodil, mille esitas ja esmakordselt 1888. a. rakendas insener N. G. Slavjanov. Selle meetodi juures kasutatakse metallelektroode. Joonisel 203 on toodud alalisvooluga keevitamise skeem metallelektroodiga.



Joon. 202. Benardose meetodil keevitamise skeem

Joon. 203. Slavjanovi meetodil keevitamise skeem





Joon. 204. Lahtise keevituskaare skeem

Keevitatav detail *5* asetatakse metall-lauale, mis on juhtmega *3* ühendatud vooluallikaga *4*. Teine juhe *3* ühendatakse elektroodihoidjaga *2*, milles asub elektrood *1*. Pärast voolu sisselülitamist puudutatakse elektroodiga keevitatavat detaili ja eemaldatakse siis 4—10 mm kaugusele. Selle tulemusena tekib elektroodi ja detaili vahel kaar. Joonisel 204 on näidatud lahtise elektrikaare skeem. Kaare vahemikus eristatakse katoodi piirkonda, positiivset kaare sammast ja anoodi piirkonda. Kõige enam kuumenenud osal (katoodi jälg) on temperatuur, mis on lähedane elektroodi materjali keemistemperatuurile. Enamikul elektroodidel on see temperatuur 3000—4000° C. Samba keskel ulatub temperatuur kuni 6000°-ni C. Kaar sulatab detaili metalli ja elektroodi, kujundades keevisõmbluse. Kui detail on ühendatud plusspoolusega (+) ja elektrood miinuspoolusega (—), siis saame nn. otsesuunalise polaarsuse. Ühendades detaili miinuspoolusega (—)

ja elektroodi plusspoolusega (+), saame vastusuunalise polaarsuse.

Alalisvooluga keevitamisel tuleb polaarsuse valikul silmas pidada, et kaare tekkimisel on soojuse jaotus protsentides umbes järgmine:

plusspoolus — anood (+) . . 43,
miinuspoolus — katood (—) . 36,
elektrikaar . . . . . 21.

Vahelduvvooluga keevitamisel voolu polaarsus muutub perioodiliselt.

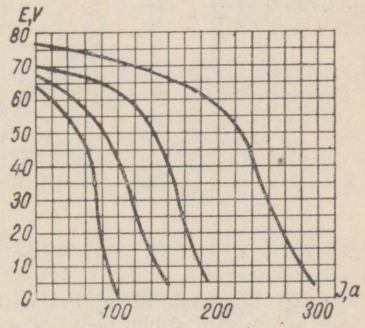
Elektrikaare süütamisel, kui keevitaja puudutab elektroodiga detaili, on kontakt kokkupuute kohas ebatihe, mille tõttu elektroodi ots kuumeneb kõrge temperatuurini. Kui keevitaja eemaldab elektroodi detailist, muutub metalli aurude ja ioniseeritud gaasiosakestega täidetud õhuvahe elektrit juhtivaks. Sel põhjusel jääb elektrivool detaili ja elektroodi vahel püsima ning kaare põlemine kestab edasi.

Kaare alalhoidmiseks 2—4 mm pikkusel vahemaal on tarvis, et pinge elektroodi ja detaili vahel oleks vähemalt 18—22 V.

Pinge kaare süütamisel, s. o. alalisvoolu keevitusmasina tühikäigu pinge või transformaatori tühikäigu pinge vahelduvvoolu korral, peab olema kõrgem. Tööpraktika näitab, et kaare süütamisel ei või alalisvoolu keevitusmasinate pinge olla madalam kui 25—40 V. Transformaatori pinge kaare süütamisel peab olema 55—65 V.

Elektroodi ühtlaseks sulamiseks peab voolu tugevus kaares olema ühtlane. See on võimalik ainult siis, kui keevitusmasin muudab oma tööpinget, s. o. pinget sõltuvalt kaare pikkusest. Elektroodi kokkupuutel detailiga (lühise tekkimisel) peab keevitusmasina pinge langema peaaegu nullini, sest vastasel korral võiks voolutugevuse tõus ohustada mähiseid. Elektroodi eemaldamisel detailist peab masina pinge kiiresti tõusma normaalväärtuseni, sest vastasel korral kaar kustuks.

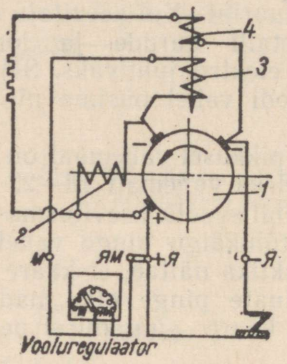
Seda nõuet rahuldavad langeva väliskarakteristikaga alalisvoolu-keevitusgeneraatorid (joon. 205).



Joon. 205. Alalisvoolu keevitusgeneraatori СМГ-2 väliskarakteristika

Autodetailide taastamisel kasutatakse laialdaselt alalisvoolu keevitusgeneraatoreid СМГ-1 ja eriti СМГ-2 ning vahelduvvoolu keevitusaparaate СТЭ-24 ja СТЭ-34.

Joonisel 206 on toodud keevitusgeneraator СМГ-2 elektriline skeem. Generaatori *1* ankru paneb pöörlema elektrimootor. Generaatoril on sõltumatu ergutusega mähis *2* ja ergutusmähised *3* ja *4*. Voolu reguleeritakse selles generaatoris kahel viisil: reostaadi abil, mis on lülitatud ergutusvoolu ahelasse, või harjade nihutamisega kollektoril (jäme reguleerimine). Kui harju liigutada kollektori pöörlemisele vastassuunas, siis generaatori vool tugevneb. Vastassuunas nihutamisel vastavalt vool nõrgeneb.



Joon. 206. Alalisvoolu keevitusgeneraatori СМГ-2 elektriline skeem

Keevitusgeneraatorid СМГ annavad püsiva kaare ega vaja stabilisaatoreid. Generaatorid СМГ on ühe töökoha jaoks.

Tabelis 24 on toodud generaatorite СМГ tehniline karakteristika.

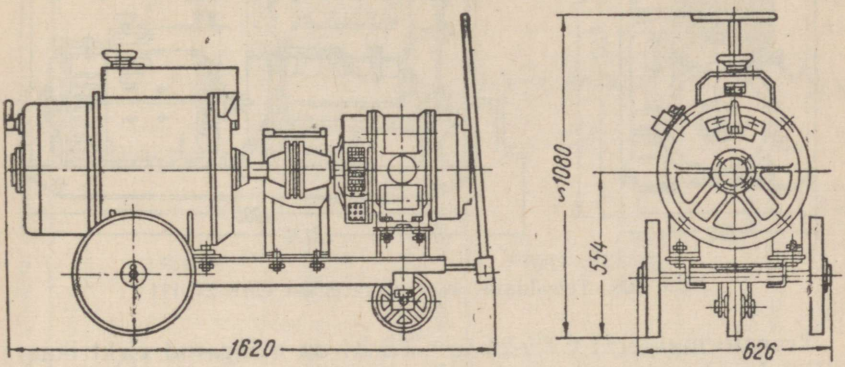
Tabel 24

Keevitusgeneraatorite СМГ tehniline karakteristika

Generaatori tüüp	Võimsus kestval piirkoormusel kW	Nominaalpinge V	Pöörete arv minutis	Maksimaalvool amprites ПР[1] juures			Reguleerimise piirid A	Agregaadi kaal kg	Generaatori otstarve
				100%	75%	50%			
СМГ-1	3,75	25	1430	150	185	230	40—250	570	Keevitamiseks metallelektroodiga
СМГ-2	10,0	40	1430	250	300	350	75—400	750	Keevitamiseks süsi- ja metallelektroodiga

[1] ПР tähendab lühiajalist korduvat töörežiimi, mis väljendab protsentides kaare põlemisaja suhet generaatori tööajasse 5-minutilisel töötsüklil.

Joonisel 207 on toodud teisaldatav keevitusagregaat СУГ-2р. Agregaat koosneb alalisvoolu keevitusgeneraatorist СМГ-2Г-11 ja kolmefaasilisest elektrimootorist Р-5 3/4. Agregaat on monteeritud keeviskonstruktsiooniga raamvankrile, mida võib suunata igale keevitaja töökohale. Generaator on arvestatud keevitamiseks elektroodidega läbimõõdus 3—7 mm.



Joon. 207. Teisaldatav keevitusagregaat СУГ-2р

Keevitamisel toimub generaatori voolu jämereguleerimine harjade ümberpaigutamisega kollektoril.

Laagrikilbil fikseeritava käepidemega paigutatakse harjahoidja ümber kolme asendisse:

1) äärmine vasakpoolne asend vastab töörežiimile 70—130 A pingel 18 V ja töörežiimile 40—105 A pingel 30 V;

2) keskasend vastab töörežiimile 115—235 A pingel 18 V ja töörežiimile 65—185 A pingel 30 V;

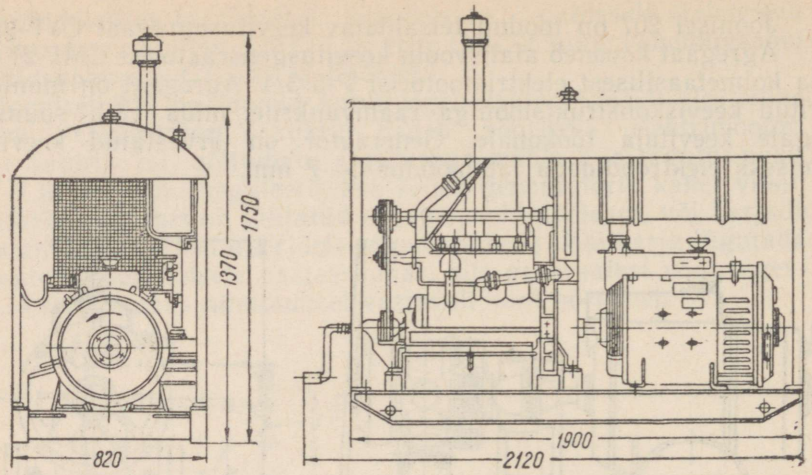
3) äärmine parempoolne asend vastab töörežiimile 200—400 A pingel 18 V ja töörežiimile 110—320 A pingel 30 V.

Täpsem reguleerimine toimub põikpooluste vooluahelasse lülitatud reostaadiga. Pöörates reostaadi käsiratast päripäeva, väheneb takistus ja ergutusvool tugevneb. Selle tulemuseks on lühisvoolude ja töövoolu tugevnemine.

Joonisel 208 on toodud liikuv alalisvoolu keevitusagregaat САК-2Г-111. Agregaat koosneb sisepõlemismootorist ГАЗ-МК ja alalisvoolu keevitusgeneraatorist СМГ-2Г-111. Agregaat on monteeritud keeviskonstruktsiooniga raamile ja on transporditav autol või järelvankril. Agregaat on kaetud raudplekist katusega ja võib töötada väljas.

Keevitusvoolu reguleerimise piirid on 45—320 A. Keevitada võib elektroodidega, mille läbimõõt on 3—7 mm.

Tabelis 25 on toodud teisaldatavate alalisvoolu keevitusagregaatide karakteristikad.



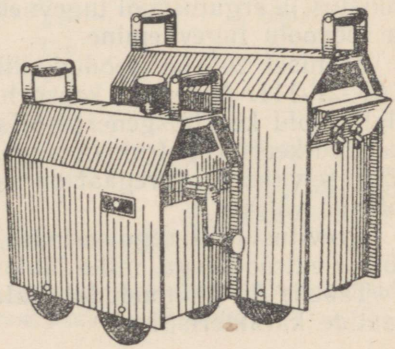
Joon. 208. Teisaldatav keevitusagregaat САК-2Г-111

Transformaatorid СТЭ-24 ja СТЭ-34 on määratud elektrikaare toitjateks kaarkeevitamisel ja detailidele pealekeevitamiseks vahelduvvooluga. Nad on ühe töökoha jaoks ja neil on regulaatori järjestikuse ühenduse tõttu langevad karakteristikud.

Tabelis 26 on toodud andmed keevitustransformaatorite kohta. Joonisel 209 on toodud transformaator ja regulaator СТЭ.

Transformaatori mähised kujutavad endast südamikuvarrastele asetatud kahte mähist. Kumbki mähis koosneb kahest primaarmähise (sisemised) ja ühest sekundaarmähise kihist (väline). Primaarmähised ühendatakse järjestikku. Transformaatoris СТЭ-34, mis on arvestatud pingele 220 V, ühendatakse primaarmähised paralleelselt. Sekundaarmähised ühendatakse kõigil juhtudel järjestikku.

Transformaatori mähised on kaetud isolatsiooniga, mida immutatakse niiskuskindluse tagamiseks. Regulaatorite mähised valmistatakse haljasjuhtmest kuumuskindla lakiga immutatud asbestist vaheisolatsioonidega.



Joon. 209. Transformaator ja regulaator СТЭ

Tabel 25

Teisaldatavate alalisvoolukeevitusagregaatide tehniline karakteristika

Agregaadi tüüp	Keevitusgeneraator			Voolu reguleerimise piirid A	Mootor				Gabariitmõõted mm	Agregaadi kaal kg
	tüüp	Vool A			tüüp	võimsus kW	pinge V	pöörded min.		
		ПР 100%	ПР 75%							
СУГ-2р	СМГ-2Г-11	250	300	45—320	Р-5 3/4	12	220/380	1430	1620×626×1080	550
САК-2Г-111	СМГ-2Г-111	250	300	45—320	ГАЗ-МК	—	—	1430	2250×1110×1810	900

Tabel 26

Keevitustransformaatorite tehniline karakteristika

Agregaadi tüüp	Keevitustransformaator			Vajalik võimsus kW	Pinge V	Gabariitmõõted mm	Agregaadi kaal kg	Märkused
	Vool A							
	ПР 100%	ПР 75%	Voolu reguleerimise piirid A					
Transformaator								
СТЭ-24	250	300	100—500	24,6	220/380	646×315×610	140	cos φ = 0,52
СТЭ-34	350	450	150—700	33,0	220/380	690×370×660	200	cos φ = 0,53
Regulaator								
РСТЭ-24	—	—	—	—	—	594×320×545	90	СТЭ-24 juurde
РСТЭ-34	—	—	—	—	—	669×320×545	90	СТЭ-34 juurde

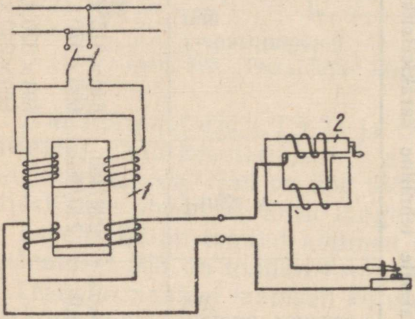
Transformaatori kesta otsseintele on kinnitatud näpitsplaadid. Ühele näpitsale, pealkirjaga 220/380, on välja toodud primaarmähise otsad, teisele — sekundaarmähise otsad.

Regulaatori kesta sellele otsale, kus pole kruvimehhanismi vänta, on kinnitatud kahe näpitsaga plaat. Näpitsatele on välja toodud regulaatori mähiste otsad. Transformaatori kestale on kinnitatud polt seadme maandusühenduse jaoks.

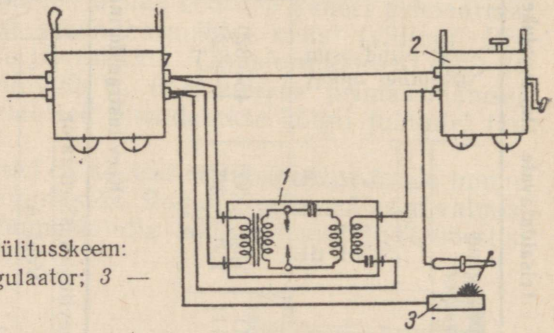
Joonisel 210 on toodud transformaatori ja regulaatori lülitusskeem.

Vahelduvvooluga keevitamisel ei ole kaar nii püsiv kui alalisvoolu puhul, mispärast siin kasutatakse ostsillaatoreid.

Ostsillaator (aktivisaator, joon. 211) on aparaat, mis rööbiti transformaatoriga toidab kaart kõrgepinge- ja kõrgsagedusvooluga. Ostsillaator ei suurenda ainult kaare püsivust, vaid kergendab ka selle süütamist.



Joon. 210. Transformaatori *1* ja regulaatori *2* ühendusskeem



Joon. 211. Ostsillaatori lülitusskeem: *1* — ostsillaator; *2* — regulaator; *3* — keevitusplaat

Ostsillaator koosneb transformaatorist võimsusega 200—300 W, mis transformeerib madalpingevoolu (65 või 220 V) normaalsagedusega (50 Hz) kõrgepingevooluks (3000 V). See vool suunatakse võnkeringi sädelahendisse. Sädelahendi kujutab endast kõrgsagedusega kustuvvõngete sädegeneraatorit. Võnkering koosneb kondensaatorist, induktiivpoolist ja volframkontaktidega sädelahendist. Võnkeringist suunatakse kõrgepingevool läbi blokeerimiskondensaatori tugeva isolatsiooniga juhtme kaudu elektrikaaresse.

Tabelis 27 on toodud mõnede ostsillaatorite tehnilised andmed.

Tabel 27

Ostsillaatorite tehniline karakteristika

Ostsillaatori tüüp	Primaarpinge V	Tühikäigu sekundaarpinge V	Voolu sagedus Hz	Kõrgsagedusvõimsus W	Võnkekontuuri andmed			Kaal kg
					Kondensaatori mahtuvus µF	Pooli induktiivsus µH	Blokk-kondensaatori mahtuvus µF	
МРЗТУО-2	65	3700	260 000	225	0,005	0,097	0,5	20
М-3	40—65	2500	250 000	75	0,0025	0,6	1—2	15

Elektroodid. Legeeritud ja süsinikteraste keevitamisel kasutatakse elektroode, millede andmed on toodud tabelis 28.

Elektrooditraadi margid on toodud tabelis 21.

Elektrooditraati (ГОСТ 2246-54) väljastatakse järgmistes läbimõõtudes: 1,0; 1,2; 1,6; 2,0; 2,5; 3,0; 3,5; 4,0; 5,0; 6,0; 6,5; 7,0; 8,0; 9,0; 10,0 ja 12,0 mm.

Normaalelektroodide pikkus peab olema järgmine: läbimõõtudel 1,0, 1,2, 1,6 ja 2,0 mm — 225 või 250 mm; läbimõõtudel 2,5 ja 3,0 mm — 350 mm; läbimõõtudel 3,5—4,0 mm — 400 või 450 mm; läbimõõtudel 5, 6, 7, 8, 9 ja 10 mm — 450 mm.

Elektrikeevitusel kasutatakse katteta ja kattega elektroode. Katteta elektroode kasutatakse keevitamisel alalisvooluga, juhul kui nõuded keevisõmbluse sitkuse kohta pole kõrged. Dünaamiliselt koormatud vastutavate detailide keevitamisel on soovitav kasutada kattega elektroode.

Süsinikterasest detailide keevitamisel ja pealesulatamisel valitakse elektroodid analoogiliselt eespool toodud lisamaterjalide valiku juhistega.

Legeeritud terasest detailide keevitamisel ja pealesulatamisel valitakse elektroodid süsinikusisalduse järgi. Elektroodi kate valitakse sõltuvalt legeerivast materjalist, mida on tarvis lisandada keevisõmblusse või pealesulatatavasse materjali.

Hallmalmi külmkeevitamisel kasutatakse kriitkattega vaskraudelektroode (terasplekist mähisega vask).

Malmi kuumkeevitamisel alalisvooluga kasutatakse malmelektroode, vahelduvvooluga keevitamisel aga kattega elektroode.

Alumiiniumisulameist detailide keevitamisel ja pealesulatamisel soovitatakse kasutada Benardose meetodit; lisamaterjalina tarvitada kattega vardaid samast materjalist mis taastatav detail.

Elektroodide kate on ette nähtud:

a) elektrikaare püsivuse (stabiilsuse) tõstmiseks;

b) gaasikatte loomiseks, et kaitsta sulametalli hapniku ja lämmastiku eest, tõstes seega keevisõmbluse sitkust;

Tabel 28

Elektroodid kaarkeevituseks

Elektroodi mark	Üle 3 mm läbimõõduga elektroodide kasutamisel		3 mm ja peenemate elektroodide kasutamisel. Э-34 elektroodide kasutamisel kõikides läbimõõtudes			Elektroodide peamine otstarve
	Õmbluse metall		Keevisliide			
	σ_t kg/mm²	suhteline pikenemine %	löögitugevus kgm/cm²	σ_t kg/mm²	murdenurk kraadi	
	Vähemalt					
Э-34	—	—	—	34	30	Konstruktsiooniteraste, vähese süsinikusisaldusega ja vähelegeeritud teraste keevitamiseks
Э-38	38	15	6	38	90	
Э-42	42	18	8	42	120	
Э-42A	42	22	14	42	180	
Э-50	50	16	6	50	90	Konstruktsiooniteraste, keskmise süsinikusisaldusega ja vähelegeeritud teraste keevitamiseks
Э-50A	50	20	13	50	150	
Э-55	55	16	6	55	90	
Э-55A	55	20	12	55	140	
Э-60	60	16	6	60	90	
Э-60A	60	18	8	60	100	
Э-70	70	12	6	—	—	Eriti tugevate konstruktsioonide raste keevitamiseks
Э-85	85	10	5	—	—	
Э-100	100	8	3	—	—	

c) räbukatte kujundamiseks sulametalli vannikesel, mis väldib õhu kokkupuutumist jahtumata metalliga. Selle tulemusena metalli jahtumine aeglustub, keevisõmblus tiheneb ja selle struktuur paraneb;

d) legeerivate komponentide sisendamiseks keevisõmblusesse.

Elektroodide katted jagunevad lihtsateks ja kvaliteetseteks, õhukesteks ja paksudeks.

Õhukeste (ioniseerivate) katete küljepaksuseks on soovitav võtta 0,10—0,25 mm. Nende põhiülesandeks on suurendada kaarevahemiku elektrijuhtivust ja alandada keevitusvoolu pinget. Selle saavutamiseks viiakse kattesse aineid, millel on suhteliselt madal ioniseerimis-potentsiaal. Nende ainete hulka kuuluvad kriit, marmor, titaanhapend jne.

Mõned ioniseerivad lained, näiteks titaanhapend, mitte ainult ei stabiliseeri leeki, vaid vähendavad ka elektroodimetalli tilku ja teatud määral alandavad metallivanni temperatuuri. Viimane asjaolu on eriti tähtis õhukeste terasdetailide keevitamisel.

Õhukestest lihtsatest katetest kasutatakse laialdaselt kriitkatet, mis sisaldab 80—85% kriiti ja 20—15% vesiklaasi.

Elektroodide katmine toimub järgmiselt: kriit peenestatakse ja sõelutakse läbi sõela, millel on 1200 ava 1 cm² kohta. Sõelutud kriit

segatakse vee ja vesiklaasisegusse kuni hapukoore püdeluseni. Saadud segusse kastetakse elektroodid, võetakse välja ja kuivatatakse vertikaalasendis temperatuuril 40—50°C.

Elektroode võib katta ka pintsliga, kuid see meetod on töömahukam. Paksud katted on tavaliselt 0,5—1,5 mm paksused (küljepaksus).

Kvaliteetkatted sisaldavad peale ioniseerivate ainete veel aineid, mis on määratud sulametalli kaitseks õhu eest, terase põhielemendi väljapõlemise vähendamiseks ja metalli legeerimiseks vastavate elementidega. Elektroodide katete koostises kasutatavate üksikute komponentide koostis ja otstarve on toodud tabelis 29.

Mõnede vesiklaasiga segatud paksu kvaliteetkattega elektroodide margid on toodud tabelis 30.

Tabel 29

Elektroodide katete üksikute komponentide koostis ja ülesanne

Komponendi grupp	Komponendi nimetus	Komponendi ülesanne
Ioniseeriv	Kriit, marmor, titaandioksüüd, leelis- ja leelismuldmetallide hapendid ja soolad	Kaarevahemiku ioniseerimine
Räbustav	Mangaani- ja titaanimaak, kriit, marmor, kvartsliiv, põllupagu jt.	Räbu moodustamine sulanud metalli kaitseks õhu toime eest ja õmbluse (pealesulatise) metallile soodsamate hangumistingimuste loomine
Gaase moodustav	Orgaanilised ained: tselluloos, puitjahu, tärklis, dekstriin, kriit	Erilise gaasilise keskkonna loomine kaare ja vedelmetalli vanni piirkonnas, et kaitsta sula metalli õhu toime eest
Taandav	Ferrosiliitsium, ferromangaan, ferrotitaan, grafiit jt.	Terase põhielementide väljapõlemise vähendamine ja pealesulatatud metallis hapnikusisalduse alandamine
Legeeriv	Ferrosiliitsium, ferromangaan, ferrotitaan, ferrokroom jt., mida viiakse sisse võrdlemisi suures koguses	Pealesulatatud metalli taandamine ja selle legeerimine vastavate elementidega, et anda talle soovitavaid omadusi
Vedeldav	Sulapagu, titaankontsentraat jt.	Räbu viskoossuse alandamine selleks, et paremini kaitsta sula metalli, paremini kujundada õmblust ning tekitada paremat vastastikust toimet metalli ja räbu vahel
Siduv	Vesiklaas, dekstriin, tärklis, portlandtsement, savi	Vajaliku mehaanilise tugevuse andmine kattele

Tabel 30

Elektroodide paksude kvaliteet-katete koostis ja ülesanne

Elektroodi mark	Katte komponendid %												Katte paksus mm	Traadi mark ГОСТ 2246-54	Elektroodi ülesanne
	Potas	Kaaliumkromaat	Marmor	Sulapagu	Põllupagu	Kvarts	Mangaanimaak	Titaanimaak	Tärklis	Ferromangaan	Ferrosiliitsium	Ferrotitaan			
A-1	3,2	—	—	—	—	—	10,2	86,6	—	—	—	—	0,15—0,25	CB-08 või C-15	Püsiva koormusega töötavate vähese vastutusrikkusega konstruktsioonide keevitamiseks
MT	—	7	—	—	—	31	—	62,0	—	—	—	—	0,20—0,25	CB-08 või C-15	0,5 mm paksemast terasest konstruktsioonide keevitamiseks
OMM-5	—	—	—	—	13	—	21,0	37,0	9	20	—	—	0,85—1,1	CB-08A või CB-15	Vähese süsinikusisaldusega ja vähe legeeritud teraste keevitamiseks
УОНИИ 13/45	—	—	53	18	—	9	—	—	—	2	3	15	0,85—1,25	CB-08 või CB-08A	
УОНИИ 13/55	—	—	54	15	—	9	—	—	—	5	5	12	0,85—1,25	CB-08 või CB-08A	Keskmise süsinikusisaldusega ja legeeritud teraste keevitamiseks
УОНИИ 13/65	—	—	50	15,5	—	9	—	—	—	7	3	15,5	0,85—1,25	CB-08 või CB-08A	
ЦН-250	—	—	44	21	12	—	—	—	—	14	9	—	1,2 —1,4	CB-08 või CB-15	Kulunud detailidele pealesulatamiseks
ЦН-350	—	—	40	21	12	—	—	—	—	18	9	2	1,2 —1,4	CB-08 või CB-15	

Elektrikeevituse režiim. Elektrikeevitusel on soovitav hoida kaar lühikesena. Lühikese kaarega keevitamisel on õhu mõju sulametallile väiksem ja keevisõmbluse tugevus seetõttu suurem. Tööpinge on lühikese kaare korral 11—15 V, pika kaare puhul 25 V.

Keevisvoolu tugevus sõltub järgmistest asjaoludest: keevitatava või pealesulatamiseks ettenähtud detaili metallist, detaili paksusest, elektroodi läbimõõdust, keevitamiseks kasutatava voolu liigist, elektroodist (katteta, õhukese või paksu kattega) ja keevisõmbluse ruumilisest asetusest (alumine, vertikaalne, laealune).

Tabelis 31 on toodud soovitatav keevitatava metalli paksuse ja elektroodi läbimõõdu vahekord.

Tabel 31

Keevitatava metalli paksuse ja elektroodi läbimõõdu vahekord

Keevitatava metalli paksus mm	Elektroodi läbimõõt mm
2—3	2
4—6	2—3
7—10	3—4
11—15	4—5
15—20	5—6

Kõige enam kasutatakse elektroode läbimõõduga 4—5 mm. Mitmesuguste metallide keevitamiseks soovitatud režiimid on toodud tabelis 32.

Tabel 32

Mitmesuguste metallide soovitatavad keevitusrežiimid

Vähese ja keskmise süsinikusisaldusega legeeritud terased		Alumiiniumisulamid (keevitamisel Benardosi meetodil)		
Elektroodi läbimõõt mm	Vool A	Keevitatava metalli paksus mm	Süsielektroodide läbimõõt mm	Vool A
3	80—100	2	14	120
4	120—150	4	16	200
5	160—180	6—8	16	260—300
6	225—250	10—12	16	340—380

Juhised mitmesuguste metallide keevitamiseks elektriga. Elektroodi kallutatakse keevitamisel vertikaalasendist 15—20° elektroodi liikumissuuna poole.

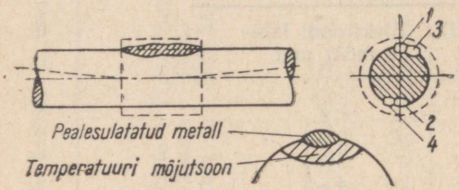
Alumise õmblusega keevitamisel kasutatakse praktikas enamasti parempoolset meetodit, s. t. et elektroodi liigutatakse keevitamisel vasakult paremale. On olemas kolme liiki keevisõmblusi: 1) kumer ehk tugevdatud keevisõmblus, 2) lame ehk normaalkee-

visõmblus (põkk-keevitamisel peab niisuguse keevisõmbluse metall asuma keevitatud eseme pinnaga ühel tasemel), 3) õõnes ehk nõrgestatud keevisõmblus.

Detailide deformeerumiste vähendamiseks kasutatakse mitmesuguseid meetodeid, nagu jahutamine, deformatsioonide tasakaalustamine, jäigalt kinnitamine jne.

Auto detailide taastamisel kasutatakse deformatsioonide vähendamiseks laialdaselt jahutamist ja deformatsioonide tasakaalustamist. Nii näiteks teostatakse pikkadele võllidele pealesulatamist veevannides, et võllid vähem kuumeneksid ja seetõttu vähem deformeeruksid.

Deformatsioonide tasakaalustamiseks toimub pealesulatamine võllidele näiteks 40—50 mm pikkuste pikivallidena (joon. 212).



Joon. 212. Võllidele pealesulatamine (arvud tähistavad pealesulatamise järjestust)

Kui esimene vall on lõpetatud, pööratakse võlli 180° võrra ja sulatatakse peale teine vall diametraalselt esimesega. Teise valli pealesulatamisel deformeerub võll vastassuunas ja seega õgvendub. Analoogiliselt sulatatakse peale teised vallid.

3. Keevitusliigi valik erinevatest metallidest valmistatud detailidele

Erinevatest metallidest autodetailidele keevitamise või pealesulatamise meetodi valimisel peab tundma gaasi- ja elektrikeevituse positiivseid ning negatiivseid omadusi.

Gaasi- ja elektrikeevituse positiivseteks omadusteks tuleb lugeda:

1) lisametalli kindlat liitumist detaili põhimetalliga;

2) pealesulatatud kihi või keevisõmbluse kõvaduse reguleerimise võimalust lisamaterjali (elektroodi) ja selle katte valikuga;

3) tööprotsessi küllaldast jõudlust.

Keevitamise negatiivseteks omadusteks on:

1) detaili põhimetalli struktuuri muutumine keevitamise mõjutsoonis, mis rikub detaili termilist töötlemist selles piirkonnas;

2) keeruka kujuga detailide kuumendamise vajadus enne keevitamist ja aeglane jahutamine pärast keevitamist, mis on tarvilikud pragude tekkimise vältimiseks. Kaardumise vältimiseks metalli pealesulatamisel kasutatakse mõnikord eriseadeldisi detaili jahutamiseks veega;

3) keevitamise ja pealesulatamise kvaliteedi sõltuvus keevitaja kvalifikatsioonist. Kogemusteta keevitaja võib metalli üle kuumendada, madaldades seega järsult keevituse kvaliteeti, mis on täiesti lubamatu vastutavate autodetailide keevitamisel või neile pealesulatamisel.

Elektrikeevitusega võrreldes on gaasikeevituse eelised järgmised:

1) detaili kuumendamise reguleerimise võimalus keevitamisel;
2) võimalus saada mitut liiki leeke, muuseas ka taandavat;
3) katteta keevitusvarraste kasutamine.

Gaasikeevituse negatiivseteks omadusteks on:

1) gaaside kasutamine, mis on mõnikord defitsiitsed;
2) suur termilise mõju piirkond;
3) keevitaja kõrge kvalifikatsiooni vajadus.

Elektrikeevituse eelisteks on:

1) võimalus töötada vahelduv- ja alalisvooluga (ei vajata defitsiitseid gaase);
2) väike termilise mõju piirkond detaili (eriti vastusuunalisel polaarsusel alalisvooluga keevitamisel);
3) võimalus kasutada madalama kvalifikatsiooniga keevitajat.

Elektrikeevituse negatiivseteks omadusteks on:

1) keevitamisel pole võimalik reguleerida detailide kuumenemist. Eriti raske on keevitada õhukest, 2—3 mm paksust plekki;
2) peamiselt kattega elektroodide kasutamise vajadus;
3) raskused malmi ja värviliste metallide sulamite keevitamisel. Nendeks töödeks vajatakse kõrge kvalifikatsiooniga keevitajat.

Alalis- ja vahelduvvooluga elektrikeevituse võrdlemisel leiame järgmised eelised ja puudused.

Alalisvooluga keevitamise eelised:

1) kaare stabiilsus;
2) võimalus keevitada katteta elektroodidega;
3) süsielektroodide kasutamise võimalus;
4) keevitusrežiimi reguleerimise võimalus voolu polaarsuse muutmise kaudu;
5) keevitustöökoha sõltumatus elektrivõrgust, kui keevitusmasin on vahetult sidestatud sisepõlemismootoriga. Niisuguseid seadmeid kasutatakse laialdaselt autode remontimisel väliolukorras.

Alalisvooluga keevitamise puudusteks on:

1) keevitusagregaadi madal kasutegur;
2) suur elektrienergia kulu;
3) keevitusagregaadi teenindamise ja remondi kõrge maksumus;
4) keevitusagregaadi suur kaal ja suured gabariitmõõted.

Vahelduvvooluga keevitamise eelisteks on:

1) keevitusaparatuuri kõrge kasutegur;
2) väiksem elektrienergia kulu;

3) keevitusaparatuuri töökindlus ja teenindamise ning remondi madal maksumus;
4) keevitusaparatuuri väike kaal ja väikesed gabariitmõõted.

Vahelduvvooluga keevitamise puudusteks on:
1) kaare väiksem stabiilsus;
2) kattega elektroodide kasutamise vajadus;
3) pole võimalik kasutada süsielektroode.

Tundes gaasi- ja elektrikeevituse positiivseid ning negatiivseid omadusi ja võttes arvesse eeltoodud kaalutlusi, võib õigesti valida mitmesugustest metallidest valmistatud detailide keevitamise ja nendele pealesulatamise meetodi.

Tabelis 33 on toodud üldjuhised keevituse või pealesulatamise meetodi valikuks autodetailide valmistamiseks kasutatavate metallide jaoks.

Tabel 33

Kasutatav keevitamise liik, olenevalt detaili materjalist

Detaili materjal	Gaasikeevitus	Elektrikeevitus
Hallmalm	Keevitub hästi Lisamaterjal — malmvardad. Räbustajad kohustuslikud. Väikesi ja kujult lihtsaid detaile keevitatakse külmalt, suuri ja keeruka kujuga detaile kuumendatult. Pärast keevitamist peavad detailid aeglaselt jahtuma	Keevitub rahuldavalt Katteta teraselektroodidega külmalt keevitades tekib valendatud piirkond. Seda meetodit ei saa soovitada vastutusrikaste osade keevitamiseks Paksu kattega grafiiti sisaldavate teraselektroodidega suure sulametallikoguse külmalt pealekeevitamisel ei teki valenduspiirkonda ja keevituse kvaliteet on täiesti rahuldav Paksu kattega malmelektroodiga külmalt keevitamisel saadakse täiesti rahuldavad tulemused. Valenduspiirkonda ei teki. Malmelektroodidega kuumendatult keevitades saadakse täiesti rahuldavad tulemused
Tempermalm	Keevitub halvasti. Soovitatakse keevitada eripronksiga. Pronksi asemel võib kasutada valgevaske	Keevitub halvasti. Tekib valenduspiirkond, mis on eriti kõva ja habras
Vähese süsinikusisaldusega teras (C kuni 0,3%)	Keevitub hästi. 2—3 mm paksusi detaile keevitatakse gaasikeevitusega	Keevitub hästi. Elektrikeevitust kasutatakse üle 3 mm paksuste detailide keevitamiseks

Detaili materjal	Gaasikeevitus	Elektrikeevitus
Keskmise süsinikusisaldusega teras (C 0,3—0,6%)	Keevitub rahuldavalt	Keevitub hästi. Soovitav on kasutada paksu kattega elektroode
Kroomteras	Keevitub hästi. Kasutatakse titaani või vanaadiumi sisaldavaid räbustajaid	Keevitub hästi. Kasutatakse legeerivate komponentidega pakse katteid. Suure ristlõikega detailide keevitamisel on soovitav keevitatavat kohta eelkuumendada temperatuurini 150—260°C
Kroomnikkelteras	Keevitub rahuldavalt. Räbustajate kasutamine on kohustuslik	Keevitub rahuldavalt. Alalisvooluga keevitamisel on soovitav kasutada vastassuunalist polaarsust. Soovitavad on paksu kattega elektroodid
Alumiiniumisulamid	Keevitub rahuldavalt. Leek peab olema rangelt normaalne. Räbustajate kasutamine on kohustuslik. Gaasikeevitust võib kasutada detailide keevitamisel alates paksusest 0,1 mm ja paksemaid	1 mm ja paksemate detailide keevitamiseks on soovitav kasutada Benardosi meetodit. On võimalik keevitada ainult kattega metallelektroodidega
Pronks	Keevitub hästi. Keevitamisel peab leek olema normaalne. Räbustajate kasutamine on kohustuslik	Keevitub rahuldavalt Kaetud elektroodide kasutamine on kohustuslik. Soovitav on kasutada Benardosi meetodit

4. Mehhaniseeritud keevitamine ja pealesulatamine

Elektrikeevituse peamiseks puuduseks on see, et töö kvaliteet sõltub keevitaja kvalifikatsioonist. Lisaks sellele on käsitsikeevitamise jõudlus võrdlemisi madal. Neist asjaoludest tingitult on elektrikeevituse mehhaniseerimine täiesti õigustatud.

Mehhaniseeritud keevitus jaguneb automaat- ja poolautomaatkeevituseks.

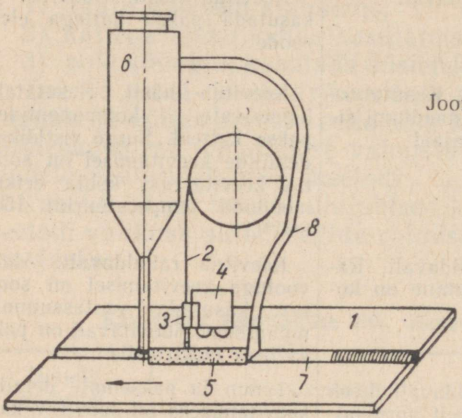
Automaatkeevitusel on elektroodi etteanne kaaresse ja kaare liikumine mööda keevisõmblust mehhaniseeritud. Poolautomaatkeevitusel on tavaliselt mehhaniseeritud üks neist operatsioonidest. Metallelektroodiga keevitamisel on mehhaniseeritud elektroodi traadi etteanne kaaresse.

Elektroodide materjalide poolest eristatakse keevitamist metall- ja süsielektroodidega. Kaare põlemistingimuste järgi võib keevitamine toimuda lahtise või kaetud kaarega.

Automaatkeevitamine ja pealesulatamine. Meetod automaatkeevitamiseks räbustaja all on välja töötatud 1939.—1940. a. Ukraina NSV Teaduste Akadeemia Elektrikeevituse Instituudis akadeemik

E. O. Patoni juhtimisel. Suure Isamaasõja aastail kasutati seda meetodit laialdaselt paljudes meie masinaehitustehastes.

Joonisel 213 on toodud automaatkeevitamise skeem räbustaja all.



Joon. 213. Automaatkeevitus metallelektroodiga räbustaja kihi all

Elektrikaar põleb põhimetalli *1* ja katteta elektrooditraadi *2* vahel. Elektrooditraati suunab kaare piirkonda keevituspea *3*. Kaare tekitamiseks võib kasutada vahelduv- või alalisvoolu. Kaart viib mööda keevisõmblust edasi iseliikuv ajam *4*. Kaar põleb granuleeritud räbustaja *5* kihi all. Räbustaja langeb kaare ette punkrist *6*. Räbustaja eraldab kaare peaaegu täielikult õhu mõjust. Osa räbustajat sulab keevitamisel ning kujundab jahtumisel kooriku *7*, mis ühtlaselt katab keevisõmbluse.

Kasutamata räbustaja imetakse suudme ja vooliku *8* kaudu tagasi punkrisse *6*. Keevitamisel räbustaja all on metalli ülekanne peamiselt väikesetilgaline. Keevisõmbluse metall omab seejuures iseloomuliku tulpstruktuuri.

Räbustaja all automaatkeevituse peamisteks eelisteks on:

1) tööjõudluse tõus,
2) keevisõmbluse metalli kvaliteedi tõstmine,
3) elektrooditraadi ja elektrienergia kokkuhoid,
4) ekspluatatsioonilised eelised,
5) kvaliteedi kontrolli lihtsustamine.

Käsikeevitusega võrreldes suureneb automaatkeevitusel tööjõudlus keevitusvoolu tugevuse tõusu, keevitamise kiiruse suurenemise, pealesulatatava metalli hulga vähenemise ja suure ristlõikega õmbluste ühe siirdega keevitamise võimaluse arvel.

Keevisõmbluse metalli kvaliteedi tõstmine saavutatakse järgmiste tegurite mõjul:

1. Sõre räbustaja ja selle sulamisel tekkiv koorik kaitsevad sulametalli hästi õhu hapniku ja lämmastiku mõjude eest. Keevisõmblusesse satub umbes 20 korda vähem hapnikku ja 3 korda vähem lämmastikku kui paksu kvaliteetkattega elektroodidega

käsitsikeevitamisel. Lisaks sellele aeglustab räbustaja jahtumist, mille tulemusena keevisõmblus kujuneb ühtlaseks ja tihedaks.

2. Keevitamisel räbustaja all satub keevisõmblusesse umbes 70% põhimetalli, mille tulemuseks on keevisõmbluse metalli keemilise koostise ühtlus. Käsitsikeevitamisel satub keevisõmblusesse ainult 35% põhimetalli.

3. Põhimetalli ja elektroodi legeerivad komponendid säilivad keevisõmbluses, sest räbustaja takistab nende väljapõlemist keevitamisel.

Automaatkeevitamisel ulatub elektrooditraadi kokkuhoid 60%-ni. Kokkuhoid saavutatakse põlemiskadude laialipritsimise ning keevisõmbluse ristlõike vähenemise arvel 20—40% võrra, võrreldes käsikeevituse õmblusega.

Elektrienergia kokkuhoid (kuni 50%) saavutatakse järgmiste tegurite tulemusena:

1) pritsmete ning põlemis- ja kiirgamiskadude puudumine; selle tulemusena on kaare kasutegur 0,65, kuna käsikeevitamisel on see ainult 0,35;

2) võimsusteguri ($\cos \varphi$) tunduv suurenemine;

3) väiksem energiakulu, kuna sulatatava metalli kogus on väiksem.

Automaatkeevituse ekspluatatsioonilised eelised on järgmised:

1) keevitajat ei ole vaja kaitsta elektrikaare mõju eest ega ole vaja eriventilatsiooni;

2) on võimalik kasutada madalama kvalifikatsiooniga keevitajaid;

3) tootmispindade vähendamise võimalus.

Automaatkeevitusel võib asendada keevisõmbluse kvaliteedi kontrolli keevitusrežiimi kontrolliga, mis lihtsustab kontrolli.

Automaatkeevitamisel on eriline tähtsus granuleeritud räbustajal, mis täidab järgmisi ülesandeid:

1) kaitseb sulametalli õhu hapniku ja lämmastiku eest;

2) tagab keevisõmbluse metallile kõrged mehaanilised omadused;

3) stabiliseerib elektrikaart;

4) kontsentreerib põhimetallil kuumuse kaare piirkonda;

5) tagab sulametalli normaalse asetuse keevisõmblusesse ja selle õige kujunemise;

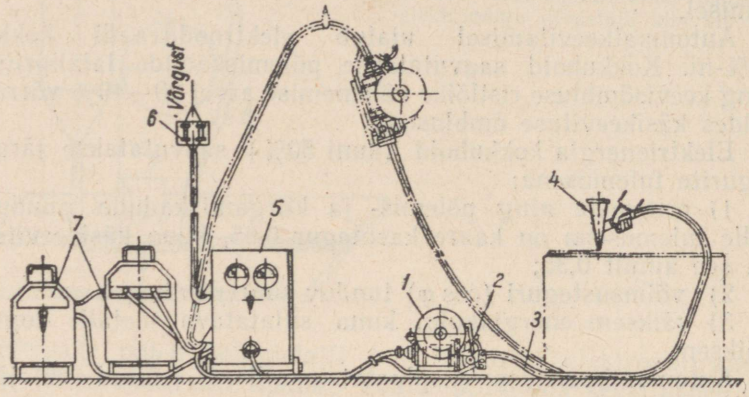
6) legeerib keevisõmblust vajalike lisanditega ega lase elektrooditraadi lisandeid välja põleda;

7) vähendab põlemise ja pritsmete kadusid.

Poolautomaatne keevitamine ja pealesulatamine. Lühikeste keevisõmbluste ja pealesulatamiste korral pole otstarbekas kasutada automaatkeevitust. Niisugustel juhtudel võib eduga kasutada poolautomaat-voolikkeevitamist räbustaja all. See keevitusmeetod on välja töötatud Ukraina Teaduste Akadeemia Keevitusinstituudis 1948.—1950. a.

Selle keevitusmeetodi juures põleb kaar räbustaja kihi all, 1—2 mm jämedust elektrooditraati annab ette elektrimootoriga mehhanism. Kaart liigutab keevitamise (pealesulatamise) suunas käsitsi keevitaja.

Joonisel 214 on toodud poolautomaat-voolikkeevituse seadme ПШ-5 skeem.



Joon. 214. Poolautomaat-voolikkeevitusseadme ПШ-5 skeem:
1 — kassett; *2* — etteande mehhanism; *3* — voolikjuhe; *4* — hoidja; *5* — aparaadi kast; *6* — kaitsete kilp; *7* — toitepunkt

Poolautomaat ПШ-5 töötab voolul tugevusega 180—670 A. Selle seadmega võib metalli peale sulatada ka nõrgema vooluga (100—200 A). Lähtudes neist režiimidest võib saada poolautomaatkeevitusel väikese sulametalli vannikese, mis võimaldab rõngasvallikeste pealesulatamist väikestele detailidele. Viimane asjaolu on väga tähtis autodetailide taastamisel.

Poolautomaatkeevitus on tunduvalt lihtsam kui automaatne ja tal on seepärast autode remontimisel suur tähtsus. Detailide remondi seisukohalt tuntakse poolautomaatkeevitust veel vähe. Selle meetodi tundmaõppimiseks on vaja suurt teaduslikku uurimistööd.

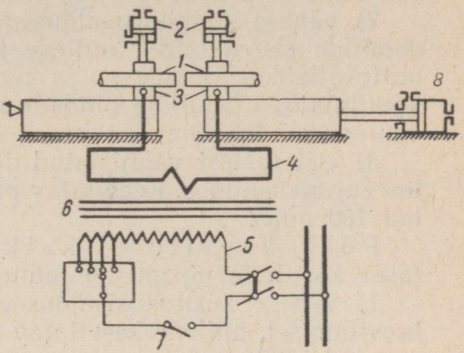
5. Elektri põkk-keevitus

Põkk-keevituseks nimetatakse elektrilist kontaktkeevitust, kus keevitatakse üleni kokku kahe detaili otsad.

Joonisel 215 on toodud põkk-keevituse põhimõtteline skeem.

Kaks detaili *1* surutakse seadmega *2* vastu elektroode *3*. Elektroodid *3* on kontaktmasina transformaatori *6* sekundaarmähise *4* poolused. Sulgedes lülitiga *7* transformaatori primaarmähise *5* vooluahela, lastakse kokkupuutesse viidud detailidest läbi tugev

elektrivool. Tulemuseks on intensiivne soojuse eraldumine, mis kuumendab kiirelt keevitatavad detailid temperatuurini, mis on lähedane detailide metalli sulamistemperatuurile.



Joon. 215. Põkk-keevituse skeem

Pärast nõutava temperatuuri saavutamist pressitakse detailid teineteise vastu suruseadisega *8*. Kõrge temperatuuri ja rõhu mõjul detailid keevituvad kokku.

Rakendamisviisilt jaguneb põkk-keevitus järgmistesse liikidesse:

1) takistuskeevitus (sädelemiseta);
2) pidevsulatamisega keevitus;
3) katkendsulatamisega keevitus.

Keevitusliikide erinevus seisab peamiselt operatsioonides, mis teostatakse pärast detailide surumist vastu elektroode ja enne seda.

Takistuskeevitusel lähendatakse detailid algul teineteisele ja vajutatakse kokku survega üle 0,2 kg/mm². Seejärel lülitatakse sisse vool, mis läbib detailid, kui nende kontakt on tihe.

Pidevsulatamisega keevitusel lülitatakse algul sisse vool. Seejärel lähendatakse detailid teineteisele kerge kokkupuuteni väga väikese survega ja sulatatakse kokkukeevitatavad osad teatud pikkuses, jätkates seejuures pidevalt detailide lähendamist.

Keevitamisel katkendsulatamisega lülitatakse algul sisse vool. Seejärel kuumendatakse keevitatavaid detaile, lastes neist läbi voolu pidevalt või katkendlikult, olenevalt detailide pidevast või katkendlikust kokkupuutest. Keevitamise lõpul muutub detailide sulatamine pidevaks.

Kõigil kolmel keevitusviisil toimub detailide kokkusurumine osalt voolu all ja osalt vooluta.

Takistusega põkk-keevitust soovitatakse kasutada detailide keevitamisel, mis on valmistatud vähese süsinikusisaldusega terasest või ühesugustest värvilistest metallidest, puhta ja kompaktse keevituspinnaga kuni 1000 mm². Detailide kontuurid võivad seejuures olla lahtised (vardad, torud) või kinnised. Pilu suurus keevitatavate detailide pindade esialgsel kokkupuutel ei tohi olla suurem kui 2,5 mm.

Pidevsulatamisega põkk-keevitust on soovitav kasutada järgmistel juhtudel:

1) suure perimeetriga detailide keevitamisel, nagu plekitahvlid ja õhukesest plekist stantsitud detailid;

2) vähese süsinikusisaldusega ja austeniitterasest valmistatud detailide keevitamisel, millede keevitatav pind on kompaktne, mitteküllaldase puhtusega ja kuni 1000 mm² suurune. Pilu suurus keevitatavate detailide pindade esialgsel kokkupuutel ei tohi olla suurem kui 2,5 mm;

3) eriterastest valmistatud detailide keevitamisel mitmesugustes variatsioonides. Keevitatav pind peab seejuures olema väiksem kui 100 mm².

Põkk-keevitust katkendsulatamisega soovitatakse kasutada järgmistel juhtudel:

1) vähese süsinikusisaldusega terasest valmistatud detailide keevitamisel, millede keevitatav pind on kompaktne ja mitte suurem kui 1000 mm²;

2) süsinikterastest (C mitte alla 0,3%) ja eriterastest valmistatud detailide keevitamisel, millede ristlõige on suurem kui 100 mm²;

3) kõikidel juhtudel, kus on soovitatud katkendsulatamisega keevitust, kui kasutatavate seadmete võimsus pole küllaldane.

Põkk-keevituse tugevus on küllaltki suur. Vähese ja keskmise süsinikusisaldusega teraste keevisõmbluse tugevus on sama suur kui põhimetallil. Vähese ja keskmise süsinikusisaldusega keevitatud teraste paindenurk rakisel, mille läbimõõt võrdub varda läbimõõduga, pole väiksem kui põhimetallil. Samade teraste löögitugevus pole samuti väiksem põhimetalli omast.

Erinevate metallide kokkukeevitamisel pole keevisliite tõmbetugevus tavaliselt väiksem kui nõrgema metalli oma.

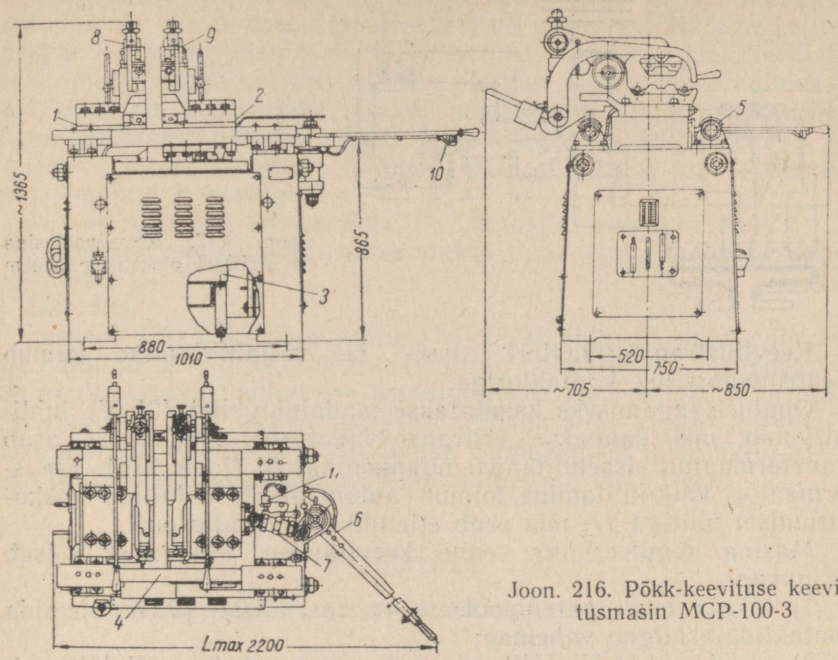
Termiliselt töödeldud keevitatud detailide tugevus on võrdne keevitamata detailide tugevusega noolutatud seisukorras.

Joonisel 216 on toodud põkk-keevituse masin MCP-100-3.

Masina MCP-100-3 tehnilised andmed

Võimsus kW	100
Primaarpinge V	220 või 380
Maksimaalne keevitatav pind ПР 20% juures mm²	1000
Keevituste arv tunnis	20—30
Maksimaalne keevitatav pind töötamisel vaheaegadega mm²	2500
Plaatide suurim vahemaa mm	80
Ettenihe mm	40
Kokkusurumise jõud kg	2000
Rõhk kokkusurumisel kg	3000—4000
Kaal kg	1360
Gabariitmõõted mm	1330×1810×1410

Masin on ette nähtud ümmarguse ja täisnurkse ristlõikega



Joon. 216. Põkk-keevituse keevitusmasin MCP-100-3

detailide keevitamiseks. Kasutades eripigisteid võib keevitada ka torusid.

Masina tugedel asetsevad kaks vaskkontaktidega malmplaati *1* ja *2*. Kontaktidega on ühendatud transformaatori *3* sekundaarmähis.

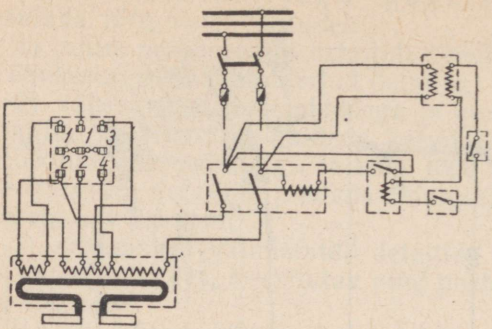
Vasak, liikumatu plaat *1* on masina kerest isoleeritud. Parempoolne, liikuv plaat *2* on kinnitatud kahele suunajale *4*, mis liiguvad laagrites *5*. Pritsmete, sulametalli ja tagi masinale sattumise vältimiseks on plaatide vahele paigutatud kaitsekilbid ja küna. Masin on varustatud kontaktide vahemaa näitajaga.

Ettenihkeseadme *6* hoova maksimaalkäigul liigub plaat 40 mm. Kokkusurumise maksimaaljõud on seejuures 400 kg.

Plaatide vahemaad reguleeritakse sõltuvalt keevitatavate detailide mõõdetest. Reguleerimist teostatakse seadmega *7*. Äravõetavad pigistid *8* ja *9* on kinnitatud masina ülemistele plaatidele. Nad võivad olla universaalsed, käsitsi või radiaalhoobadega seatavad.

Et vältida detailide libisemist mokkade vahel, kasutatakse detaili konstruktsioonile ja kujule vastavaid tugesid.

Joonisel 217 on toodud selle masina elektriline skeem. Masina keres asub ühefaasiline transformaator. Primaarmähisel on harud sekundaarmähise pinge reguleerimiseks. Sekundaarpinge suurused on järgmised: 4,5; 4,75; 5,45; 5,85; 6,35; 6,9 ja 7,6 V. Transformaatori sekundaarmähis on ühendatud vaskkontaktidele. Sekundaarmähisel, vaskkontaktidel ja pigistitel on vesijahutus.



Joon. 217. Keevitusmasina MCP-100-3 elektriline skeem

Keevitustransformaatori sisse- ja väljalülitamine toimub elektrimagnetilise kontaktoriga.

Ohutuse tagamiseks kasutatakse madalpingelist (36 V) juhtimisvoolu, mis saadakse eritransformaatorist. Tööhooval asub transformaatori sisselülitamise nuppkontakt *10* (joon. 216). Transformaatori väljalülitamine toimub automaatselt detailide kokkusurumisel lülitiga *11*, mis asub ettenihkehoova allosas.

Masina reguleerimine enne keevitamise alustamist seisab järgmises:

1) lükata hoob parempoolsesse piirasendisse ja reguleerida kontaktide esialgne vahemaa;

2) reguleerida väljalülitamisseade automaatseks väljalülitamiseks keevitatavate detailide kokkusurumisel;

3) paigaldada kokkukeevitatavad detailid ja reguleerida nende asend;

4) seada vajalik sekundaarpinge;

5) lasta vesi jahutussüsteemi.

Pärast nende operatsioonide sooritamist alustatakse detailide keevitamist.

Põkk-keevitus levib viimasel ajal laialdaselt detailide remontimisel. Seda meetodit võib muuseas kasutada detaili ühe osa asendamisel. Põkk-keevitusega võib taastada niisuguseid detaile nagu klappe, pooltelgi, käändtelgi, kardaanvõlle ja isegi murdunud vedrulehti. Autoremondil on sellel meetodil suured perspektiivid. Seepärast on tarvis julgelt katsetada, et töötada välja tehnoloogilised protsessid vastutusrikaste autodetailide remontimiseks.

Käesolevast peatükist võib järeldada, et vaatamata keevitamisel ja pealesulatamisel esinevale detailide suurele kuumenemisele, mis rikub nende termilise töötlemisega saavutatud struktuuri, võib siiski paljusid autodetaile kvaliteetselt taastada keevitamise ja pealesulatamise meetodil.

Pealesulatamise suureks puuduseks on siiski terasdetailide väsimustugevuse alanemine, mis ulatub kuni 50%-ni. Seepärast tuleb vahelduvkoormusega detaile pärast pealesulatamist mehaaniliselt tugevdada. Seda tugevdamist võib teha detaili töötlemisel kalestamisega haavlitega, pneumaatilise vasaraga või rullimise teel.

Autoremondiettevõtetes on kõige lihtsamaks ja kindlamaks tugevdamise viisiks detaili pealesulatatud pinna kalestamine rullimisega. Sel juhul kasutatakse ümmarguste detailide jaoks erilist rakist, mis koosneb kolmest rullist — kahest tugirullist ja kolmandast, vedruga koormatust. Rakis seatakse treipingi supordile. Detail asetatakse padruni vahele ja toetatakse tsentriga.

Detaili pinna rullimine toimub rakise rullidega, mis liiguvad koos treipingi supordiga.

Pärast rullimist tõuseb detaili väsimustugevus tunduvalt.

Seepärast tuleb kõiki pealesulatatud terasdetaile mehaaniliselt tugevdada.

Järeldus.

Eespool vaadeldud keevitamise viisid sisaldavad suuri võimalusi kulunud ja vigastatud autodetailide taastamiseks. Autodetailide kvaliteetseim taastamine saavutatakse siiski mehhaniseeritud keevitamisega. On tarvis pingsalt töötada selle keevitusmeetodi juurutamiseks autoremondi tööalasse. Samaaegselt tuleb palju töötada pealesulatatud detailide väsimustugevuse tõstmiseks.

6. PEATÜKK

DETAILIDE TAASTAMINE METALLITAMISEGA

1. Üldandmed

Nagu eespool märgiti, on detailidele pealesulatamisel gaasiga ja elektriga rida puudusi. Pealesulatamisel muutub metalli struktuur ja rikutakse detaili esialgset termilist töötlemist. See puudus sunnib kasutama detailide taastamisel ka teisi meetodeid. Üheks niisuguseks meetodiks on metallitamine, s. o. detailide katmine pihustatud metalliga.

Venemaal tehti esimesed katsed gaasiga metallitamiseks 1914. aastal. Need uurimised katkestati peamiselt kasutatavate gaaside defitsiitsuse tõttu.

1929. a. asutati metallitamise kontor «Оргметалл» ja metallitamise tehnoloogilist protsessi hakati uuesti arendama, et juurutada seda tööstusse. Aastatel 1932—1933 rakendati Moskva teises autoremonditehases esmakordselt gaasmetallitamist rea autodetailide remontimisel. Need tööd viidi läbi kontorite «Оргметалл» ja «Гипроавтотранс» töötajate juhtimisel. Töötulemused näitasid, et gaasmetallisaatoritega metallitamist võib kasutada kulunud detailide taastamiseks rahuldavate tulemustega. See tööprotsess ei leidnud siiski laialdast rakendamist kasutatavate gaaside, peamiselt atsetüleeni defitsiitsuse tõttu.

1937. a. valmistasid nõukogude insenerid E. M. Linnik ja H. V. Katz maailma esimesed elektrimetallisaatorid. Ilmus seeria elektrimetallisaatoreid, nagu ЛК-1, ЛК-2, ЛК-У, ЛК-6 ja teised,

mis edukalt asendasid gaasmetallisaatoreid. Algas elektrimetallisaatorite seeriaviisiline tootmine, mis järsult tõstis huvi metallitamise protsessi vastu.

Auto- ja mootoriremonditehastes hakatakse metallitamist laialdaselt kasutama niisuguste vastutusrikaste detailide taastamisel, nagu väntvõllid jt.

Metallitamise protsess seisab selles, et ühel või teisel viisil sulatatud metall pihustatakse suruõhu või inertse gaasi joaga peenteks osakesteks läbimõõduga 0,01—0,015 mm, mis paisatakse suure kiirusega (140—300 m/sek) kulunud või vigastatud detaili taastamiseks ettevalmistatud pinnale.

Kaasaegsetes gaasmetallisaatorites sulatatakse metall atsetüleeni-hapniku või vesiniku-hapniku leegiga. Elektrimetallisaatorites sulatatakse metall kahe traadi vahel tekitatavas elektrikaares. Kuna traat sulab, siis on metallisaator varustatud mehhanismiga, mis traati pidevalt ette annab.

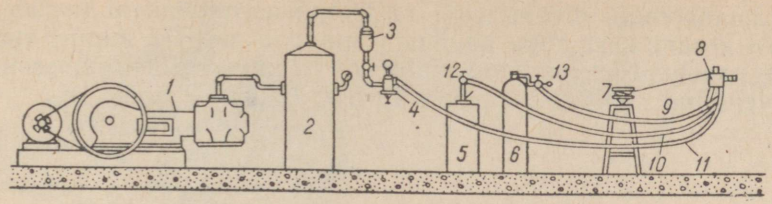
Pind, millele metallisaatorist paisatakse pihustatud metall, peab olema kare, et pealekantav metall sidestuks paremini detaili põhimetalliga.

Uuema hüpoteesi kohaselt satuvad pihustatud metalli osakesed taastatava detaili pinnale kõrgel temperatuuril ja plastilises olekus. Löögil vastu detaili pinda osakesed lömastuvad, täidavad hästi pinna ebatasasused ning sidestuvad tugevasti mehaanilisel teel detaili põhimetalliga ja järgmiste detailile paiskuvate osakestega. Lennu kestel metalliosakesed jahtuvad väga vähe, sest metalliosakeste liikumiskiirus on peaaegu võrdne õhujoa liikumiskiirusega ning metalliosakeste liikumise aeg, arvestatult nende tekkimisest kuni detaili pinnale sattumiseni, on väga lühike — kuni 0,003 sek., mistõttu ei jõua metalliosakesed jahtuda. Paiskudes taastatava detaili pinnale kuumas olekus lömastuvad nad seepärast hästi. Pinnale paiskunult jahtuvad metalliosakesed väga kiiresti samale pinnale suunatud suure õhuhulga toimel. Sellega on seletatav võrdlemisi madal temperatuur, milleni detailid kuumenevad metallitamisel, samuti võimalus metallitada niisuguseid materjale nagu paber ja puit.

Metallitamise protsessi seletav viimane hüpotees on käesoleval ajal üldiselt tunnustatud, olgugi et ka see ei anna ammendavat seletust kõikide füüsikaliste nähete kohta, mis esinevad metallitamisel.

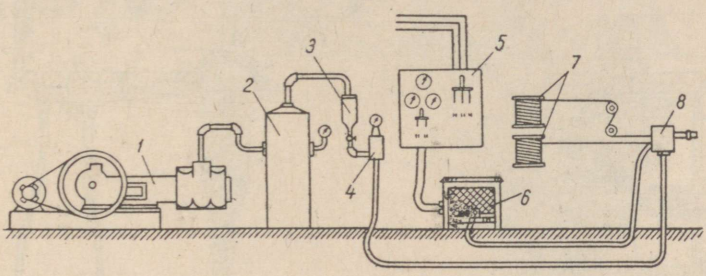
Metallitamise seadmed. Joonisel 218 on toodud gaasmetallisaatoriga töötava metallitusseadme skeem. Metallisaatorisse *8* suunatakse kolme vooliku *9*, *10* ja *11* kaudu järgmisi gaase: balloonist *5* reduktori *12* kaudu — atsetüleeni, balloonist *6* reduktori *13* kaudu — hapnikku ja ressiivrist *2* õli ja niiskuse eraldaja *3* ning reduktori *4* kaudu — suruõhku. Suruõhku annab kompressor *1*. Traat suunatakse metallisaatorisse poolidelt *7*.

Joonisel 219 on toodud metallitamisseadme skeem, mis töötab elektrimetallisaatoriga.



Joon. 218. Gaasimetallisaatoriga metallitusseadme skeem

Seade koosneb kompressorist *1*, õhuballoonist *2*, õlieraldajast *3*, reduktorist *4*, lüliti ja näiteriistade kilbist *5*, transformaatorist *6*, traadipoolidest *7* ja elektrimetallisaatorist *8*.



Joon. 219. Elektrimetallisaatoriga metallitusseadme skeem

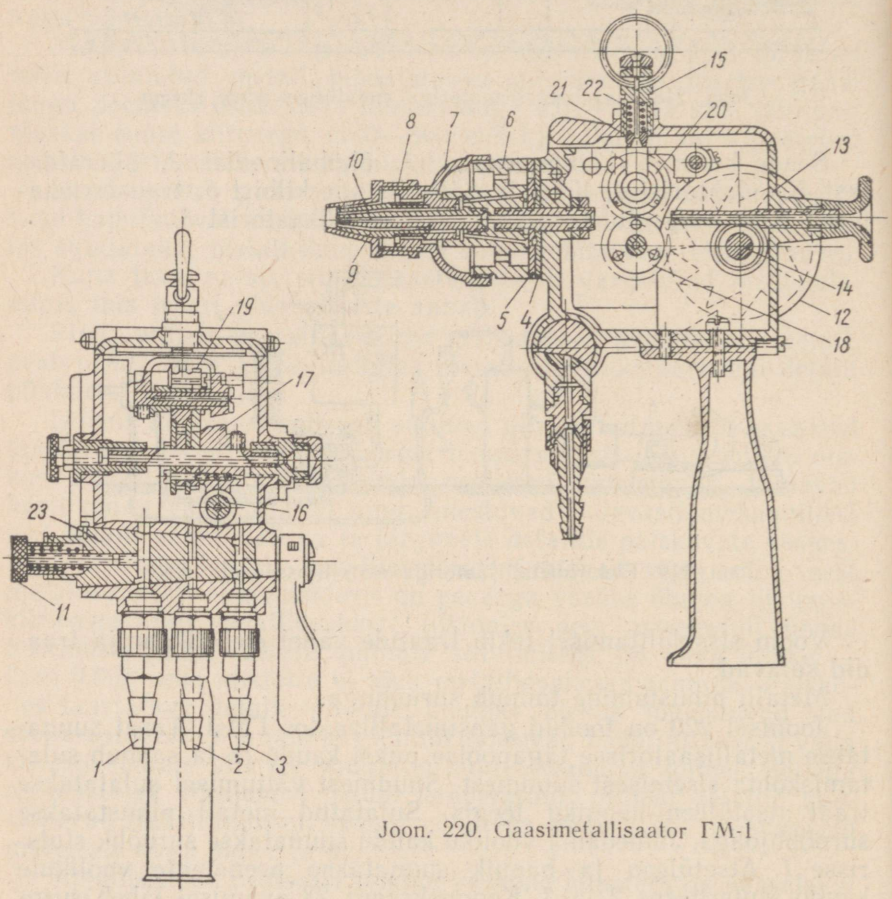
Voolu sisselülitamisel tekib traatide vahel elektrikaar ja traadid sulavad.

Metalli pihustamine toimub suruõhuga.

Joonisel 220 on toodud gaasimetallisaator ГМ-1. Traat suunatakse metallisaatorisse tagapoolse puksi kaudu ja ta saabub sulatamiskohta sisemisest suudmest. Suudmest väljumisel sulatatakse traat atsetüleeni-hapniku leegis. Sulatatud metall pihustatakse suruõhujoaga. Jämedama vooliku kaudu suunatakse suruõhk stutsrisse *1*. Atsetüleen ja hapnik suunatakse peenemate voolikute kaudu stutsritesse *2* ja *3*. Koonuskraani *23* avamisel läheb suruõhk kere kanalist plaatide *4* ja *5* aukudesse. Edasi läbi pihustipea *6* augu, läbi õhukoonuse *7* pilude, läbi õhudüüsi *8* ja seesmise gaasidüüsi *9* vaheliste pilude kaudu õhudüüsi *8* siseruumi ning pihustab sulametalli. Jaotuskraani aukude kaudu lähevad hapnik ja atsetüleen keres olevate eraldi kanalite ja plaadi *4* kahe augu kaudu segukambrisse, milleks on plaatide *4* ja *5* lauppindadesse treitud õõnsused.

Segukambris hapnik ja atsetüleen segunevad ja liiguvad edasi seguna gaasidüüsi ja traadidüüsi *10* vahelisse pilusse. Edasi väljub gaasisegu peast düüsi *10* välispinnal olevate sisselõigete kaudu ja moodustab leegi traadi sulatamiseks.

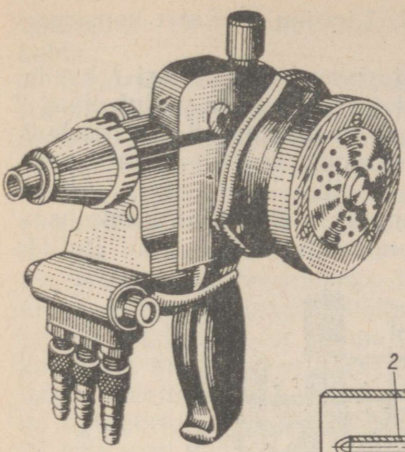
Jaotuskraani drosselkruvi *11* teatud asendi korral voolab osa õhku kraani teist auku kaudu ja suundub kere *12* august ruumi, kus paneb pöörlema õhuturbiini *13*. Hammasratastesüsteemi ja rihveldatud rullide abil paneb turbiin liikuma traadi.



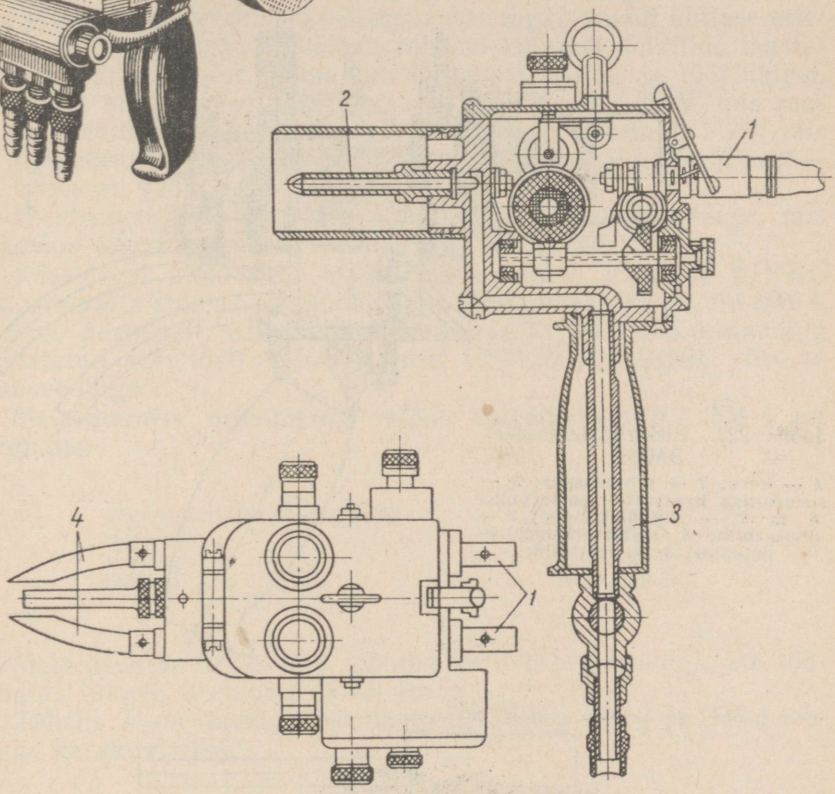
Joon. 220. Gaasimetallisaator ГМ-1

Turbiini *13* pöörlemine antakse tiguvõlli *14* kaudu edasi tiguhammasrattale ja tiguvõllile *16*. Tiguvõllilt *16* antakse liikumine edasi hammasrattale *17* ja alumisele rullile *18* ning õõtshoova sisselülitamisel ülemisele rullile *19* ning vajutusrullile *20*. Metallisaatori kaanes on suruti *21* vedruga *22*. Kui kaas on suletud, siis vajutab suruti traadi ülemise ja alumise rulli vahele. Ülemise rulli vajutusjõud on reguleeritav puksi *15* rihveldatud pea pööramisega.

Nõukogude insenerid on viimasel ajal välja töötanud uue konstruktsiooniga gaasimetallisaatori ГИМ-1, mis on toodud joonisel 221. Metallisaator võimaldab töötamist atsetüleeniga alates rõhust 400 mm vs.



Joon. 221. Inžektor-gaasimetallisaator ГИМ-1



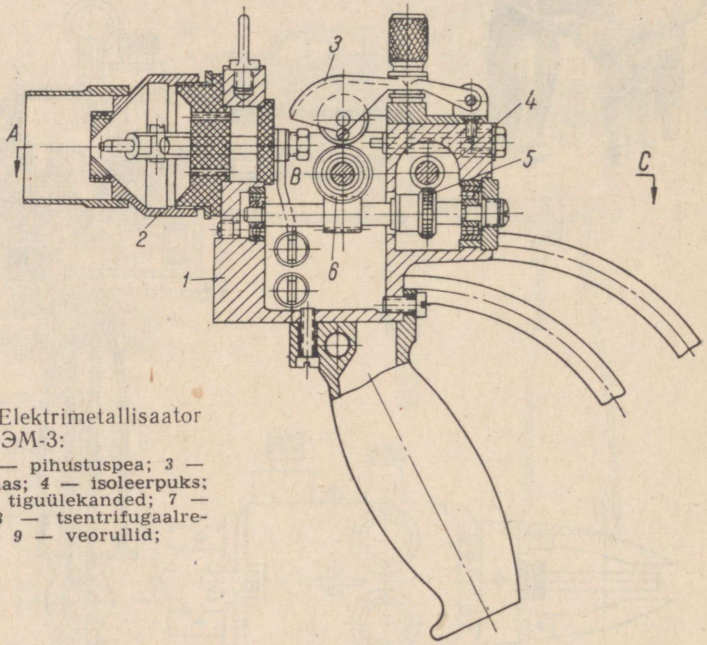
Joon. 222. Elektrimetallisaator ЛК-У

Gaasimetallisaatori ГИМ-1 karakteristika

Üldine kaal	2,5 kg
Traadi läbimõõt	1—2 mm
Suruõhu rõhk	4—5 kg/cm²
Õhu suurim kulu	0,65 m³/min
Turbiini suurim pöörete arv	26 000 p/min
Traadi etteande kiirus	4,6 m/min
Atsetüleeni rõhk	400 mm vs.
Hapniku rõhk	2,5—3,0 kg/cm²
Tööjõudlus terasega	1 kg/h
Tööjõudlus tsingiga	2,5 kg/h

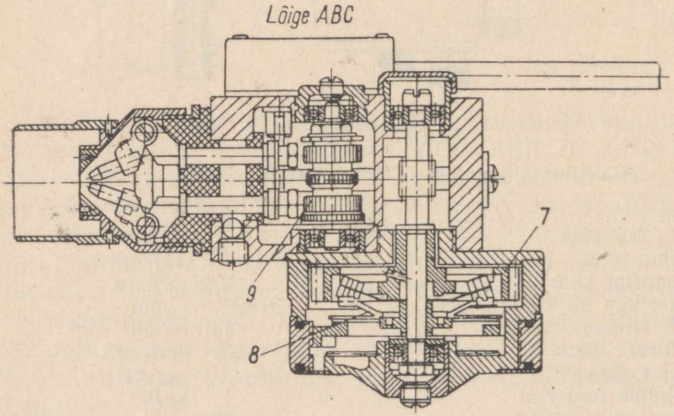
Joonisel 222 on toodud inseneride Linniku ja Katzi konstrueeritud elektrimetallisaator ЛК-У.

Traat saabub elektrimetallisaatorisse kahe stutsri *1* kaudu, seal tõmmatakse teda etteande rullidega edasi ja ta väljub düüsi *2* juures kahest juhttorust *4*. Elektrivool on ühendatud stutsritele *1*. Sulametalli pihustamiseks vajalik suruõhk saabub metallisaatorisse käepideme *3* külge kinnitatud vooliku kaudu. Osa elektrimetallisaatorisse saabuvat õhku suunatakse õhuturbiini, mis hammasratastesüsteemi kaudu paneb liikuma rihveldatud rullid. Rullide



Joon. 223. Elektrimetallisaator ЭМ-3:

1 — kere; *2* — pihustuspea; *3* — sururulliga kaas; *4* — isoleerpuks; *5* ja *6* — tiguülekanded; *7* — õhuturbiin; *8* — tsentrifugaalregulaator; *9* — veorullid;



ülesandeks on suunata traat torude kaudu elektrikaare tekkimise kohta.

Elektrimetallisaatori ЛК-У peamiseks puuduseks on see, et traadi etteanne toimub turbiiniga, mille tõttu etteande kiirus pole ühtlane. Seda tüüpi elektrimetallisaatorit võib seepärast soovitada käsitsi töötamiseks — näiteks pragude sulgemiseks mootoriplokis.

Joonisel 223 on toodud täiuslikum elektrimetallisaator ЭМ-3 (teadusliku uurimise instituudi ВНИИАвтоген konstruktsioon), mis on varustatud erilise tsentrifugaalregulaatoriga turbiini rootori pöörete reguleerimiseks. Regulaator tagab traadi ühtlase ettenihke. See metallisaator kõlbab rohkem kulunud detailide taastamiseks. Metallisaator võimaldab töötamist käsitsi ja tööpinkidel, kusjuures kasutatakse vahelduvvoolu pingega 25—30 V, mis saadakse keevitustransformaatoritelt võimsusega vähemalt 5 kW, mis on varustatud astmeliste pingeväljavõttudega pingetele 20—25—30 V. Kaare voolutugevus on 30—150 A.

Elektrimetallisaator ЭМ-3 võib töötada ka alalisvooluga, mis saadakse keevitusgeneraatoritelt СМГ-2, СУГ-2б jt.

Käesoleval ajal laseb teadusliku uurimise instituut ВНИИ-Автоген välja suurema tööjõudlusega elektrimetallisaatoreid ЭМ-4, mis on peamiselt ette nähtud töötamiseks koormusreostaadiga varustatud keevitustransformaatorilt СУГ-2б ja teistelt võetava alalisvooluga.

Metallitamise orienteeruv režiim metallisaatoriga ЭМ-4 on järgmine:

generaatori tühikäigu pinge	50— 55 V,
lühisvool	150—300 A,
tööpinge	25— 30 V,
töövool	100—150 A.

Metallisaator ЭМ-4 võib töötada ka vahelduvvooluga, kui tööjõudlus langeb seejuures 3—5 korda.

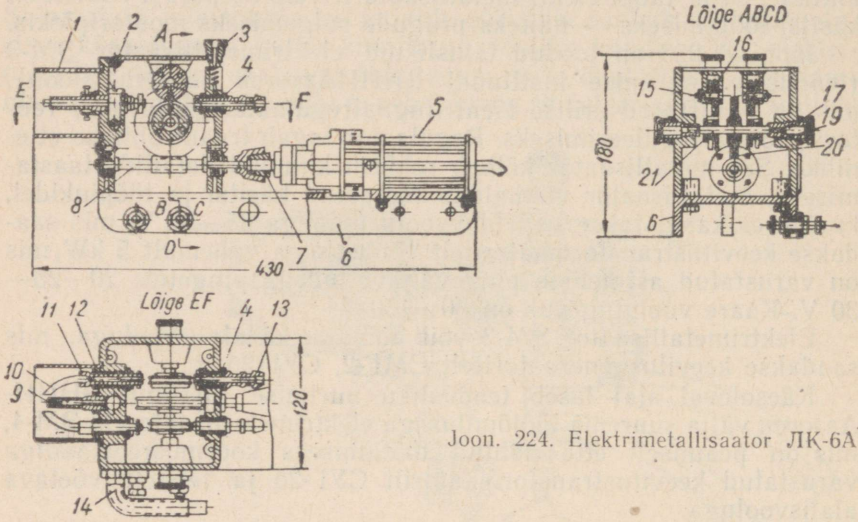
Tabelis 34 on toodud elektrimetallisaatorite ЭМ-3 ja ЭМ-4 tehniline karakteristika.

Tabel 34

Elektrimetallisaatorite ЭМ-3 ja ЭМ-4 tehniline karakteristika

Elektrimetallisaatori mark	Kaal kg	Suruõhu tööröhk kg/cm²	Suruõhu kulu m³/min	Traadi ettenihke kiirus m/min	Tööjõudlus kg tunnis, pihustades	
					terast	tsinki
ЭМ-3	2,4	3,5—6,0	1,2	2,5	1,8—2,4	2,5—3,2
ЭМ-4	3,0	5,0—6,0	1,0	3,0—4,5	6,0	12,0

Joonisel 224 on toodud elektrimetallisaator ЛК-6А. Traadi ettenihe toimub kollektormootoriga. Metallisaator on ette nähtud pöördkehakujuliste detailide taastamiseks treipingil.



Joon. 224. Elektrimetallisaator ЛК-6А

Tabelis 35 on toodud elektrimetallisaatorite ЛК-У ja ЛК-6А põhikarakteristikad.

Tabel 35

Elektrimetallisaatorite ЛК-У ja ЛК-6А tehniline karakteristika

Näitajate nimetused	Elektrimetallisaatori mark	
	ЛК-У	ЛК-6А
Tüüp	käsi-	statsionaarne
Traadi läbimõõt mm	1,0—1,8	1,0—1,8
Tootlikkus terastraadiga kg/h	kuni 6	kuni 6
Voolu pinge kaare asukohal V	20, 25, 30 ja 35	20 kuni 35
Vool A	kuni 180	25 kuni 70
Kasutatava voolu võimsus kW	kuni 7	kuni 6
Suruõhu rõhk kg/cm²	5—6	5—6
Suruõhu kulu m³/h	100—120	kuni 120
Tigupaari ülekandearv	—	1:54
Elektrimootori tüüp	—	ФД-100
Elektrimootori võimsus W	—	160
Elektrimetallisaatori kaal kokkumonteeritult kg	—	20

Metallisaator ЛК-6А on monteeritud raamile *6* (joon. 224) koos elektrimootoriga *5*, mis käitab traadi ettenihke mehhanismi. Elastse siduri *7* kaudu on elektrimootor ühendatud kuullaagritel pöörleva tiguvõlliga *8*. Tiguvõll hambub tigurattaga *20*. Tigu-

ratas 20 on kinnitatud pronkspuksides *17* toetatud põikvõllile *21*. Võllile *21* on kinnitatud kaks tekstoliithammasratast *19*, mis hambuvad ülemiste tekstoliithammasratastega *16*. Hammasrattad pöörlevad telgedel *15*, mis on kinnitatud metallisaatori kaane *2* alumisel poolel olevatesse kronsteinidesse. Hammasrataste *16* ja *19* rummudele on paigutatud ülemised ning alumised rullid, mis veavad edasi nende vahele pigistatud traati. Rullide survet traadile reguleeritakse mutritega *3*. Traadid asetatakse isoleerpuksides *4* olevatesse juhtpuksidesse *13*, sealt liiguvad nad ettenihkerullide vahelt läbi ja saabuvad metallisaatori pihustavasse osasse.

Metallisaatori kere esiseina on keeratud düüs *9*, mille mõlemal pool asuvad kerest tekstoliitpuksidega *12* isoleeritud kontakttorud *11*. Torudele on asetatud kõverad juhtotsikud *10*. Otsikud on nii paigutatud, et traadid ristuksid suudme *9* geomeetrilisel telgjoonel.

Voolu all olevaid traadiotsi teineteisele lähendades tekib nende vahel elektrikaar, mis sulatab metalli.

Normaalkaugus düüsist elektrikaareni on 8—12 mm. See saavutatakse düüsi pööramisega keermel. Kuppel *1* kaitseb töölist põletuste ja elektrikaare eest. Suruõhk saabub metallisaatorisse torule *14* kinnitatud õhuvooliku kaudu, mille sisemine läbimõõt on 13 mm. Suruõhk tuleb düüsi metallisaatori kere seinas oleva sisemise kanali kaudu.

2. Metallitamise tehnoloogiline protsess

Metallitamist kasutatakse autoremonditööstuses peamiselt mõrade sulgemiseks mittevastutusrikastes detailides, nagu näiteks silindriploki ja plokikaane välispinnas, samuti pöördkehakujuliste detailide kulunud välispindade taastamiseks.

Autodetailide kulunud aukude taastamise katsed metallitamisega pole seni õnnestunud.

Metallitamise tehnoloogiline protsess kulunud osade taastamiseks koosneb kolmest põhilisest, üksteisele järgnevast etapist, milledeks on: 1) detaili pinna ettevalmistamine metallitamiseks, 2) metallikihi pealepanek, 3) detaili pinna lõplik töötlemine.

Detaili pinna ettevalmistamine metallitamiseks. Põhi- ja peale-pihustatud metalli vahelise siduvuse tugevus sõltub detaili pinna ettevalmistamise kvaliteedist.

Tugevama siduvuse saamiseks põhi- ja kattemetalli vahel peab detaili pind vastama järgmistele nõuetele:

a) pinnal ei tohi olla oksüüde, niiskust, rasvainet ega muud mustust;

b) pindala suurendamiseks ja pihustatud osakeste paremaks siduvuseks põhimetalliga peab detaili pind olema kare.

Lähtudes neist nõuetest koosneb detaili pinna ettevalmistamine metallitamiseks järgmistest toimingutest:

1) rasvaine eemaldamine ja detailide puhastamine;
2) kulunud metalli eeltöötlemine sellele õige geomeetrilise kuju andmiseks;
3) metallitatava pinna karestamine.

Rasvaine eemaldamine ja detailide puhastamine toimub samal viisil kui detailide pesemisel. Eeltöötlemine enne metallitamist on tarvilik detailile õige geomeetrilise kuju andmiseks. See on tarvilik ka selleks, et tagada pealemetallitatud kihi minimaalset paksust, mis sõltuvalt detaili läbimõõdust on tavaliselt 0,3—0,5 mm.

Pinna ettevalmistamise vajadus metallitamiseks piirab selle meetodi kasutamist, eriti niisuguste detailide juures, millede tugevusvaru või läbimõõt on väikesed.

Detailide töötlemine enne metallitamist toimub trei-, revolver-, frees- ja teistel tööpinkidel.

Kõige rohkem on levinud järgmised meetodid detaili pinna ettevalmistamiseks:

a) puhastamine liivajoaga ja peenhaavlitega;
b) mehaanilisel teel, nn. kärisenud keerme pealelõikamine või nelinurkse või ümarkeerme pealelõikamine ja selle järgnev rihveldamine;
c) metallitatava pinna ümbermähkimine traadiga;
d) detaili pinna töötlemine elektrisädemega kõval režiimil;
e) üksikute metalliosade külgekeevitamine elektromagnetilise vibraatoriga.

On olemas ka teisi pinna ettevalmistamise viise, nagu raiumine nürimeisliga, rihveldamine ja teised, kuid need meetodid pole leidnud laialdast kasutamist.

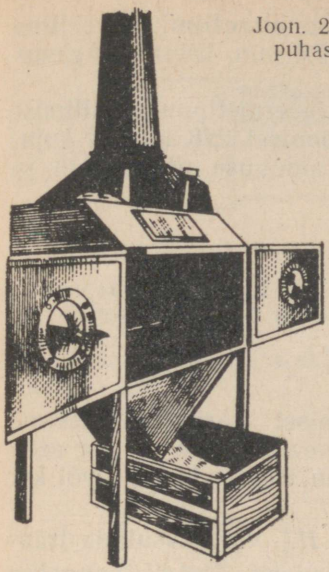
Kõige tugevam pealemetallitatud kihi siduvus detaili põhimetalliga (110—130 kg/cm²) saadakse pinna mehaanilisel ettevalmistamisel; väiksema tugevusega siduvus saadakse pinna ettevalmistamisel liivajoaga (40 kg/cm²); elektrisädemega töötlemisel saadakse keskmise tugevusega siduvus (70 kg/cm²).

Puhastamist liivajoaga või peenhaavlitega kasutatakse peamiselt detailide lamedate ja suure kõvadusega pindade karestamiseks.

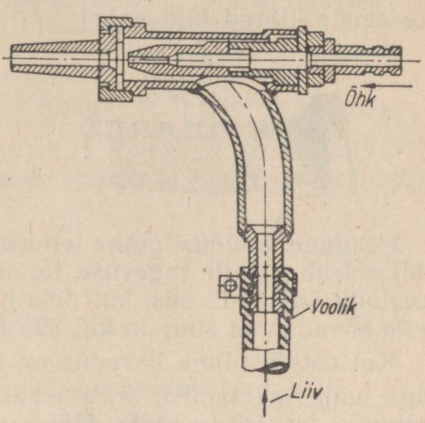
Liivajoaga puhastamisel kasutatakse mägi-kvartsliiva, millel on teravate servadega kõvad terad läbimõõduga 1,5—2,0 mm. Puhastamine toimub erilistes liivajoakambrites. Ühe niisuguse liivajoakambri konstruktsioon on toodud joonisel 225. Puhastatav detail paigutatake kapi metallvõrgust põrandale ja suletakse uksed. Lülitatakse sisse kapi ventilatsioon. Tööline pistab kinnastatud käed läbi uste avade ja erilise liivapüstoli abil valmistab ette detaili tööpinna. Ettevalmistuse kvaliteeti saab kontrollida läbi klaasakna, mis asub kapi seina kaldpinnas.

Liiva puhutakse erilise püstoliga suruõhu abil, mille rõhk on 2—5 kg/cm² (joon. 226).

Silindriliste pindade ettevalmistamiseks metallitamisele lõigatakse neile kärisenud keere, kui detaili kõvadus ei ole suurem kui



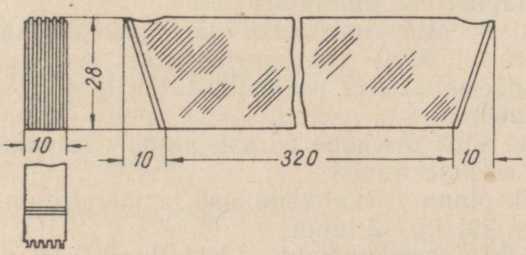
Joon. 225. Kamber detailide puhastamiseks liivajoaga



Joon. 226. Liivapüstol

300—325 H_B. Kärisenud keere lõigatakse detailile kiirlõiketerasest teraga, mille lõikenurk on 50—60° ja otsa ümardusraadius 0,5—1,0 mm. Keerme lõikamisel asetatakse tera detaili tsentrist 1—3 mm madalamale ja kinnitatakse suportisse nii, et kaugus kinnituskohast oleks vähemalt 70—100 mm. Keere lõigatakse jahutamiseta ja ühe siirdega. Keerme samm sõltub metallitatava detaili läbimõõdust. Tööpraktika kohaselt on kuni 25 mm jämeduste detailide keerme samm 1—1,25 mm ja jämedamatel detailidel — 0,75—1,0 mm. Keere tehakse 0,5—0,8 mm sügavune.

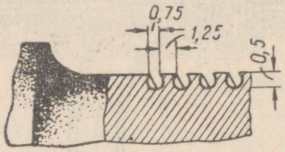
Nelinurkset kärisenud keeret lõigatakse praegusel ajal erilise 10 mm laiuse kammiga. Kammi kuju on toodud joonisel 227.



Joon. 227. Täisnurkse keerme lõikamise kamm

Soovitatakse kasutada järgmist keermetamisrežiimi: lõikekiirus 25—35 m/min, ettenihe ühel pöördel 0,3—0,4 mm, keerme sügavus 0,5—0,6 mm.

Pärast täisnurkse keerme lõikamist ja keermetippude rullimist (valtsimist) omandavad keermesooned joonisel 228 toodud kuju. Niisugune keermesoone kuju tagab hea siduvuse põhimetalli ja pealemetallitatud kihi vahel.



Joon. 228. Keermesoone kuju läbilõige pärast rullimist

Peamine puudus pinna ettevalmistamisel kärisenud keerme abil seisab detaili tugevuse järsus vähenemises. Ka ei saa seda meetodit kasutada siis, kui detaili pind on tsemendiiditud või kui selle kõvadus on suurem kui 325 H_B.

Kui detaili pinna kõvadus on üle 325 H_B, võib kasutada traadiga ümbermähkimist, mida tehakse järgmiselt. Detail pannakse treipingi tsentrite vahele. Mähitava traadi üks ots kinnitatakse kaelast eemal tavaliselt kammitsa abil. Teine traadi ots lastakse pingi terahoidja vahele pigistatud puitklotside vahelt läbi. Pink lastakse käima, lülitatakse sisse ettenihe ning traat mähitakse väga pingul detailile. Traadi läbimõõt ei tohi olla üle 1,0—1,5 mm, mähise samm 3 kuni 5 traadi läbimõõtu. Pärast pealemähkimist puhutakse traat liivajoaga üle.

Kõvade pindade ettevalmistamisel metallitamiseks võib edukalt kasutada elektrisädemega töötlemist.

Elektrisädemega töötlemisega moodustatakse metallitatavale pinnale punktide võrgustik, mis tekitabki vajaliku kareduse. Elektrisädemega töötlemisega võib metallitamiseks ette valmistada ükskõik millise kõvadusega pinda, vähendamata detaili tugevust. Pealemetallitatud kihi siduvus põhimetalliga väheneb aga seejuures.

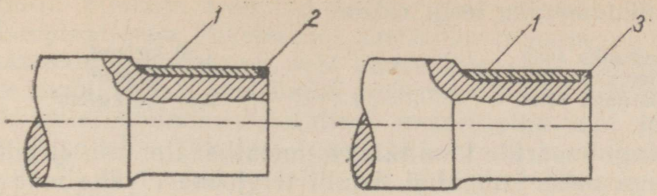
Viimasel ajal on hakatud pinna ettevalmistamisel metallitamiseks kasutama üksikute punktide külgekeevitamist teraselektroodidega elektromagnetilise vibraatori abil.

Metallitamiseks ettevalmistamisel jäetakse võlli tapile mehaanilisel eeltöötlemisel ääris või kasvatatakse see keevitamisega. Ääris on tarvilik selleks, et pealepihustatav kiht oleks võlli otsal (joon. 229) kaetud.

Metallitada tuleb otsekohe pärast pinna ettevalmistamist, et vältida pinna oksüdeerumist.

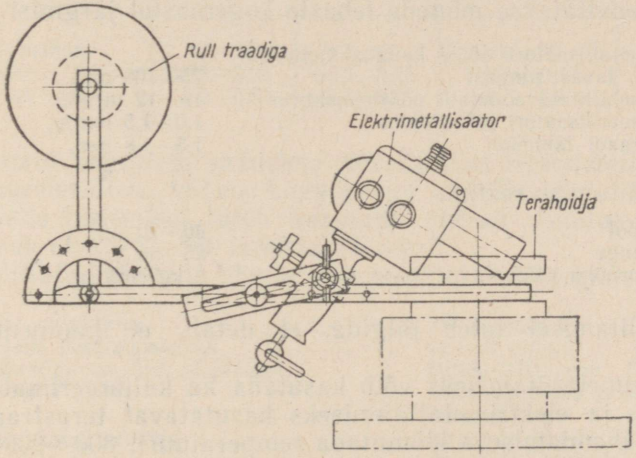
Ajavahemik pinna ettevalmistamise ja metallitamise vahel ei tohi olla pikem kui 1,5—2 tundi.

Metallituskihi pealekandmine. Metallitamiseks paigutatakse detail treipingi tsentrite vahele või kinnitatakse selle padrunisse.



Joon. 229. Võlli tapi ettevalmistamine metallitamiseks:
1 — metallituskiht; *2* — pealekeevitatud ääris; *3* — jäetud ääris

Metallisaator kinnitatakse treipingi suportile, nagu on näidatud joonisel 230.



Joon. 230. Abinõu elektrimetallitaja kinnitamiseks treipingile

Süsinikusisaldusega 0,2—1,2% terastraadiga metallitamisel gaasimetallisaatoriga võib töökogemustel soovitada järgmisi metallitamisrežiime:

metallisaatori düüsi kaugus metallitatavast pinnast	125—150 mm,
metallitatava detaili pöörlemiskiirus .	10—15 m/min.
metallisaatori pikiettenihe	1,25—2,5 mm/p,
traadi ettenihkekiirus	2,0—2,5 m/min

Atsetüleeni-hapniku leegi režiim:

atsetüleeni rõhk	1,70 kg/cm²,
hapniku rõhk	1,60 kg/cm²,
suruõhu rõhk	2,5—3,5 kg/cm².

Vesiniku-hapniku leegi režiim:

vesiniku rõhk	1,80 kg/cm²,
hapniku rõhk	1,70 kg/cm²,
suruõhu rõhk	2,5—3,5 kg/cm².

Tööpingi suportile kinnitatakse metallisaator nii, et pihustatud metallijuga oleks suunatud detaili telgjoonest vähe madalamale. Tuleb jälgida, et metallitamisel detaili pind ei kuumeneks üle 60—70°C.

Detaili liigsel kuumenemisel metallitamine katkestatakse või jahutatakse detaili õhuga.

Gaasimetallitamisel kasutatav traat peab olema kalibreeritud. Düüsi läbimõõt peab vastama traadi läbimõõdule, sest gaasimetallisaatorites takistab traat põlevgaaside sissepääsu suudmesse.

Terastraadiga elektrimetallitamiseks aparaatidega ЛК-У ja ЛК-6А soovitatakse mõnede tehaste kogemustel järgmisi režiime:

metallisaatori düüsi kaugus metallitatavast pinnast	75—100 mm,
metallitatava detaili pöörlemiskiirus .	10—12 m/min,
metallisaatori pikiettenihe	1,0—1,5 mm/p,
traadi läbimõõt	1,5—1,8 mm.

Metallitamise režiim:

vool	40—70 A,
pinge	25—35 V,
suruõhu rõhk	6 kg/cm².

Metallitamisel tuleb jälgida, et detail ei kuumeneks üle 60—70°C.

Elektrimetallitamiseks võib kasutada ka kalibreerimata traati.

Gaasi- ja elektrimetallitamiseks kasutatavat terastraati tuleb jäikuse vähendamiseks lõõmutada temperatuuril 800—900°C, aeglaselt jahutada ja puhastada liivajoaga.

Elektrimetallitamiseks kasutatakse 0,2—1,2% süsinikusisaldusega terastraati. Suure kõvadusega vastutusrikaste detailide metallitamiseks kasutatakse viimasel ajal vedrutraati (65Г).

Detailide metallitamise meetodi valikul tuleb silmas pidada, et elektrimetallitamisega pealekantud metall on urbsem ja sisaldab rohkem oksüüde gaasimetallitamisel.

Töötlemine pärast metallitamist. Pealemetallitatud terase kõvadus on märksa suurem kui traadil, mida selleks kasutati, peale selle sisaldab metallitamisega pealekantud kiht rohkesti oksüüde. Kõvadus ja oksüüdid raskendavad detaili lõplikku töötlemist.

Metallitatud tasapindu võib töödelda tööpinkidel või käsitsi. Mootoriploki ja plokikaane kinnimetallitatud pragusid töödeldakse käsitsi viilimisega või painduvale võllile kinnitatud käiaga. Töötlemiseks võib kasutada ka frees- või höövelpinke.

Ümmargusi pindasid töödeldakse pärast metallitamist algul treipingil lõiketeraga ning seejärel lihvitakse vajalikku mõõtu.

Metallitatud pindade treimisel kasutatakse kiirlõiketerasest või kõvasulamplaatidega lõiketerasid. Detailide treimine on üks vastutusrikkamaid operatsioone, sest suure kiirusega lõikerežiimidel ja terade ebaõigel teritamisel võib pealemetallitatud kiht mureneda või lahti tulla. Treimine on ühtlasi metallitatud kihi ja detaili põhimetalli vahelise siduvuse tugevuse kontrolloperatsiooniks.

Tabelis 36 on toodud metallitatud pindade töötlemiseks soovitatud lõikerežiimid.

Tabel 36

Metallitatud detailide lõikerežiim treimisel

Lõikerežiimi parameetrid	Kiirlõiketerasest teradega			Kõvasulamplaatidega treiteradega (terase töötlemisel)
	pehme teras	kõva teras	värviliste metallide sulamid	
Lõikekiirus m/min . .	15—18	8—10	60—70	30—40
Ettenihe mm	0,15—0,25	0,15—0,25	kuni 0,1	0,3—0,5
Lõikesügavus mm . .	0,2—0,5	0,2—0,5	0,5—1,5	kuni 0,5

Parimaid tagajärgi saadakse metallitatud terasdetailide lihvimisel suureteraliste, vähese kõvadusega alundkividega. Metallitatud pindade lihvimisel tuleb kasutada ohtralt jahutusvedelikku, milles peab olema 2—3% lahustatud seepi.

Metallitatud pindade lihvimiseks soovitatakse järgmist režiimi:

käia ringkiirus	25—30 m/sek
detaili pöörlemiskiirus	10—15 m/min
lõikesügavus ühel pikikäigul . . .	0,015—0,040 mm
ettenihe (piki)	sõltuvalt pinna ja käia laiusest
käia karakteristika	teralisus 36—46, kõvadus CM, materjal — alund

Metallitatud pinna lihvimisel on peamiseks puuduseks lihvimiskivide kiire õlitumine, mille tõttu neid tuleb sagedasti üle puhastada.

Käesoleval ajal kasutatakse metallitatud kihi töötlemiseks elektrisädeme meetodit (vt. neljanda jao 8. peatükki).

3. Pealemetallitatud kihi struktuur ja omadused

Metallitamisega taastatud kulunud detailide juures omavad peamist tähtsust järgmised pealekantud kihi omadused: struktuur, kõvadus, kulumiskindlus ja mehaaniline tugevus.

Struktuur. Uurimised on näidanud, et pealemetallitatud terasekihi mikrostruktuur ei sarnane normaalse kristallilise ega ka elektrolüütilisel teel pealekantud metalli struktuuriga. Metallitus-

kihi struktuuri peamiseks koostisosaks on troostiit-martensiit ja selgelt ilmnev kuhjumine. Struktuur on urbne ja sisaldab rohkesti oksüüde, mis asuvad õhukeste kelmetena pihustatud metalli üksikosade ümber.

Urbsuse tõttu on metallituskihi erikaal valatud metalli erikaalust väiksem (tabel 37).

Tabel 37

Metallide erikaalud

Metalli nimetus	Tina	Tsink	Pronks	Valgevask	Alumiinium	Plii	Vask
Valatud metall	7,286	6,922	8,760	8,299	2,540	11,362	8,933
Pealepihustatud metall	6,820	6,315	7,770	7,324	2,310	9,733	7,510

Selgelt ilmnev kuhjumine ja metallituskihi urbsus näitavad, et kihi struktuuri kujunemine toimub osakeste kõvas või plastilises olekus.

Kõvadus. Metallituskiht on kõvem ja hapram kui metallitamiseks kasutatud lähtemetall. Terase metallituskihi kõvadus seletub eelkõige sellega, et pihustatud metalli osakesed satuvad detaili pinnale tugevasti kuumendatult, jahtuvad seal kiiresti suruõhu mõjul ja karastuvad. Suure kiirusega lendavad osakesed annavad peale selle detaili pinnale või sellel olevatele metallituskihi osakestele tugevaid lööke, mille tulemusena pind kalestub, mis samuti suurendab metallituskihi kõvadust. Arvamus, et metallituskihi kõvadus tuleneb selles esinevatest oksüüdidest, pole nähtavasti päris õige, sest pinna kõvenemine tekib ka siis, kui metalli pihustamine toimub inertsete gaasidega. Teist oletust, et metallituskihi kõvadus tuleneb osakeste karastumisest, tõendab selle kihi termiline töötlemine. Detaili noolutamisel metallituskihi kõvadus väheneb tunduvalt.

Metallituskihi kõvaduse absoluutväärtus sõltub metallitamise režiimist ja terastraadi keemilisest koostisest, peamiselt süsinikusisaldusest. Süsinikusisalduse suurenedes metallituskihi kõvadus kasvab. Metallituskihi kõvadust määratakse tavaliste mõõteaparaatidega, kuid suure urbsuse ja ebaühtluse tõttu ei anna ükski neist riistadest õigeid andmeid metalliosakeste või struktuuri koostisosade tegeliku kõvaduse kohta. Metallituskihi teatud piirkondade kõvaduse keskmise väärtuse määramiseks kasutatakse siiski laialdaselt tavalisi mõõteaparaate.

Kulumiskindlus. Metallituskiht on urbne, mistõttu õli imbub kihi pooridesse ja õlikelme püsib hästi selle pinnal. Katsete andmed näitavad, et metallitatud pinna hõõrdekoefitsient on 12—40% väiksem kui karastatud pinnal. Metallituskihi omadus hoida oma pinnal hästi õlikelmet on eriti tähtis masinate käivitamisel, kui

liikuvate osade vahel tekib poolkuiv hõõrdumine. Toodud asjaolud näitavad, et õlitatavate metallitatud detailide kulumiskindlus on märksa suurem kui metallitamata detailidel. Seda väidet tõendab ka metallitatud osade töö praktika õlitusega kohtades.

Kuivhõõrdumisel on metallituskihi vastupidavus kulumisele väike. Seepärast ei saa soovitada niisuguste osade taastamist metallitamisega, mis töötavad kuivhõõrdumise tingimustes.

Mehaaniline tugevus. Uurimised näitavad, et lähtemetalliga võrreldes on metallituskihi tõmbetugevus väga väike. Metallitatud kihi tõmbetugevus, kui pealekantav terastraat sisaldab 0,35% süsinikku, on 18 kg/mm^2; pealepihustatud kihi survetugevus on küllalt suur ja ulatub kuni 150 kg/mm^2.

Metallitamisega taastatud detailides töötavad kaks metalli koos — detaili põhimetall ja metallituskihi metall. Rea katsete tulemuste alusel võib teha järgmised järeldused:

1) põhimetalli ja metallituskihi üheaegsel töötamisel sõltuvad detaili mehaanilised omadused ainuüksi põhimetalli omadustest;

2) metallituskihi väsimuspiir on vahelduvatel paindekoormustel madal. Praktikas võib siiski tähele panna, et põhimetalli väsimuspiir suureneb mõningal määral metallituskihi arvel;

3) metallituskihi paksuse suurenedes paindetugevus suureneb (kui arvestada paindekoormust põhimetalli ristlõike järgi). Läbipaine peaaegu ei sõltu metallituskihi paksusest;

4) metallituskihi väändenurk on võrreldes põhimetalliga väga väike.

Metallitatud detailide tugevuse arvutamisel tuleb võtta arvesse, et metallituskiht töötab survele võrdlemisi hästi. Metallitamisega võib taastada ainult niisuguseid detaile, millede! on pärast ettevalmistamist metallitamiseks veel küllaldane mehaaniline tugevus.

Detailide õigeks valikuks metallitamisega taastamiseks peab tundma selle töötlemisviisi positiivseid ja negatiivseid külgi. Analüüsides eeltoodut võib märkida järgmisi metallitamise positiivseid omadusi:

1) taastatava detaili põhimetalli struktuur ei muutu, sest temperatuur ei tõuse kõrgemale kui 60—70°C;

2) võib peale kanda küllalt paksu (10—15 mm) kihi tugevasti kulunud detaili taastamiseks;

3) suure süsinikusisaldusega terastraadi kasutamisel võib tunduvalt tõsta metallituskihi kõvadust;

4) metallituskihi pind on küllalt urbne ja määrdeõli püsib sellel hästi.

Metallitamise negatiivseteks külgedeks on:

1) metallituskihi mitteküllaldane siduvus detaili põhimetalliga. Siduvus sõltub suurel määral detaili pinna ettevalmistamisest;

2) kulunud detailide väga kõvu pindu on enne metallitamist raske töödelda mehaaniliselt — neile ei saa lõigata kärisenud keeret;

3) puudulikud kogemused detailide avade metallitamiseks. Enamikul avade metallitamise juhtudel esineb metallituskihi lahtikoorumine;

4) tunduv metallikadu väikese läbimõõduga ümmarguste detailide metallitamisel.

Järeldus. Eeltoodu põhjal võib märkida, et:

a) kulunud detailide taastamisel metallitamisega on kahtlematult arenemisperspektiive;

b) põhiliseks ülesandeks on parandada metallituspinna siduvust detaili põhimetalliga, mis pole veel küllalt kindel;

c) metallitamist tuleb laialdaselt rakendada õlitatavate koostöökohtade remontimiseks — võllikaelte ja liuglaagrite taastamiseks.

7. PEATÜKK

DETAILIDE TAASTAMINE GALVAANILISE KATMISEGA

Galvaanilistest metallikatmistest kasutatakse kulunud detailide taastamiseks praegusel ajal kroomimist, terasega katmist ja vasetamist.

Järgnevas tekstis vaadeldakse kõiki neid meetodeid. Rohkem tähelepanu pühendatakse seejuures kroomimisele ja terasega katmisele, mida kasutatakse kulunud osade taastamiseks sagedamini kui vasetamist.

Elektrokeemia rajajaks ja elektrokeemilise meetodi — galvanoplastika leiutajaks on vene silmapaistev teadlane B. S. Jakobi.

1836. a. õnnestus B. S. Jakobil esmakordselt saada metallisadestusi ja võtta koopiaid elektri abil. 1837. a. demonstreeris ta oma leiutist Peterburi Teaduste Akadeemiale. Selle väljapaistva leiutise eest määras Akadeemia talle Demidovi-nimelise preemia.

Jakobi leiutist kasutati laialdaselt tööstuslikul otstarbel. Meie maad loetakse õigustatult elektrokeemia ja elektrometallurgia kodumaaks.

1869. a. kasutasid vene akadeemikud Jakobi, Klein ja Lenz esmakordselt trüki-vaskklišeede ning vaskplaatide terasega katmist selleks, et neilt võtta võimalikult suuremat hulka tõmmiseid. Neil katmistel kasutati külmi elektrolüüte. Vannid töötasid toatemperatuuril, voolutihedus oli väike, väga õhukesed olid ka kattekihid (1,0—1,5 mikronit tunnis). Terasekihis tekkis palju vesinikku, mille tulemuseks oli sadestunud metalli suur kõvadus ja haprus. Detailide kuumendamisel gaasid haihtusid ja kattekiht muutus pehmemaks.

1909.—1910. a. oskasid keemikud juba saada paksemaid pehmeid teraskatteid. Elektrolüüdi temperatuur oli seejuures kõrge ja voolutihedus suur. See võimaldas saada suuremaid terase sadestuskii-

rusi. Sooritati esimesed katsed metalli sadestamiseks elektrolüütilisel teel kulunud masinadetailide remontimisel, mis andsid positiivseid tulemusi. Kuid enne Oktoobrirevolutsiooni see detailide taastamisviis praktilist rakendamist ei leidnud.

Pärast Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni algas elektrokeemia kiire arenemine. Galvaanilisi tööprotsesse hakati laialdaselt kasutama. Nende hulgas on kroomimisel erikoht. Nõukogude teadlaste panus kroomimise teooriasse ja praktikasse on suur. Nõukogude teadlaste Baimakovi, Laineri, Kudrjavtsevi, Fjodorovi, Arharovi jt. uurimused elektrolüütilise kroomi ehituse, kulumiskindluse ja muude küsimuste kohta pole laialdaselt tuntud ainult NSV Liidus, vaid ka välismaal.

1. Üldandmed

Elektrolüütideks nimetatakse teise liigi elektritjuhtivaid aineid, s. o. happeid, leelisi, sooli ja teisi keemilisi ühendeid, mis esinevad sulanud olekus või lahusena.

Vees lahustatult elektrolüüdid dissotsieeruvad. Nende molekulid lagunevad ioonideks, s. o. elektriliselt laetud aatomiteks või aatomigruppideks. Positiivselt laetud ioone nimetatakse katioonideks ja negatiivselt laetuid — anioonideks.

Voolu läbimisel elektrolüüdilahuseist toimub elektrolüüs.

Katioonid hakkavad liikuma negatiivselt laetud elektroodile[1] — katoodile, anioonid — positiivselt laetud elektroodile — anoodile. Jõudes elektroodidele, annavad ioonid neile ära oma laengud, kaotavad seejuures laenguist tingitud iseloomulikud omadused ja muutuvad neutraalseteks aatomiteks või aatomigruppideks. Viimased eralduvad elektrolüüdist või astuvad ühendusse veega, elektroodide materjaliga või omavahel, moodustades seejuures uusi aineid — elektrolüüsi teisendprodukte.

Galvanosteegias on katoodiks kaetav detail ja anoodiks enamuses metall. Galvaanilistes vannides kasutatakse lahustuvaid ja lahustumatuid anoode. Lahustumatute anoodide hulka kuuluvad plii, süsi, plaatina jne. Lahustuvateks anoodideks on raud, vask jne. Kvantitatiivselt kehtivad elektrolüüsi kohta järgmised Faraday seadused:

1) *elektrolüüsil eralduva aine kaaluline hulk on võrdeline elektrolüüti läbinud elektrihulgaga;*

2) *ühe ja sama elektrihulga mõjul elektroodidele tekkinud mitmesuguste ainete kaalulised hulgad on võrdelised nende ekvivalentkaaludega.*

Ekvivalentkaalu saamiseks jagatakse aatomkaal valentsiga. Grammides väljendatud ekvivalentkaalu nimetatakse grammekvivalendiks. Praktilisteks arvutusteks väljendatakse elektrihulka tehnikas tavaliselt ampertundides (Ah).

---

[1] Elektrolüüti paigutatud voolujuhtisid nimetatakse elektroodideks.

Elektrokeemiliseks ekvivalendiks nimetatakse elektrolüüdist ühe ampertunni läbimisel katoodile eraldunud metallihulka grammides.

Vastavalt eeltoodule väljenduvad Faraday kaks seadust järgmise valemiga:

$$G = cit,$$

kus G — elektrolüüsil eraldunud aine hulk grammides,
c — elektrokeemiline ekvivalent g/Ah,
i — vool amprites,
t — elektrolüüsi aeg tundides.

Praktiliselt saadud metallihulga suhet teoreetiliselt arvutatud hulgasse protsentides nimetatakse kasuteguriks voolu järgi.

Voolutiheduseks nimetatakse voolu suhet töödeldava pinna ühikusse väljendatult amprites ühe ruutdetsimeetri kohta (A/dm^2).

Hajutusvõimeks nimetatakse galvaanilisel töötlemisel metallikatte ühtlust ebasümmeetrilise kujuga detaili eri kohtadel. Galvaanilise vanni hajutusvõimet mõõdetakse laboratoorses vannis.

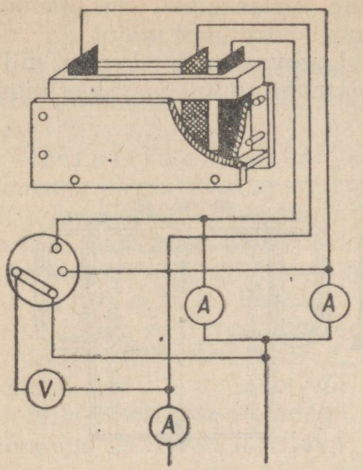
Joonisel 231 on toodud laboratoorne vann, kus anood asub keskel ja kaks katoodi selle kummalgi poolel. Anoodi ja katoodide vahemaade suhe on enamikul vannidel 5:1, kroomivannil 2:1.

Kui kroomivannis katoodide ja anoodi vahemaade suhe on 2:1 (10 ja 5 cm) ning katoodide kaalu suurenemine pooletunnilise tööaja järel on vastavalt 0,232 g ja 0,637 g, siis on kaalu suurenemiste suhe $\frac{0{,}637}{0{,}232} = 2{,}74$ ja vanni hajutusvõime

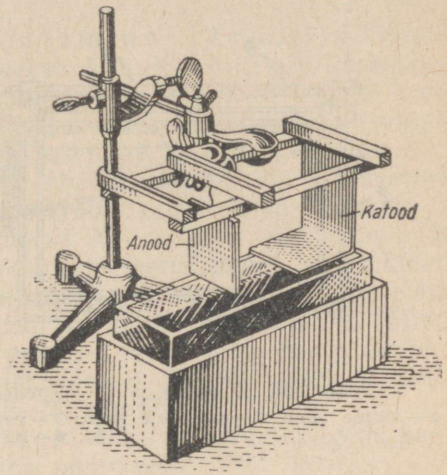
$$\frac{2 - 2{,}74}{2} = \frac{-0{,}74}{2} = -0{,}37 = -37\%.$$

Lisaks hajutusvõimele võetakse arvesse ka nn. kattevõimet, mis samuti iseloomustab vanni võimet katta katoodil olevaid süvikuid. Hajutusvõime määrab metalli kvantitatiivse jagunemise katoodi pinnal. Kattevõime määrab ainult metallikatte olemasolu detaili mitmesugustel kohtadel, sõltumatult kattekihi paksusest.

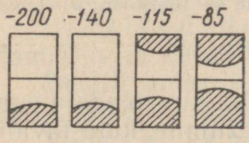
Kattevõime mõõtmiseks kasutatakse lameda anoodiga ja täisnurkselt painutatud katoodiga laboratoorset vanni (joon. 232). Kattevõimet kujutatakse graafiliselt sirgestatud nurgaga, nagu on näidatud joonisel 233. Joonisel 233 on võrdluseks toodud hajutusvõime protsentides.

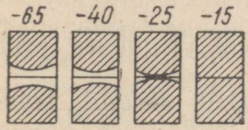


Joon. 231. Laboratoorne vann hajutusvõime määramiseks



Joon. 232. Laboratoorne vann kattevõime määramiseks





Joon. 233. Kroomimisvanni kattevõime graafiline kujutamine

2. Kulunud detailide taastamine kroomimisega

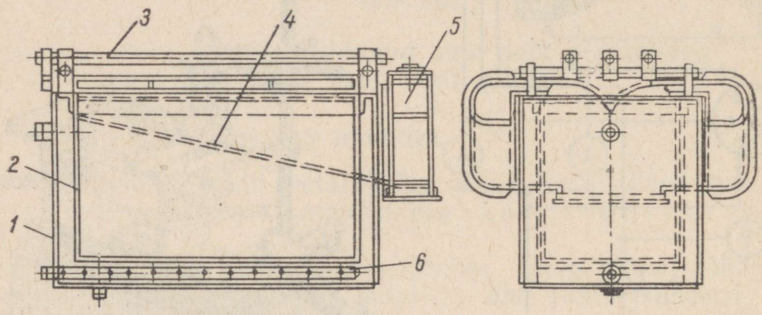
Kroomimisprotsessi lühiteooria. Kroomimisel riputatakse detail vanni katoodina. Anoodiks on pliiplaat. Elektrolüüdina kasutatakse kroomhapu anhüdriidi (CrO_3) ja väävelhappe (H_2SO_4) vesilahust ettenähtud vahekordades. Kroomimisvannis kasutatava voolu pinge on 6—8 V. Kroomimisprotsessi kestel eraldub katoodil suurel hulgal vesinikku ja anoodil hapnikku.

Elektrolüüt valatakse 3—5 mm paksusest raudplekist vanni (joon. 234). Elektrolüüdi kuumendamiseks on vann varustatud kuumendussärgiga. Seestpoolt on vann kaetud valtsitud pliiga. Pliikatte liitekohad keevitatakse hoolikalt kinni vesinikkeevitusega.

Värviliste metallide säästmiseks ei kaeta viimasel ajal paksemast raudplekist valmistatud kroomimisvanne enam pliiga, vaid töödeldakse elektriliselt väikese voolutihedusega 5—7 tunni vältel.

Vanni seintele kujuneb seejuures tihe kaitsekelme, mis kaitseb seinu edaspidise lagunemise eest kroomelektrolüüdi mõjul.

Jooniselt 234 on näha, et vanni külgservas on tõmbepilu, mille kaudu toimub vanni ja galvaanilise tsehhi ruumi ventileerimine.



Joon. 234. Veesärgiga ja külgedest ventileeritav kroomimisvann:
1 — väline vann; *2* — seesmine vann; *3* — varras; *4* — külgede ventilatsioon; *5* — koguja; *6* — kuumendi

Elektrolüüti kuumendatakse auruga või elektrikuumendajatega. Elektrolüüti kuumendatakse vastavalt vanni režiimile, kuid tavaliselt mitte üle 70°C.

Vooluallikana kasutatakse kroomimisel madalpingegeneraatoreid pingega 6/12 V ja voolutugevusega 1000/500 A ning 1500/750 A.

Elektrolüüsil toimuvad katoodil ja anoodil järgmised protsessid:

a) vesiniku eraldumine katoodile riputatud detailil, kuuevalentse kroomi taandumine kolmevalentseks, metallilise kroomi sadestumine;

b) anoodil (pliiplaat) hapniku eraldumine, kolmevalentse kroomi oksüdeerumine kuuevalentseks.

Kroomikihi omadused. Kroom on väga kõva, hõbedase-terasvärvusega metall. Kroomi erikaal on 6,92; sulamistemperatuur 1615°C; kõvadus 500—1200 H_V; paisumiskoefitsient $84 \cdot 10^{-6}$.

Galvaanilisel teel võib kroomiga katta malmi, terast, rauda, vaske, valgevaske ja alumiiniumisulameid. Kroomikihi paksus võib ulatuda mõnest kümnetuhandikust mm kuni 0,5 mm ja isegi üle selle. Detailide katmine kroomiga on väga täpselt reguleeritav. Väga õhukese kroomikihi elastsus on suur. Õhukese kroomikorraga kaetud metalli võib isegi stantsida. Tavalistel atmosfäärilistel tingimustel ja temperatuuril kroomikiht peaaegu üldse ei oksüdeeru. Orgaanilistele hapetele on kroom vastupidav.

Kroomipinna reflekteerimisvõime on 70% nähtavast spektrist (hõbedal 90%, niklil 60%). Kroomikiht säilitab kauem pinna läike

kui hõbe või nikkel. Kroomil on hea vastupidavus kulumisele, eriti siis, kui kattekiht ei ole paksem kui 0,10 mm.

Kroomimine on võrdlemisi keerukas protsess ja koosneb detaili ettevalmistamisest, kroomimisest ning sellele järgnevast töötlemisest.

Detailide ettevalmistamine kroomimiseks koosneb järgmistest operatsioonidest: 1) kulunud detaili lihvimine, 2) poleerimine, 3) bensiinis pesemine, 4) kroomimata jäävate kohtade isoleerimine, 5) detailide monteerimine varnale, 6) rasvaine kõrvaldamine detailidelt ja nende pesemine, 7) dekapeerimine.

Lihvimine. Ebaõige geomeetrilise kujuga või kriimustustega detaili on tarvis lihvida, sest kroom katab pinda ühtlaselt ja kopeerib kõik ebatasasused, muuseas ka kriimustused. Lihvimist teostatakse lihvpinkidel või lihvimiseks kohandatud treipinkidel. Detaile lihvitakse käiadega, millede teralisus on 40—80. Käia kõvadus valitakse lihvitava detaili pinna kõvaduse järgi. Mida kõvem on töödeldav pind, seda pehmem peab olema käi ja ümberpöördult. Lihvimiskäia pöörlemiskiirus on 25—30 m/sek. Detaili pöörlemiskiirus on lihvimisel 12—20 m/min.

Lihvitud detaili poleeritakse lihvimisjälgede kaotamiseks ja detailile sileda pinna andmiseks.

Detaile poleeritakse poleerimispinkidel riidest või vildist ketastega, milledele kantakse peale poleerimispastat.

Võlle võib ka poleerida lihv- või treipinkidel puust pigistitega, millede tööpinnale on liimitud smirgellõuend number 00 või 000. Samaks otstarbeks võib kasutada krookuslõuendit või ГОИ-pastat.

Detailide avasid poleeritakse poleerimispinkidel või selleks kohandatud puurpinkidel. Poleerimisel kasutatakse mitmest osast koosnevaid, laialisurutavaid puitnäsasid, millede tööpinnale liimitakse smirgellõuend.

Aukude poleerimist võib asendada hoonimisega. Töötlemiskivide teralisus peab olema 270—400. Poleerimine loetakse lõpetatuks, kui detaili pinnalt on kadunud lihvimiskäia jäljed.

Bensiinis pesemine. Rasvainest puhastamiseks pestakse detaili pärast poleerimist bensiinis ja puhutakse üle surugõhuga. Lapiga puhastamisel jäävad detaili pinnale kiud. Kuivatamisel õhu käes jäävad nired.

Kroomimata jäävate kohtade isoleerimine. Detailide kroomimata jäävad kohad isoleeritakse. Isolatsioonina kasutatakse tselluloidplaate või pestud kinofilmi. Isoleeritavad kohad mähitakse tselluloidisse või kinofilmisse, mis kinnitatakse traadiga või liimimise teel. Isolatsioonina kasutatakse ka tsapoonlakki või emailiiti. Tsapoonlaki valmistamiseks lahustatakse tselluloidi atsetoonis. Emailiit on kiiresti kuivav nitrotselluloosi lahus orgaaniliste lahustajate segus. Mõlemad ained on väga tulekardetavad ja neid tuleb seepärast hoida hermeetiliselt suletud nõudes. Laki või emailiidiga kaetakse detail pintsli abil mitu korda (tavaliselt 2—3 korda), sõltuvalt kroomimisvannis viibimise kestusest. Pärast iga lakikorra

pealepanekut kuivatatakse seda õhu käes 1—2 tundi. Järgmine lakikiht kantakse peale alles pärast eelmise kuivamist.

Kroomimata jäävate kohtade isoleerimine lakiga peab toimuma väga hoolikalt. Detaili avad suletakse tavaliselt pliikorkidega.

Detailide monteerimine varnale. Pärast kroomimata jäävate kohtade isoleerimist monteeritakse detailid varnale. Detailide avade sisepindade katmiseks monteeritakse igasse avasse ümmargused anoodid. Varnad on tarvilikud hea kontakti loomiseks detailiga ning nende vanni riputamise hõlbustamiseks ja õige vahemaa hoidmiseks detaili ning anoodi vahel. Erisugustele detailidele kasutatakse erineva konstruktsiooniga varnasid. Rea detailide varnale monteerimisel kasutatakse eriekraane, mis väldivad oksakujuliste sadestuste tekkimist detailide teravatele äärtele. Ekraanide abil saavutatakse kroomitaval detailil ühtlane jõujoonte jaotus. Kui detail ei vaja erivarna, siis riputatakse ta vanni latile valgevasktraadiga. Hea kontakti kindlustamiseks joodetakse traat detaili külge.

Rasvaine eemaldamine detailidelt ja nende pesemine. Kroomimise kvaliteet sõltub eeskätt rasvaine eemaldamise hoolikusest. Terasdetaile puhastatakse rasvainest elektrolüütiliselt leelisvannides või viini lubjaga.

Elektrolüütiline puhastamine toimub naatriumhüdroksüüdi (NaOH) lahuses, mille kontsentratsioon on 70—100 g ühe liitri vee kohta. Lahusesse soovitatakse lisada 2—3 g/l vesiklaasi. See aitab koondada rasvaosakesi, mis on lahuses suspendeeritud olekus. Anoodidena kasutatakse täisnurkseid raudplaate.

Rasvaine eemaldamisel on soovitav kasutada järgmist vanni režiimi — voolutihedus 5—7 A/dm², lahuse temperatuur 65—70°C. Pärast detaili vanni paigutamist lülitatakse sisse vool ja detail jääb voolu alla 5—6 min., sõltuvalt mustumise määrast. Katoodil intensiivselt eralduv vesinik soodustab õliosakeste lahtitulekut detaili-katoodi pinnalt.

Terasest või alumiiniumisulamist valmistatud detaile võib rasvainest puhastada viini lubjaga. Lubi lahustatakse vees vedelaks pudruks, millega detail kaetakse harja või puhaste puuvillaotste abil. Detaile pole soovitav hõõruda kuiva lubjaga. Lubi satub detaili pooridesse, kust seda on raske eemaldada.

Pärast elektrolüütilist puhastamist pestakse detaili kuumas vees rasvaine lagundumisproduktide eemaldamiseks. Lubjaga puhastatud detaile pestakse tugeva külmaveejoaga. Rasvainest puhastamise kvaliteeti kontrollitakse mõlemal juhul detaili pinna ühtlase märgumise järgi kastmisel puhta veega.

Tuleb silmas pidada, et elektrolüütilise puhastamise korral on vaja detail algul rasvainest puhastada ja siis katta lakiga kroomimata jäävad kohad, sest naatriumhüdroksüüdi lahus lagundab emailiiti.

Dekapeerimine. Dekapeerimise ülesandeks on eemaldada detaili pinnalt kõige õhemad, nähtamatud oksüüdikelmed, mis tekivad

detaili ümberpaigutamisel ühest vannist teise, ja põhimetalli struktuuri ilmutamine.

Dekapeerimine võib olla keemiline või anoodne. Keemilisel dekapeerimisel paigutatakse detailid 1—2 minutiks nõrka (1:20) väävelhappelahusesse. Remondiettevõtete praktikas keemilist dekapeerimist peaaegu ei kasutata. Laialdaselt kasutatakse anoodset dekapeerimist kroomimisvannis. Detaili hoitakse vannis 5—8 minutit, s. o. nii kaua, kuni see kuumeneb vanni temperatuurini. Selle aja sees toimub detaili täiendav puhastamine rasvainest. Järgnevalt lülitakse vool nii sisse, et detail oleks anoodiks, ja hoitakse vann voolu all 30—50 sekundit. Voolu tihedus peab seejuures olema 20—25 A/dm². Vanni koostis ja temperatuur on samad mis kroomimisel. See operatsioon on tarvilik kroomikihi heaks sidestumiseks detaili põhimetalliga. Kroomimisvanni lülituskilbile on voolu ümberlülitamiseks monteeritud kahepoolne lüliti.

Kroomimine. Eristatakse kahte liiki kroomimist — siledat ja urbset.

Vaatleme s i l e d a k r o o m i m i s e protsessi.

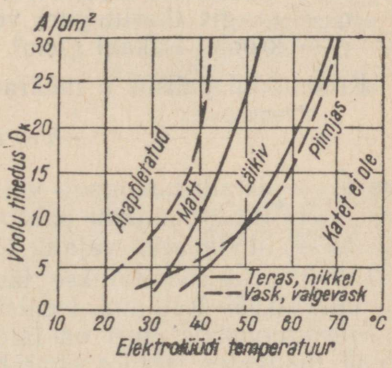
Pärast dekapeerimist lülitatakse vool katoodile ja kroomitakse detaili.

Siledaks kroomimiseks soovitatakse järgmise koostisega elektrolüüti:

$CrO_3 = 150$ g/l ja $H_2SO_4 = 1{,}5$ g/l,

$CrO_3 = 250$ g/l ja $H_2SO_4 = 2{,}5$ g/l.

Õige kõvakroomimise režiimi valikuks on tarvis teada voolutiheduse sõltuvust elektrolüüdi temperatuurist. See sõltuvus on toodud joonisel 235.



Joon. 235. Kroomkatte iseloomu sõltuvus voolu tihedusest ja vanni temperatuurist

Nagu diagrammist nähtub, võib saada kroomimisel kolme liiki sadestusi — piimjaid, läikivaid ja tuhme.

Piimja sadestuse saab väikesel voolutihedusel ja elektrolüüdi kõrgel temperatuuril. Läikivaid sadestusi saab nn. töö intervallis, mis joonisel 235 on terase jaoks piiratud kahe täisjoonega. Tuhme sadestusi saab suurel voolutihedusel ja elektrolüüdi madalal temperatuuril.

Kõige kõvemad on tuhmid sadestused. Nende kõvadus ulatub kuni 1200 H_V, kuid nad on ühtlasi väga haprad. Läikivate sadestuste kõvadus on 900 H_V. Nad on samuti haprad, kuid vastupidavad hapete mõjule. Piimjad sadestused on kõige pehmemad — nende kõvadus on 500—600 H_V, nad on plastilised, kattuvad hästi õliga ja on seepärast vastupidavad kulumisele.

Sileda kroomimise režiim valitakse vastavalt detaili töötingimustele.

Liikumatute istudega töötavaid detaile (võllid ja kuul- ning rull-laagrite pesad) kroomitakse läikiva ja tuhmi kihiga. Ökonoomsem on töötada suuremate voolutihedustega, s. o. valida voolutihedusi läikivate katete ülemisel piiril. Elektrolüüdi temperatuur ei tohi seejuures olla madalam kui 45°C.

Detaile, mis töötavad suurte erisurvetega ning on koormatud dünaamiliselt ja vahelduvate koormustega (näiteks väntvõlli kaelad ja teised analoogilised detailid), kroomitakse peamiselt piimja kattega. Niisugune kate saadakse voolutihedusel 20—30 A/dm² ja elektrolüüdi temperatuuril 65—70°C.

Detaili kroomimise aeg määratakse valemiga:

$$t = \frac{b\gamma 10}{Dc\eta},$$

kus t — kroomimise aeg tundides;
b — katte paksus mm;
D — voolutihedus A/dm²;
c — elektrokeemiline ekvivalent g/Ah (0,323 g/Ah);
η — saagis (kasutegur) voolu järgi (0,12—0,14);
γ — kroomi erikaal g/cm³ (6,9—7,1 g/cm³).

Kroomikihi paksus b määratakse valemiga:

$$b = b_1 + b_2,$$

kus b_1 — detaili nominaal- või remontmõõte saavutamiseks vajalik kroomikihi paksus,
b_2 — lihvimiseks vajalik töötlemisvaru.

Lihvimiseks soovitatakse järgmisi töötlemisvarusid: tsentrita lihvimisel 0,05—0,10 mm, tsentrites lihvimisel 0,10—0,15 mm.

Sile kroomkate, mis on täiesti kõlblik liikumatutele istudele, töötab liikuvates istudes ebarahuldavalt. Määrdeõli püsib niisugustel katetel halvasti, mille tulemuseks on hõõrduvate osade marrastumised.

Viimastel aastatel on mitmesugustes masinaehitusharudes ning ka autoremondi ettevõtetes hakanud laiemalt levima urbne kroomimine.

Vaatleme urbse kroomimise protsessi.

Urbsel kroomimisel on kaks erikuju — joon- ja punktkroomimine.

Diagrammil (joon. 236) on toodud piir, millest ühel pool saadakse mõrade võrgustikuga ja teisel pool ilma mõrade võrgustikuta kroomisadestus. Selle diagrammi järgi saab määrata režiimi, mis võimaldab saada mõrade võrgustikuga kroomkatet. Olenevalt kroomimise režiimist võib saada erisuguseid mõrade võrke.

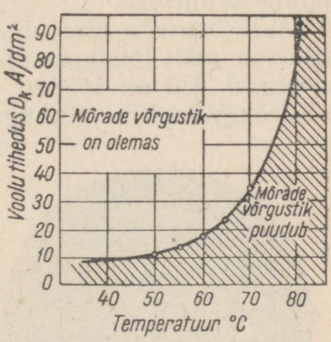
Eristatakse kolme liiki mõradevõrke: jämedaid, keskmisi ja peeneid (joon. 237 *a*, *b*, *c*).

Kui mõrade võrgustikuga piimjas-läikivaid kroomikihte töödelda anoodsöövitamisega, saame nn. joonurbsusega kroomkatte.

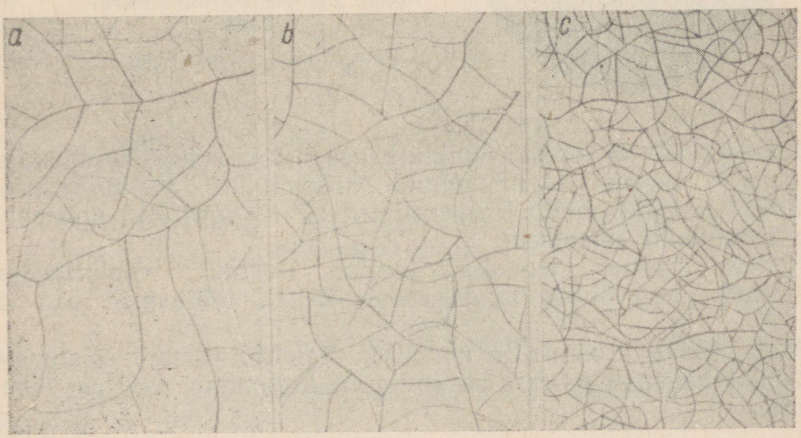
Joonisel 238 on toodud orienteeriv skeem joonurbsusega kroomkatte kujunemisest sõltuvalt anoodsöövitamise ajast.

Algul kroomitakse pind järgmisel režiimil: voolutihedus **50 A/dm²**; elektrolüüdi temperatuur 58—60°; kroomikihi paksus 0,2—0,25 mm.

Seejärel toimub anoodsöövitamine, s. o. voolu ümberlülitamine vastassuunda ja töötlemine 6—8 minuti kestel voolutihedusega 55 A/dm² ning elektrolüüdi temperatuuril 50—58° C.

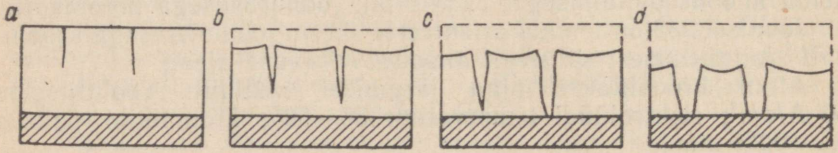


Joon. 236. Mõrade võrgustikuga ja võrgustikuta kroomkatte piiride diagramm



Joon. 237. Joonurbne kroomkate: *a* — jäme võrgustik (pindalade suurus 2,0—2,5 mm²); *b* — keskmine võrgustik (pindalade suurus 0,85—1,0 mm²); *c* — peen võrgustik (pindalade suurus 0,35—0,5 mm²)

Jooniselt 238 on näha, et söövitamise protsess kulgeb mööda esialgseid mõrasid, perpendikulaarselt kihi pinnaga. Mõrad laienevad ja muutuvad sügavamaks, kujundades kanaleid, milledes õli hästi püsib. Joonurbse kroomi võrdlemisel sileda läikiva kroomiga on uurimused näidanud, et õli laialivalgumine joonurbsusega kroomikihil on umbes 2—4 korda kiirem. Määrdeõli püsib urbsel pinnal 80—120 korda kauem kui siledal pinnal. Viimane asjaolu suurendab järsult joonurbsusega kroomikihi vastupidavust kulumisele.



Joon. 238. Joonurbse kroomkatte kujunemise skeem: *a—d* — protsessi kulgemise staadiumid

Joonurbsusega kroomkatet võib soovitada mootoriploki hülsside tööpinna katmiseks.

Punkturbsusega kroomikiht saadakse tiheda mõravõrgustikuga mattide ja matt-läikivate kroomikihtide anoodsöövitamisel.

Joonisel 239 on toodud punkturbsusega kroomikiht, mis sarnaneb rõugearmilise pinnaga.



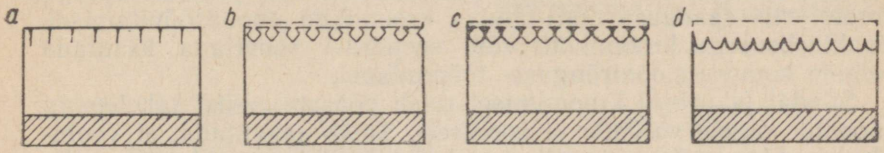
Joon. 239. Punkturbne kroomkate

Joonisel 240 on toodud punkturbsusega kroomikihi kujunemise orienteeriv skeem. Algul toimub kroomimine voolutihedusel 42 A/dm² ja elektrolüüdi temperatuuril 50° C kuni 0,15 mm paksuse kroomikihi saamiseni.

Sellele järgneb anoodsöövitamine režiimil: voolutihedus 40 A/dm², elektrolüüdi temperatuur 50° C, töötlemise aeg 12 minutit.

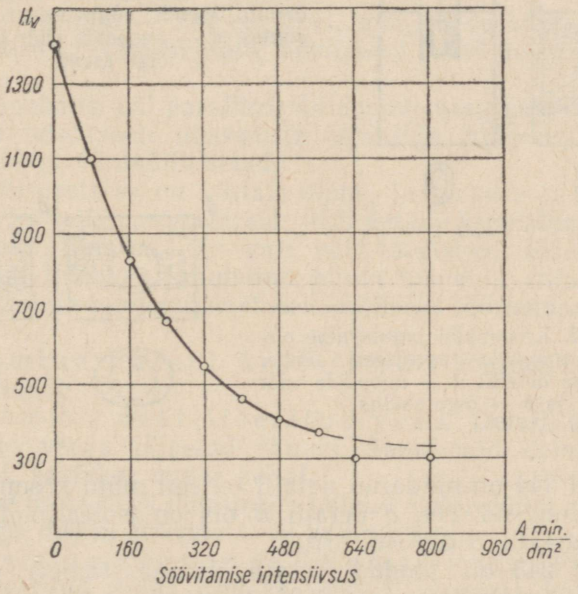
Matt-läikiva kroomkatte anoodsöövitamisel toimub esialgsete pragude laienemine märksa kiiremini kui kroomikihi paksuse vähenemine.

Anoodsöövitamise teatud intensiivsuseni $\left(560\ \frac{\text{A min}}{\text{dm}^2}\right)$ * jääb seepärast matt-läikiva kroomikihi pinnale õhuke ja habras kate, mis püsib väga nõrgalt püramiidikujulistel vahetükkidel (joon. 240).



Joon. 240. Punkturbse kroomkatte kujunemise skeem:
a—d — protsessi kulgemise staadiumid

Joonisel 241 on toodud matt-läikiva kroomkatte kõvaduse muutumise diagramm sõltuvalt anoodsöövitamise intensiivsusest. Diagrammilt on näha, et matt-läikiva kroomikihi mikrokõvadus väheneb tunduvalt anoodsöövitamise intensiivsuse suurenedes (ligikaudu 3 korda).



Joon. 241. Matt-läikivate kroomkatete pinnakõvaduse muutumise kõver sõltuvalt anoodsöövituse intensiivsusest

* Anoodsöövitamise intensiivsuseks nimetatakse voolutiheduse (A/dm²) ja söövitamise aja (min.) korrutist.

Piimjas-läikiva joonurbsusega kroomikihi pinna mikrokõvadus väheneb anoodsöövitamise intensiivsuse suurenedes ainult 14—17%.

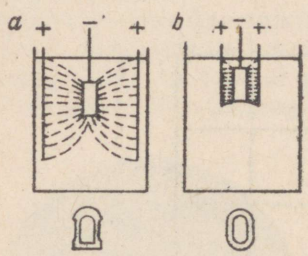
Eeltoodust järeldub, et anoodsöövitamise intensiivsuse suurenedes peavad muutuma punkturbsusega kroomikihi sissetöötatavus ja kulumiskindlus. Paremini sissetöötatav on punkturbsusega kroom, mis saadakse matt-läikiva kroomikihi anoodsöövitamisel. Punkturbsusega kroomikihti võib seepärast soovitada kasutada kolbide kompressioonirõngaste tööpindadel.

Siledal ja urbsel kroomimisel tuleb pöörata erilist tähelepanu anoodide õigele valikule ja asetusele. Tuleb saavutada, et voolutihedused kroomitava detaili pinnal oleksid ühesugused.

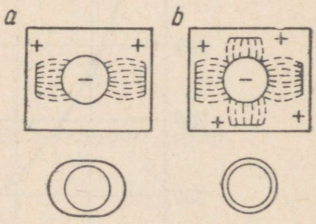
Joonisel 242 on näidatud, kuidas detaili sügavus anoodi ja elektrolüüdi taseme suhtes mõjub kroomikihile.

Joonisel 243 on toodud anoodide asendi mõju kroomikihi jagunemisele silindrilisel detailil.

Kroomi sadenemine oleks ühtlasem, kui anood asetseks detaili suhtes kontsentriliselt, sest jõujooned jaguneksid siis detaili ümber ühtlaselt.



Joon. 242. Kroomikihi jagunemine olenevalt elektrolüüdi taseme ja detaili asendi sügavusest anoodi suhtes: *a* — anoodide väär ja *b* — õige asend



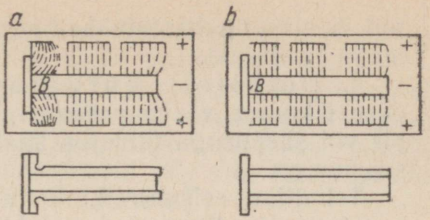
Joon. 243. Kroomikihi jagunemine olenevalt anoodide asetusest ümber silindrilise detaili: *a* — anoodide väär ja *b* — õige asetus

Joonisel 244 on näidatud detaili reljeefi mõju kroomikihi jagunemisele. Joonisel 244, *a* detaili *B* ots on isoleerimata. Joonisel 244, *b* on detaili *B* ots isoleeritud.

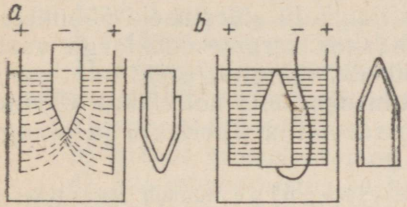
Joonisel 245 on toodud detaili vanniasetamise viisi mõju kroomikihi jagunemisele teravikul. Jõujoonte õige jagunemine on näidatud joonisel 245, *b*.

Ühtlasemate kroomkatete saamiseks kasutatakse laialdaselt järgmisi vahendeid:

1) kaitsekatoode — jõujoonte äratõmbamiseks kontsentreerumiskohtadest, kus kroomi sadestused on põlenud;



Joon. 244. Detaili reljeefi mõju kroomikihi jagunemisele: *a* — jõujoonte ebaõige ja *b* — õige asetus



Joon. 245. Detaili ülesriputamise mõju kroomikihi jagunemisele teravikul: *a* — jõujoonte ebaõige ja *b* — õige asetus

2) mittemetalseid ekraane — liigse voolutiheduse ärahoidmiseks katoodi väljaulatuvatel kohtadel; selleks kasutatakse niisuguseid isolatsioonmaterjale, nagu tselluloid, tsapoonlakk, emailiit ja teised.

3) metallekraane — kui on tarvis vähendada kroomi sadestumist naabruses olevale pinnale; niisugusel juhul kasutatakse pliipaberit;

4) kontsentrilisi või paralleelseid anoode ning katoode — mida kasutatakse laialdaselt niisuguste detailide kroomimisel, nagu silindrihülsid ja väntvõllikaelad.

Kroomimisprotsess on küllalt täpne, ja seepärast, kui pidada rangelt silmas selle parameetreid, võib detaile kroomida kuni vajalike mõõdeteni, ilma et oleks vaja neid järgnevalt töödelda. Kuid küllalt sageli tuleb ka kroomitud pindu töödelda (lihvida) ning seepärast lisatakse kroomimisel mehaaniliseks töötlemiseks töötlusvaru.

Töötlemine pärast kroomimist koosneb järgmistest operatsioonidest:

1. Pesemine destilleeritud vees. Detaili loputatakse destilleeritud veega täidetud vannis. Suuremaid detaile, mis ei mahu vanni, pestakse vanni kohal.

Pesemine on tarvilik detailidele jäänud elektrolüüdi eemaldamiseks, millega hiljem täiendatakse kroomivanni.

2. Pesemine külmas ja kuumas vees. Pärast pesemist destilleeritud veega pestakse detaili voolavas külmas vees. Lõplikult eemaldatakse elektrolüüt detaililt pesemisega kuumas voolavas vees. Kuum vesi mitte ainult ei puhasta, vaid ka kuumendab detaili, mis kiirendab selle kuivamist.

3. Varnade demontaaž. Pärast kuuma veega pesemist demonteeritakse detailid varnadelt ja neilt võetakse maha ekraa-

nid. Seejärel puhastatakse nad noaga isolatsioonilakist ja võetakse maha tselluloid.

4. Detailide kuivatamine. Kui detail pole kuivanud pärast kuuma veega pesemist, siis kuivatatakse seda kuivatuskapis või saepuruga täidetud kastis. Detail kaetakse seejuures üleni saepuruga.

Tehniline eelkontroll. Pärast kuivatamist vaadatakse detail hoolikalt üle. Kroomimisel tekkinud dentriitidekujulised väljaulatised eemaldatakse smirgelluisu või käiaga. Välisel ülevaatusel tuleb pöörata erilist tähelepanu kroomikihi sidestusele põhimetalliga. Kontrolli teostatakse vaskhaamri kergete löökidega vastu kroomikihti. Kui kroomikihi kvaliteedis mingisuguseid kahtlusi ei ole, siis selgitatakse detaili mõõtmisega selle kõlblikkus lihvimisele andmiseks. Pärast kroomimist detailid lihvitakse ja plangitakse.

Sileda kroomiga kroomitud detailide lihvimine toimub abrasiivketastega, millel on järgmine karakteristika: lihvimismaterjal — elektrokorund, teralisus 50, kõvadus C, sideaine — keraamiline. Lihvimisrežiim: ketta joonkiirus 30—40 m/sek, detaili kiirus 12—20 m/min.

Kroomitud detailide peenplankimine toimub võnkuvate tahkudega. Plankimise režiim: detaili pöörlemiskiirus 15 m/min, tahkude kaksikkäikude arv 500—1000 käiku minutis, tahu käigu pikkus 1,5—5 mm, pikiettenihe detaili ühe pöörde kohta 0,1 mm, tahkude erisurve 1,15—2,5 kg/cm²; jahutav vedelik koosneb 10 osast petrooleumist ja ühest osast turbiini- või värtnaõlist. Joonurbse kroomiga kroomitud avasid on soovitav plankida valgest elektrokorundist või rohelisest ränikarbiidist tahkudega, mis on keraamilise sideainega ning mille teralisus on 320—500 ja 11. struktuuri kõvadus M_2-CM_1.

Plankimise režiim: lihvimispea ringkiirus 100—150 m/min, edasi-tagasi liikumise kiirus 8—10 m/min, erisurve 1,5—2,0 kg/cm²; jahutusvedelik koosneb petrooleumi ja mineraalõli segust. Pärast lihvimist pestakse detaile kuumas soodalahuses rõhu 3—5 kg/cm² all, kuni abrasiivi osakesed on täielikult eemaldatud.

Pärast lihvimist ja plankimist toimub detaili lõplik tehniline kontrollimine. Algul teostatakse hoolikas väline ülevaatus, mille peamiseks ülesandeks on kroomikihi seisukorra kindlaksmääramine. Seejärel detaili mõõdetakse. Detaili kõik mõõted peavad vastama remonditud detaili kohta kehtivatele tehnilistele tingimustele.

Kontrollimisel võib selguda, et detail ei ole rahuldavalt kroomitud. Niisugusel juhul kroomimist korratakse, võttes enne endise kroomikihi maha. Kroomikihi võib eemaldada keemilisel või elektrokeemilisel teel.

Kroomikihi keemilisel eemaldamisel paigutatakse detail soolhappelahusesse (1 osa kontsentreeritud soolhapet 6—9 osas vees), mille temperatuur on 30—40° C. Selles lahuses laguneb kroom väga intensiivselt ning eraldub vesinik. Kui kõik kroom on lahustunud, algab terase lahustumine. Söövitamisel tuleb hoolikalt jälgida, et ei lahustuks põhimetall. Pärast kroomikihi eemaldamist pestakse detaili hoolikalt kuumas vees. Kui pesemisele ei järgne otsekohe kroomimine, siis kaetakse detail määrdega.

Kroomikihi eemaldamine elektrokeemilisel meetodil

toimub 20-protsendilise naatriumhüdroksüüdi-lahuse vannis või tavalises, elektrolüütilisel teel rasvainest puhastamise vannis.

Selles vannis on anoodideks detailid, katoodideks raudplaadid. Kroomikihi eemaldamisel võib voolutihedus olla suurim, mida võimaldab kasutatav elektriagregaat, sest mida suurem on voolutihedus, seda kiiremini eemaldub kroomikiht. Ka siin tuleb hoolikalt jälgida, et ei lahustuks detaili põhimetall. Kroomikihi täieliku eemaldumise tunnuseks on voltmeetri osuti järsk kaldumine.

Praagi liigid kroomimisel ja praagi parandamine. Tabelis 38 on toodud praagi liigid, selle põhjused ja parandamise meetodid.

Kroomimise positiivsed omadused:

1) kroomimine toimub temperatuuril alla 70° C. Seetõttu ei muutu detaili põhimetalli struktuur ja termiline töötlemine;

2) sile ja urbne kroomkate omavad suure kõvaduse;

3) urbsel kroomkattel on suur vastupidavus kulumisele;

4) kui ettevalmistus ja kroomimine on tehtud õigesti, siis on kroomi sidestus detaili põhimetalliga hea;

5) vanni jaoks tarvilikkude materjalide saamine ja elektrolüüdi kuumendussüsteemi valik ei tekita raskusi;

6) elektrolüüti on vaja filtreerida harva.

Kroomimise negatiivsed omadused:

1) detailide ettevalmistamise toimingute keerukus. Ebaõige ettevalmistamise ja kroomimise tulemuseks on praak;

2) paksude kroomikihtide vastupidavus kulumisele on märksa halvem kui õhukestel;

3) elektrolüüdi materjalid on defitsiitsemad kui terasega katmisel, eriti kroomhapu anhüdriid;

4) kroomimise elektrokeemiline ekvivalent on väike (0,323 g tunnis);

5) saagis voolu järgi on kroomimisel ainult 13—18%;

6) voolutihedus on kroomimisel võrdlemisi kõrge (25—50 A/dm^2);

7) tööjõudlus on kroomimisel väike. Ühe tunni jooksul sadestub ainult 0,015—0,03 mm paksune kiht;

8) kroomimise maksumus on võrdlemisi kõrge, eriti paksemate kihtidega kroomimisel.

Kroomimisega taastatakse järgmisi detaile: silindrihülsse (tööpindu), kolvirõngaid, jaotusvõlle, klappe, õlipumbavõlle, tõukureid, siduripedaalivõlle, diferentsiaalikarpe, diferentsiaaliristmikke, roolihoovavõlle jm. detaile.

Järeldused. Kroomimisega taastatavate autodetailide nomenklatuur on suur. Siledat kroomkatet kasutatakse tavaliselt vähekulunud ja peamiselt liikumatu istuga töötavate detailide taastamiseks.

Urbset kroomkatet tuleb laialdaselt kasutada liikuvate istudega detailidel ja esmajärjekorras niisugustel detailidel, nagu silindrihülsid, kolvirõngad, väntvõllikaelad ning teised taolised detailid.

Tabel 38

Praagi liigid, põhjused ja nende parandamise viisid

Praagi nimetus	Põhjus	Parandamise meetod
1. Matt või pruunistunud kate (esineb sagedamini detaili väljaulatuvatel osadel)	Elektrolüüdi temperatuur ja voolutihedus pole kooskõlas. Vanni puudulik hajutamisvõime. Anoodidel on pliiperoksüüdi ja pliikromaati	Seada õigeks elektrolüüdi temperatuuri ja voolutiheduse vahekord. Suurendada elektroodide vahekaugust. Puhastada anoode mehaaniliselt või elektrolüütiliselt nõrgas soolhappes
2. Tume kate	Kolmevalentse kroomi tugev kontsentratsioon. Puudulik sulfaatide sisaldus. Vanni madal temperatuur	Töödelda vanni elektrivooluga, kasutades suurepinnalisi anoode. Lisada väävelhapet või kroomsulfaati. Seada temperatuur õigeks
3. Soomuskate	Kolmevalentse kroomi tugev kontsentratsioon	Töödelda vanni vooluga või lisada vesinikülihapendit
4. Teraline või pundunud kate	Detaili puudulik puhastamine enne kroomimist. Elektrolüüdis on kõvu osakesi	Hoolikalt puhastada kroomitavat pinda enne vanni asetamist. Elektrolüüti filtreerida
5. Tumedad vöödid detaili pinnal	Madal sulfaatide sisaldus (vähem kui 200:1)	Lisada väävelhapet või kroomsulfaati
6. Kroomkate koorub põhimetallilt lahti	Elektrolüüdi temperatuur ja voolutihedus pole kooskõlas. Anoodil on pliiperoksüüdi ja pliikromaati. Halb puhastus rasvainest. Voolutiheduse järsk tõus või elektrolüüdi temperatuuri madaldumine	Seada õigeks elektrolüüdi temperatuuri ja voolutiheduse vahekord. Puhastada anoode mehaaniliselt või elektrolüütiliselt nõrgas soolhappes. Jälgida pidevalt töötlemisprotsessi, korrigeerides seda vajaduse korral
7. Elektrolüüdi temperatuuri ja voolutiheduse õige vahekorra puhul esineb punktis 6 märgitud nähe detaili kõrgematel osadel, teravatel äärtel jne.	Vanni puudulik hajutusvõime	Kasutada vastava kujuga kaitsekatoode ja anoode
8. Detaili kate on üleni või osaliselt matt	Mattkohtadel on voolutihedus liiga suur. Jõujooned ei jõua detailini (ekraneerimine). Detailide ebaõige asetus vannis, nende ebaõige kinnitus, jõujoonte teekonna tõkestamine rippetraadiga jne.	Suurendada elektroodide vahemaad. Rakendada abinõud jõujoonte paremaks jagunemiseks

Praagi nimetus	Põhjus	Parandamise meetod
9. Kroom ei sadestu detailide õõnsustesse	Pole saavutatud metallilise kroomi eraldumise potentsiaali — neis kohtades pole voolutihedus küllaldane	Detaili vanni asetamisel tõsta ½—1 minutiks voolutugevus 2—3-kordseks ja siis aeglaselt madaldada kuni normaalvooluni. Valida vastava kujuga anoodid
10. Kõik või osa detaile ei kattu kroomiga	Kontakti puudumine või mitteküllaldane ristlõige. Oksüüde sisaldav kare detaili pind. Anoodidel on pliiperoksüüdi ja pliikromaati	Kontrollida kontakti. On vaja suuremaid voolutihedusi. Puhastada anoode mehaaniliselt või elektrolüütiliselt nõrgas soolhappes
11. Kroomi ebaühtlane sadestumine (ovaalsuse ja koonilisuse tekkimine)	Anoodide ebaühtlane paigutus. Kaitsekatoodide puudumine või ebaõige asend	Jaotada anoodid ühtlaselt ja kasutada kaitsekatoode

3. Kulunud detailide taastamine terasega katmise teel

Kroomimist on otstarbekas kasutada ainult vähekulunud detailide taastamiseks. Paljude autodetailide kulumised on võrdlemisi suured, nagu näiteks õhukeste laagriliudadega väntvõllikaeltel. Õhukese kroomkatte alla on seepärast vaja paigutada odav aluskiht. Niisugune aluskiht peab vastama järgmistele nõuetele:

1) aluskiht peab olema küllalt kõva, et kroomkate koormuste koondumisel läbi ei vajuks;

2) aluskihil peab olema suur sadestuskiirus;

3) aluskiht peab hästi sidestuma detaili põhimetalli ja kroomkattega;

4) aluskihi materjalid ei tohi olla defitsiitsed.

Nendele nõuetele vastab aluskiht, mis saadakse terasega katmisel.

Terasega katmisel kasutatavad elektrolüüdid. Kulunud detailide taastamiseks kasutatavate elektrolüütide kohta esitatakse järgmised peamised nõuded:

1) nad peavad andma paksu kattekihi (0,5 mm ja paksema);

2) teraskatete füüsikalis-mehaanilised omadused peavad olema kõrged;

3) terasega katmise protsessi tööjõudlus peab olema suur. Nendele nõuetele vastavad peamiselt «kuumad» kloorraua elektrolüüdid. Nende kattekiirus (0,3÷0,36 mm tunnis) ja kasutegur voolu järgi (80—90%) on suured. Nad on koostiselt lihtsad, neid on kerge kontrollida ning neid valmistatakse materjalidest, mis pole defitsiitsed.

Elektrolüüdid raudkloriidi sisaldusega 750 g/l annavad uurimiste kohaselt kattekihte kõvadusega 140—160 H_B. Elektrolüüdid raudkloriidi sisaldusega 500 g/l annavad kattekihte kõvadusega 170—200 H_B.

Parimaks loetakse seepärast järgmise koostisega elektrolüüti:

raudkloriidi	300—500 g/l
naatriumkloriidi	125—300 g/l
soolhapet	0,5—2,5 g/l

Elektrolüüdi valmistamine koosneb järgmistest operatsioonidest:

1. Treida pingil vähese süsinikusisaldusega (0,1—0,2% C) terase laaste. Laastud peavad olema puhtad — rooste ja tagita. Laastud puhastatakse rasvainest naatriumhüdroksüüdi lahuses. Raudkloriidi sisalduseks 500 g/l on vaja 140 g laaste vanni kasuliku mahu iga liitri kohta.
2. Lähtudes vanni kasulikust mahust määrata vajalik soolhappe hulk.
3. Lahjendada soolhapet veega, vahekorras 0,5 l vett 1 l soolhappe kohta.
4. Puistata laastud soolhappesse ja söövitada neid selles kuni vesinikumullikeste kadumiseni. Söövitada happekindlas nõus temperatuuril 30—40° C — väljas või hea ventilatsiooniga ruumis.
5. Lahustada vees vajalik hulk keedusoola. Vee maht peab olema umbes pool happe mahust.
6. Valada soolalahus raudkloriidi lahusesse.
7. Saadud elektrolüüt valada settimisanumasse 24-tunniliseks settimiseks.
8. Täita vann elektrolüüdiga, filtreerides seda läbi puuvillase riide.
9. Analüüsida elektrolüüdi raua ja soolhappe sisaldust. Reguleerida koostis õigeks vee või happe lisamisega.

Terasega katmise režiim. Elektrolüüt kuumutatakse vannis temperatuurini 96—98° C. Voolutihedus on soovitav tavaliselt hoida 10—20 A/dm² piirides; voolutiheduse kõikumine ei tohi ületada ±1 A/dm²; happelisus 1,4—2,0.

Anoodid, mis lahustatakse vähese süsinikusisaldusega transformaatoriterasest (ГОСТ 3836-47), peavad olema järgmise keemilise koosseisuga (%):

Fe ⩾ 99,5; C ⩽ 0,023; Si ⩽ 0,03; Mn ⩽ 0,035; Cu ⩽ 0,03; S ⩽ 0,025; P ⩽ 0,015.

Elektrolüüsi aja arvutamiseks on vaja teada, et $\gamma = 7{,}75$ g/cm³; $c = 1{,}042$ g/Ah.

Terasega katmise protsessi teooriast. Detail riputatakse katoodile; anoodiks on pehme raud. Tööprotsessi kestel vees lahustumisel lagunevad kloorraua molekulid ioonideks. Fe^{++} ioonid annavad oma laengud ära detailil (katoodil) ja katavad selle rauakihiga. Anood lahustub, saates oma ioonid vedelikku nende ase-

mele, mis oma laengud katoodil ära andsid. Selle tulemusena elektrolüüdi koostis peaaegu ei muutu, ta on nagu rauaioonide ülekandjaks anoodilt katoodile.

Elektrolüüsi kestel eraldub katoodil suurel hulgal vesinikku, mis neeldub teraskattes. Vesinik muudab metallikihi hapraks ja suurendab selle kalduvust muutuda teraseks. Lisaks sellele suurendab vesinik elektrienergia kulu ja vähendab kasutegurit voolu järgi.

Suurema või väiksema vesinikuioonide hulga olemasolu iseloomustab lahuse happesust. Kui vesinikuioonide kontsentratsioon on väike, võrreldes rauaioonide kontsentratsiooniga, siis peab raud sadestuma oma lihtsate soolade lahusest suure saagisega voolu järgi. Raua hüdroksüüdi kujunemise vältimiseks pole otstarbekas vähendada vesinikuioonide kontsentratsiooni. Lahusest väljasadestuv raud võtab osaliselt kaasa raua hüdroksüüdi, mis halvendab rauakihi kvaliteeti. Raua hüdroksüüdi (lahustumatute helvete) kujunemise vältimiseks on seepärast tarvis hoida elektrolüüdi happesus, s. o. vesinikuioonide hulk võimalikult madalal.

Vesinikuioonide miinimum sõltub raua kontsentratsioonist elektrolüüdis, elektrolüüdi temperatuurist ja voolutihedusest.

Terasega katmise protsessi uurimiste kohaselt peab elektrolüüdi happesus olema seda suurem, mida kõrgem on elektrolüüdi temperatuur, metalli kontsentratsioon elektrolüüdis ja kasutatav voolutihedus.

Tuleb silmas pidada, et elektrolüüdi temperatuuri suurenedes väheneb raua poolt absorbeeritav vesiniku hulk. Sel põhjusel tuleb terasega katmisel hoida elektrolüüdi temperatuur kõrgel.

Elektrolüütiliste katete omadused ja sõltuvus elektrolüüsi tingimustest. Detailile sadestuval kihil on hõbedane valkjashall värvus. Pehmetel kattekihtidel on matt pind. Kõvaduse kasvades muutub pinna matt toon läikivaks. Kattekihi struktuur on peeneteraline, ka tugeval suurendamisel peaaegu nähtamatu. Lõõmutamata kattekihi struktuuris võib tähele panna detaili pinnaga perpendikulaarseid tihedaid nõeljaid teri.

Elektrolüüsil anoodiga, mille koostises on 0,27% C, 0,5% Mn, 0,04% Si, 0,04% S ja ülejääv osa raud, leiame kattekihi koostises 0,16% C, 0,04% Si (Mn ja S puuduvad).

On võimalik saada ka suurema süsinikusisaldusega kattekihte. Selleks on vaja elektrolüüdisse paigutada süsinikurikkaid lisandeid. Selles suunas tehakse praegu teaduslikke uurimusi.

Terasest kattekihid sisaldavad alati gaase — suuremal hulgal vesinikku ja süsinikoksüüdi, väiksemal hulgal lämmastikku ja süsihapet.

Kattekihi kõvadus on 170—250 H_B.

Tugeva kontsentratsiooniga suure happesuse ja kõrge temperatuuriga elektrolüüdi kasutamisel saadakse madalatel voolutihedustel pehmed ning painduvad kattekihid.

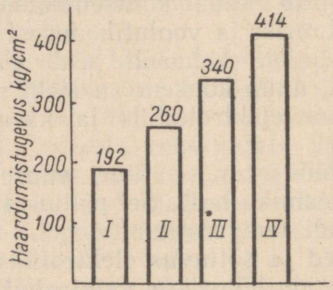
Nõrga kontsentratsiooniga, madala temperatuuri ja vähese

happesusega elektrolüüdiga saadakse suurtel voolutihedustel kõvemad kattekihid. Kattekihi suurema vesinikusisalduse tõttu suureneb selle haprus.

Eriti kõrgetel voolutihedustel ilmuvad kattekihile mügarad, teravatele äärtele kasved ja kattekiht mõraneb. Nende defektide põhjuseks on elektrolüüdi kontsentratsiooni ja temperatuuri erinevused vannis. Seepärast on soovitav elektrolüüsi kestel elektrolüüti segada.

Sadestuse esimestes kihtides on alati rohkem vesinikku kui viimastes. Kattekihis tekivad sel põhjusel sisemised pinged, mis põhjustavad detaili põhimetallilt kattekihi lahtikoorumist, kaardumist ja mõranemist. Elektrolüüsi alguses on seepärast soovitav vähendada voolutihedust.

Kattekihi siduvuse tugevus detaili põhimetalliga sõltub suurel määral kaetavate pindade ettevalmistamisest. Joonisel 246 on toodud teraskatte ja detaili põhimetalli siduvuse võrdlusgraafik, sõltuvalt kaetava pinna eelnevast elektrolüütilisest puhastamisest mitmesugustes hapetes.



Joon. 246. Põhimetalliga (terasega) siduvuse võrdlusgraafik:
I — söövitusvahendiks HCl;
II — söövitusvahendiks HNO_3;
III — söövitusvahendiks H_2SO_4;
IV — söövitusvahendiks CrO_3

Graafikust on näha, et parima siduvuse annab detaili puhastamine kroomhappe anhüdriidis.

Kattekihi haprus kõrvaldatakse kuumutamisega temperatuuril 160—200° C 2—3 tunni kestel. Sellel temperatuuril kattekihi kõvadus mõnevõrra isegi suureneb.

Väärib tähelepanu, et lõõmutamisel (kuumendamine üle 800° C) toimuva rekristalliseerumise tulemusena kaob peaaegu täielikult kattekihi ja põhimetalli piirjoon (joon. 247). Tsementiitimisega võib teraskatte kõvadust järsult tõsta.

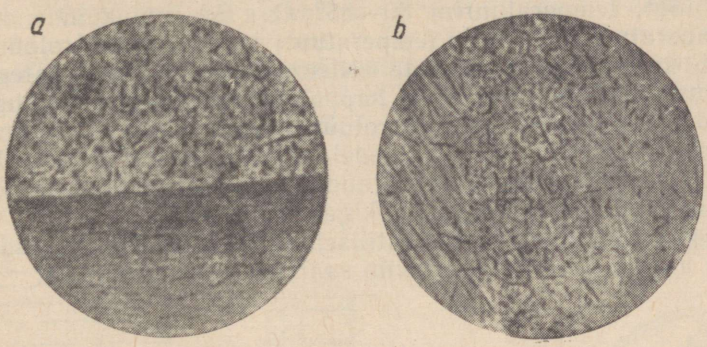
Normaalkõvadusega kattekihid (170—250 H_B) on kergesti töödeldavad (treimise ja lihvimisega).

Terasega katmise vann. Kuna elektrolüüt mõjustab tugevasti rauda, on vanni valmistamiseks seepärast soovitav kasutada plastmassi — faoliiti. Faoliidi koostisse kuuluvad fenool-formaldehüüdvaik, happekindel asbest, liiv ja grafiit. Vannid valatakse kuumendatud faoliidist. Tahkes olekus on faoliit metallilõikepinkidel hästi töödeldav. Faoliit on hästi liimitav toorfaoliidiga.

Faoliiti iseloomustavad järgmised näitajad:

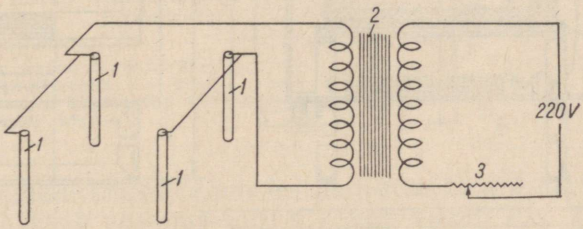
erikaal	1,54—1,70
paindetugevus	500—800 kg/cm²
tõmbetugevus	150—350 kg/cm²
kasutamise piirtemperatuur	160—180°
soojusjuhtivus	0,25 kcal/mh° C

Faoliidi puuduseks on väike soojusjuhtivus, mis raskendab elektrolüüdi kuumendamist.



Joon. 247. Terasega kaetud terasest katsekeha mikrolihv:
a — enne lõõmutamist (100×); *b* — pärast lõõmutamist temperatuuril 800°C (500×)

Faoliitvanni külgedele ja alla paigutatakse asbestplaadid. Vannile valmistatakse ka soojustpidav kaas. Elektrolüüti kuumutatakse eriliste elektroodidega (joon. 248).



Joon. 248. Elektrolüüdi kuumendamine erielektroodidega (kuumendajatega):
1 — kuumendajad; *2* — transformaator; *3* — reostaat

Neli pehmest rauast 450 mm pikkust ja 35 mm jämedust elektroodi asetatakse vanni nurkadesse. Elektroodidega ühendatakse madaldava transformaatori СТЭ-22 juhtmed.

200 liitri elektrolüüdi kuumendamine temperatuurilt 15°—95° C vooluga 50 A 220 V, faoliitvannis paksusega 20 mm ja suurusega 800 × 600 × 600 mm, nõuab aega 1 tund 45 min. Algul, kui temperatuur on 15° C, on vool 3—5 A. Kuumendamise lõpul tõstetakse voolutugevus 50 A. Püsiva temperatuuri hoidmine vannis pärast

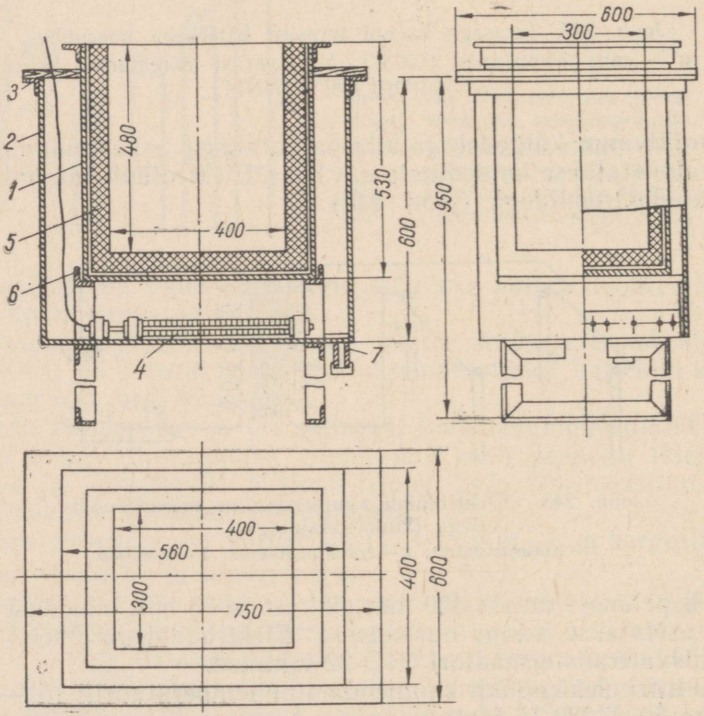
kuumendamist toimub samuti vastava tugevusega voolu laskmisega läbi elektroodide.

Teraskatte vannina võib kasutada ka raudvanni, mis on seest vooderdatud happekindla tsemendiga sidestatud diabaasplaatidega (joon. 249). Elektrolüüdi kuumutamiseks on vann ümbritsetud õlisärgiga. Kuumendamine toimub alt elektri-küttekehaga. Õlisärgis kasutatakse transformaatoriõli. Õlisärgi kaudu kuumendatakse elektrolüüti temperatuurini 80—85° C. Edasine kuumendamine töötemperatuurini ja selle temperatuuri hoidmine elektrolüüsi ajal toimub kvartstorudes asuvate eriliste elektrikuumendajatega.

Vanne võib valmistada ka happekindlast malmist. Niisugustes vannides kuumendatakse elektrolüüti auruga.

Vanni ventileeritakse külgedel olevate imemistorude kaudu samuti nagu kroomimisvanni. Raudplekist ventilatsioonitorud kaetakse seestpoolt happekindla lakiga.

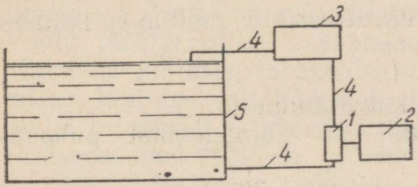
Elektrolüüti tuleb süstemaatiliselt filtreerida. Elektrolüüdi puhtus on hea kvaliteediga kattekihi saamise peatingimuseks.



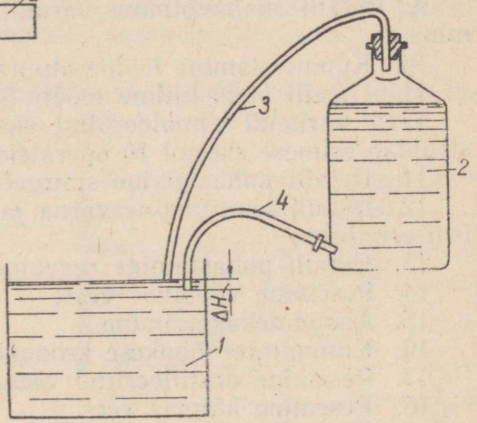
Joon. 249. Diabaasplaatidega vooderdatud terasega katmise vann: *1* — raudvann; *2* — õlisärgi kest; *3* — puitkaas; *4* — õli elektrikuumendaja; *5* — diabaasvooder; *6* — alusnurgik; *7* — väljalaskestutser

Joonisel 250 on toodud elektrolüüdi filtreerimise skeem. Pump *1* (faoliidist) võtab elektrolüüti vanni põhjast ja saadab selle läbi filtri *3* tagasi vanni pealmisse ossa.

Joonisel 251 on toodud lihtsa seadise skeem elektrolüüdi kontsentratsiooni ja mahu hoidmiseks vannis konstantsetena. Kõrge temperatuuri tõttu aurub elektrolüüdist vesi välja. Vanni happesust mõjustavad elektrolüüdisse paigutatud metalldetailid. Teades vee ja HCl kulu ühes ajaühikus ja voolutihedust, võime valmistada hapustatud vee ja valada selle nõusse *2*. Sellest hermeetiliselt suletud nõust suunduvad vanni kaks toru — õhutoru *3* ja hapustatud vett lisandav toru *4*. Torude otsad asuvad elektrolüüdis, nagu on näidatud skeemil.



Joon. 250. Elektrolüüdi filtreerimise skeem:
1 — pump; *2* — elektrimootor; *3* — filter; *4* — torud; *5* — elektrolüüdivann



Joon. 251. Seade elektrolüüdi kontsentratsiooni hoidmiseks ühtlasena:
1 — terasega katmise vann; *2* — pudel hapustatud veega; *3* — õhutoru; *4* — vannile hapustatud vee lisamise toru

Elektrolüüdi taseme alanedes paljastub toru *3* ots ja hapustatud vesi hakkab voolama toru *4* kaudu vanni, seni kuni elektrolüüdi tase tõuseb toru *3* otsani ja selle suleb. Seejärel lakkab hapustatud vee juurdevool vanni. Hapustatud vee juurdevool töötavasse vanni toimub seega perioodiliselt ja elektrolüüdi tase hoitakse pidevalt teatud intervallis ΔH.

Terasega katmise tehnoloogilised protsessid. Autode remontimise praktikas võib terasega katmist kasutada:

1) detailide taastamiseks täiendava termilise töötlemiseta;
2) aluskihina pärastiseks kroomimiseks;
3) detailide taastamiseks kattekihi järgneva tsementiitimisega.

Esimest varianti võib soovitada liikumatute istudega detailide taastamiseks, kui pole vaja kattekihi suurt kõvadust.

Teist ja kolmandat varianti võib soovitada juhtudel, kui taasta-

tud detail töötamisel kulub, aga peab seejuures olema hästi kulumiskindel.

Esimese variandi kasutamisel soovitatakse järgmist tehnoloogilist protsessi:

1. Detaili mehaaniline töötlemine õige geomeetrilise kuju ja siledate pindade saamiseks. Terase kattekihi minimaalne paksus peab olema 0,2—0,3 mm.
2. Detaili pinna puhastamine smirgellõuendiga (pinna «elustamine»).
3. Detaili kinnitamine varnale ja nende kohtade isoleerimine, mida terasega ei kaeta. Isoleerimiseks kasutatakse perkloorvinüül- või bakeliitlakki või perkloorvenüüllõuendit.
4. Detaili puhastamine rasvainest viini lubjaga ja pesemine voolava veega.
5. Keemiline puhastamine kontsentreeritud soolhappe lahuses.
6. Pesemine vees.
7. Detaili katmine terasega.
8. Pesemine kuumas vees ja kuivatamine.
9. Detaili mahavõtmine varnalt ja isolatsioonist puhastamine.
10. Kuumendamine temperatuurini 200—300°C.
11. Detaili mehaaniline mõõtutöötlemine.

Teise variandi tehnoloogiline skeem (siledaks kroomimiseks) sisaldab esimese skeemi 10 operatsiooni ja peale selle:

11. Detaili puhastamine smirgelriidega.
12. Detaili kinnitamine varna ja kroomimata jäävate kohtade isoleerimine.
13. Detaili puhastamine rasvainest bensiini või viini lubjaga.
14. Pesemine voolavas vees.
15. Anood-dekapeerimine.
16. Kroomimine õhukese kroomikihiga.
17. Pesemine destilleeritud vees.
18. Pesemine külmas vees.
19. Pesemine kuumas vees ja kuumutamine 150—200°-ni, et eemaldada vesinikku.
20. Detaili mahavõtmine varnalt ja isolatsioonist puhastamine.
21. Detaili lihvimine nõutavasse mõõtu.

Detaile võib katta ka urbse kroomikihiga. Sel juhul järgneb kroomimisele anoodsöövitamine.

Kolmanda variandi (terasega katmine sellele järgneva tsementiitimisega) tehnoloogilise protsessi skeem on järgmine:

1. Lõõmutamine.
2—10. Esimese variandi operatsioonid.
11. Detaili pinna mehaaniline töötlemine.
12. Tsementiitimine, karastamine ja madalnoolutamine.
13. Lõplik mõõtulihvimine.

Anoodsöövitamisel on soovitav kasutada 30%-list väävelhappelahust, milles söövitatakse 2—5 minuti kestel voolutihedusega

20—60 A/dm². Katoodideks on pliist või roostekindlast terasest plaadid.

Terasega katmiseks kasutatakse järgmise koostisega elektrolüüti:

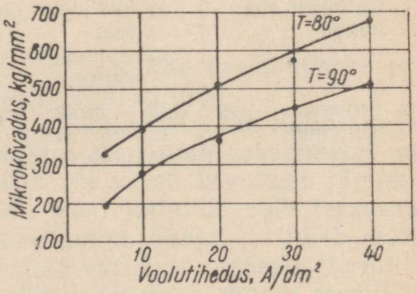
raudkloriid	200—220 g/l
naatriumkloriid	200—250 „
mangaankloriid	10 „
soolhape	0,5—0,8 „

Terasega katmise režiim:

voolutihedus D_k	5—40 A/dm²
vanni temperatuur	80—85°
temperatuuri muutus elektrolüüsil	±1°

Terasega katmise alguses peab voolu lülitamisel olema voolutugevus 5 A/dm² ning 5—20 minuti kestel tõusma kuni 40 A/dm². Voolu järkjärgulisel kasvamisel väheneb vesiniku neeldumine alumistes kihtides, tasakaalustub vesiniku kogus ülemistes ja alumistes kihtides, mis kõik suurendab katte siduvust põhimetalliga. Sellel protsessil suureneb katte kõvadus kuni 500—600 kg/cm² (katseseadmel ПМТ-3) ja metalli sadenemiskiirus tõuseb kuni 0,5 mm tunnis.

Joonisel 252 on toodud teraskatte mikrokõvaduse olenevus voolutihedusest, kui elektrolüüdi temperatuurid on 80 ja 90°.



Joon. 252. Teraskatte mikrokõvaduse olenevus voolutihedusest elektrolüüdi temperatuuridel 80° ja 90°

Praagi liigid terasega katmisel ja praagi parandamine. Tabelis 39 on toodud defektide iseloom ja tekkimise põhjused, nende vältimise ja kõrvaldamise meetodid.

Terasega katmise positiivsed ja negatiivsed omadused. Tabelis 40 on toodud terasega katmise ja kroomimise võrdlevad andmed.

Terasega katmise positiivsed omadused on järgmised:

1) protsess kulgeb temperatuuril alla 100°C. Detaili põhimetalli struktuur ja termiline töötlemine jäävad seetõttu muutumatuks;
2) terasekihi siduvus detaili põhimetalliga on täiesti rahuldav, kui ettevalmistus ja töötlemine on õiged;

Tabel 39

Defektide iseloom, praagi põhjused ja defektide kõrvaldamine terasega katmisel

Defekti iseloom	Defekti põhjused	Defektide vältimise ja kõrvaldamise meetodid
1. Urbsed, karedad katted	Madal happesus	Seada happesus õigeks
2. Mügerlik kate	Liiga suur voolutihedus	Seada voolutihedus normikohaseks
3. Kattekihil nired ja katmata kohad	Puuduliku kvaliteediga isolatsioonimaterjal	Valida nõutava kvaliteediga isolatsioonimaterjal
4. Kattekihil on katkemisi ja koorumisi	a) elektrolüüt on liiga hapu; b) hapet on vähe; c) suur voolutihedus; d) elektrolüüdi madal temperatuur	a) alandada happesust; b) suurendada happesust; c) vähendada voolutihedust; d) tõsta elektrolüüdi temperatuuri
5. Kattekihi lahtitulek teravatel äärtel ja servadel	Varnade ebaõige ehitus	Õigesti ekraneerida detaili servad ja väljaulatised
6. Kattekihi kestamine	Puudulik puhastamine rasvainest	Detailid õigesti ette valmistada
7. Kattekihi ebaühtlus	a) anoodide ebaõige asetus; b) rippseadmete ebaõige ehitus	a) paigutada anoodid ühtlaselt; b) detailid õigesti ekraneerida
8. Protsessi aeglustumine	Halb kontakt, madal voolutihedus, vanni mustumine, detailide halb ettevalmistus	Puhastada kontaktid, suurendada voolutihedust, filtreerida elektrolüüti, seada happesus normikohaseks, detail hästi ette valmistada

Tabel 40

Kroomimise ja terasega katmise võrdlevad näitajad

Nimetus	Kroomimine	Terasega katmine
Elektrokeemiline ekvivalent	0,323	1,042
Erikaal g/cm³	6,92	7,8
Kattekihi teoreetiline paksus mm ühe Ah läbiminekul	0,00496	0,01334
Praktikas saadav kasutegur voolu järgi %	13—18	80—90
Praktikas saadav kattekihi paksus mm ühe Ah läbiminekul	0,0006	0,013
Lubatud voolutihedused A/dm²	25—50	10—20
Kattekihi paksus mm tunnis, kasutatavatel voolutihedustel	0,015—0,03	0,13—0,26

3) elektrolüüt on lihtne ja kasutatavad materjalid pole defitsiitsed;
4) terasekihi paksus võib olla kaunis suur — kuni 5 mm ja suurem;
5) pärast tsementiitimist, karastamist ja noolutamist on kattekihi kõvadus suur;
6) terasega katmise keemiline ekvivalent on umbes kolm korda suurem kui kroomimise keemiline ekvivalent;
7) kasutegur voolu järgi on terasega katmisel mitu korda suurem kui kroomimisel;
8) terasega katmisel on lubatud voolutihedused umbes 2,5 korda väiksemad kui kroomimisel;
9) tööjõudlus on terasega katmisel umbes 8—10 korda suurem kui kroomimisel;
10) terasega katmise maksumus on mitu korda madalam kui kroomimisel.

Terasega katmise negatiivsed omadused on järgmised:

1) terasega katmisele eelnev detaili ettevalmistamise keerukus. Halva ettevalmistuse tulemuseks on praak;
2) raskused vanni materjali valikul ja elektrolüüdi kuumendamisel;
3) elektrolüüdi sagedane filtreerimise ja koostise korrigeerimise vajadus;
4) eriruumi vajadus vanni jaoks.

Järeldused. Tugevasti kulunud autodetailide taastamiseks on terasega katmine kahtlemata perspektiiviga meetod.

Terasega katmist võib kasutada kulunud detailide liikuvate ja liikumatute istude taastamiseks. Liikuvate istude taastamisel on terasekiht kas kroomkatte aluskihiks või vajab kõvaduse järsuks suurendamiseks termilist töötlemist. Real juhtudel võib terasega katmine edukalt asendada pealekeevitamist. Seejuures tuleb märkida, et terasega katmine kahe esimese variandi kohaselt (termiliselt töötlemata ja kroomitult) ei riku taastatava detaili termilist töötlemist.

4. Kulunud detailide taastamine vasetamisega

Vasetamiseks valatakse raudvanni vasevitriolist, väävelhappest ja veest koosnev elektrolüüt. Elektrolüüt võimaldab töötamist toatemperatuuril.

Detail riputatakse katoodi külge. Anoodiks on puhas elektrolüütiline punane vask. Soovitav voolutihedus on 1—2 A/dm^2 ja pinge 1,5—2,0 V.

Vasetamise protsess seisab vase sadestumises katoodile ja vaskanoodi lahustumises. Vask nagu kandub anoodilt katoodile.

Vasevitrioli elektrolüüs toimub vaskanoodiga järgmiselt:

$$CuSO_4 = Cu^{++} + SO_4^{--}$$
katoodile anoodile

Elektrivoolu mõjul vaskanoodid lahustuvad, kujundades peamiselt kahevalentseid ioone. Koos nendega võib elektrolüüdis esineda ka vähesel arvul ühevalentseid vaseioone.

Katoodil toimuv protsess seisab peamiselt kahevalentsete vaseioonide laengute äraandmises. Lisaks sellele võib katoodil toimuda kahevalentsete ioonide taandumine ühevalentseteks ja viimaste tühjenemine katoodil.

Kahevalentsete vaseioonide taandumine ühevalentseteks põhjustab metalli väljatuleku vähenemist voolu järgi.

Ühevalentsete vaseioonide laengute äraandmine katoodil mõjub kahjulikult vasekihi kvaliteedile. Ühevalentsete vaseioonide kogunemise vältimiseks peab vase sadestamine toimuma väävelhappega hapestatud elektrolüüdist.

Hapu vasetusvanni elektrolüüdi koostiseks võib soovitada 200 g/l vasevitrioli, 50 g/l väävelhapet ja etüülpiiritust 10 g/l.

Soovitav on kasutada anoode mark M-1 (ГОСТ 767-41), millel on järgmine keemiline koostis %: Cu ⩾ 99,7; As ⩽ 0,002; Bi ⩽ 0,002; Sb ⩽ 0,003; Fe ⩽ 0,005. Vanni režiim: $D_k = 3—5$ A/dm², $t = 18—20°$.

Elektrolüüsi aja arvutamiseks on vaja teada järgmisi parameetreid: saagis (kasutegur) voolu järgi 95—98%; $\gamma = 8{,}9$ g/cm³; $c = 1{,}185$ g/Ah.

Tuleb silmas pidada, et hapudes vannides ei tohi vasetada terasdetaile, kuna seejuures saadakse äärmiselt madal siduvus põhimetalliga.

Terasdetaile vasetatakse tsüaanvannis, mille elektrolüüdi koostis on järgmine:

vasksulfaati	50 g/l
naatriumkarbonaati . .	20 „
naatriumsulfaati . . .	20 „
tsüaankaaliumi . . .	25 „

Vanni režiim on järgmine: voolutihedus 0,5 A/dm², temperatuur 18—20°C. Vannis võib saada suure tihedusega, väikesekristallilise struktuuriga ja detaili põhimetalliga hästi sidestunud, kuid väga õhukesi kattekihte (mitte üle 0,005 mm). Paksema kattekihi saamiseks vasetatakse terasdetaile algul tsüaanvannis ja siis happelises vannis.

Tsüaanvanni peamiseks puuduseks on see, et tema elektrolüüt on väga mürgine. Selline vann peab tingimata asetsema eraldi isoleeritud ruumis.

Seepärast autoremondiettevõtetes niisuguseid vanne tavaliselt ei kasutata, vaid seatakse täiendavalt sisse nikeldamisvann.

Viimase olemasolu korral nikeldatakse algul detail 0,01 mm paksuselt ja seejärel vasetatakse.

Nikeldamiseks soovitatakse elektrolüüti koostisega:

nikkelsulfaati . . .	140—150 g/l
naatriumsulfaati . . .	120—140 „
magneesiumsulfaati . .	20—25 „
boorhapet	25—30 „
naatriumkloriidi . . .	3—5 „
disulfonaftaliinhapet . .	2—3 „

Anoodide soovitav mark on H-1 (ГОСТ 2132-43) järgmise keemilise koostisega %: $Ni + Co \geqslant 99{,}5$; $Co \leqslant 0{,}6$; $Fe \leqslant 0{,}25$; $C \leqslant 0{,}10$; $S \leqslant 0{,}02$; $Cu \leqslant 0{,}10$.

Vanni režiim: $D_k = 0{,}3—0{,}5$ A/dm², $t = 15—25°$, happelisus 5,0—5,5.

Elektrolüüsi aja arvutamiseks tuleb teada järgmisi parameetreid: saagis (kasutegur) voolu järgi 90—95%; $\gamma = 8{,}9$ g/cm³ ja $c = 1{,}095$ g/Ah.

Tabelis 41 on toodud happelises vannis saadud vasekatte defektid, nende tekkimise põhjused ja kõrvaldamise meetodid.

Tabel 41

Defektide iseloom, põhjused ja nende kõrvaldamise viisid

Defekti nimetus	Defekti põhjus	Defekti vältimise ja kõrvaldamise meetodid
1. Vaskkate on ebatasane, kare, mügerlik	Elektrolüüdi mustumine mehaaniliste lisanditega, nagu anoodmuda, tolmuga jne.	Filtreerida elektrolüüti ja kaitsta seda mustumise eest
2. Detaili äärtel on kattekiht tume või punane	Voolutihedus on liiga suur	Vähendada voolutihedust
3. Detaili pind ei ole küllalt sile, kattekiht on nõrk (liivase iseloomuga)	Vasevitrioli ja väävelhappe puudus	Toimetada analüüs ja lisada kemikaale vastavalt analüüsi tulemustele
4. Kattekiht on suurekristallilise struktuuriga	Vasevitrioli liigsus	Toimetada analüüs ja lahjendada elektrolüüti veega
5. Kattekihi pinnal tumedad jooned	Mustumine arseeniga	Töödelda vanni suurel voolutihedusel. Teha elektrolüüdi, anoodide ja väävelhappe analüüs
6. Läikivad vöödid kattekihi pinnal	Vanni mustumine orgaaniliste ainetega, enamikul juhtudel želatiini ja liimiga	Töödelda vanni elektrivooluga
7. Tumedad tähnilised sadestused ja vesiniku eraldumine	Happe liigsus, voolutihedus suur, vasealahapendi kujunemine	Analüüsida happesisaldust. Vähendada voolutihedust

Vase mahavõtmiseks terasdetailidelt soovitatakse järgmise koostisega söövituslahust: kroomhappe anhüdriidi 120—150 g/l, tehnilist väävelhapet 40—50 g/l; lahuse temperatuur 40—50°C.

Vasetamisega taastatakse peamiselt vaskpukside väliseid läbimõõte, siis kui sisemine läbimõõt on taastatud kokkusurumise teel. Nikeldamisega ja sellele järgneva vasetamisega taastatakse ka teraspukside välispinda.

Järeldused. Kulunud detailide taastamist galvaaniliste katete abil tuleb autoremondi tööstusse juurutada laiemalt. Terasega katmise ja kroomimisega taastatav autodetailide nomenklatuur on suur. Kui tehnoloogiline protsess on õige, siis kujuneb detailide taastamine alati kvaliteetseks. Kroomimisega taastatud detailide tööiga on suurem kui uutel detailidel. Defitsiitsete kvaliteetmetallide kokkuhoiu tõttu on nende taastamismeetodite majanduslikud eelised vaieldamatud.

8. PEATÜKK

DETAILIDE TAASTAMINE ELEKTRISÄDEMEGA TÖÖTLEMISE TEEL

1. Üldandmed

Elektrisädemega töötlemise iseärasuseks on elektrienergia vahetu kasutamine detaililt metalli mahavõtmisel või kattekihi pealekandmisel.

Metallide elektrisädemega töötlemise meetod, mille leiutasid ja töötasid välja professorid B. R. Lazarenko ja N. I. Lazarenko, põhineb elektrotehnikas tuntud elektrierosioonil.

Vooluahela kahe elektroodi (kontakti) vahel tekkiva sädeme mõjul elektroodide pinnad lagunevad. Seda nähet nimetataksegi elektrierosiooniks. On kindlaks tehtud, et paaris töötavate elektroodide pinnad ei lagune ühtlaselt, vaid metalliosakesed kanduvad anoodilt katoodile. Metalliosakesed kanduvad üle elektrodünaamiliste jõudude mõjul ja keevituvad katoodi külge.

Seda nähet kasutati eelkõige kõvade ja ülikõvade sulamite töötlemiseks ja detailide katmiseks kõvade kattekihtidega.

Tuntakse kaht liiki elektrilisi lahendusi: 1) statsionaarseid ja 2) mittestatsionaarseid. Statsionaarlahenduste hulka kuulub nn. kaarlahendus (elektrikaar). Sellel lahendusel kandub metalliosakesi üle vähesel hulgal, kuid vastassuunas — katoodilt anoodile. Kaarlahendusel eraldub palju soojust, mis sulatab metalli. Kaarlahendusega kaasub metalli intensiivne korrodeerumine.

Mittestatsionaarne sädelahendus on lokaalse iseloomuga. Sellel lahendusviisil tekkivate elektrodünaamiliste jõududega võib

metalli lagundada (mõõtu töödelda) peaaegu täiesti ilma korrosioonita.

Professor B. R. Lazarenko töötas välja nn. elektrilise lahenduse inversiooni, mis võimaldab kaarlahenduse üleminekut sädelahenduseks, sõltuvalt elektriliste parameetrite vahekorrast, elektroodide materjalist ja keskkonnast, kus toimub lahendus. Suurim tähtsus on seejuures elektroodidega ühendatud kontuuri elektrilistel parameetritel.

Joonisel 253 on toodud inversiooni piir. Eemaldudes inversiooni piirist sädelahenduse piirkonda, suureneb anoodilt katoodile ülekantava materjali hulk. Teatud voolutugevusel ja mahtuvusel on ülekantava materjali hulk niivõrd suur, et elektroodid keevituvad kokku.

Elektrilise inversiooni piiril töötavad elektroodid peaaegu erosioonita nii anoodil kui ka katoodil.

Kaugenemine inversiooni piirist kaarlahenduse piirkonda kutsub esile erosiooni suurenemise katoodil ja metalli ülekande katoodilt anoodile. Protsessi lõpuks kujuneb kaarlahendus stabiilseks ja anoodi erosioon pidevaks.

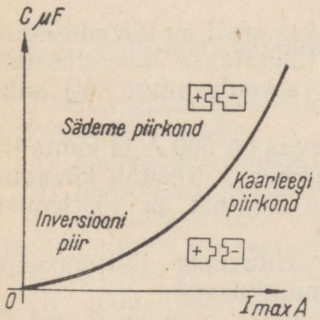
Seega toimub impulss-sädelahendusel gaasikeskkonnas materjali ülekanne anoodilt katoodile, mille tulemusel tugevneb katoodi pind. Elektri impulsslahendus toimub elektroodidevahelises vahemikus mööda väiksema takistusega kontuuri. Säde-impulsslahendusel vedeliku keskkonnas toimub anoodi lagundamine, kusjuures katoodi profiil kantakse anoodile. Et saada lühikese kestusega impulsslahendusi (10^{-4}—10^{-7} sekundit), kasutatakse nii kondensaatoriga kui ka madalpingega (kuni 30 V) tüüpskeeme.

Mõlemad seadmed töötavad alalisvooluga. Nad võivad töötada detailide töötlemisel elektrisädemega kontaktitult ja kontaktiga.

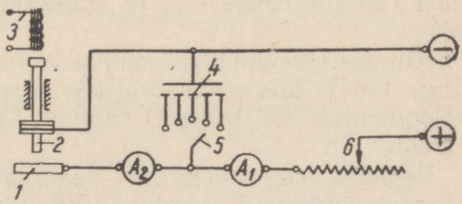
Kontaktitu meetodi korral hoitakse elektrood-tööriista ja detaili vahel teatud vahe.

Kontaktmeetodil puudutab elektrood-tööriist perioodiliselt detaili.

Joonisel 254 on toodud detailidesse aukude puurimise elektrisädelduse kondensaatorseadme põhimõtteline skeem. Detail *1* võib



Joon. 253. Inversiooni piir



Joon. 254. Elektrisädelduse kondensaatorseadme skeem

olla valmistatud mistahes terasest ja ka termiliselt töödeldud. Tööriistana *2* võib kasutada ükskõik millist elektritjuhtivat metalli. Tööriista kõvadus võib olla väiksem kui töödeldaval detailil. Tööriista materjaliks on tavaliselt valgevask ЛС-59, ЛС-62 või vasegrafiidi mass МГ-2И, МГ-4 ja ferriit-perliit-hallmalm. Solenoid *3* on ette nähtud automaatseks vahemaa reguleerimiseks tööriista ja detaili vahel. Vooluahelasse on paralleelselt lülitatud kondensaatorite patarei *4*. Mahtuvust reguleeritakse lülitiga *5*. Seadme elektrilise režiimi reguleerimiseks on vooluahelasse järjestikku lülitatud muudetav takistus *6*.

Elektrisädemega töötlemise protsess seisab järgmises: elektrood-tööriist (—) ja elektrood-detail (+) lülitatakse võnkeahelasse. Elektrivool läheb vooluallikast kondensaatori plaatidele, kuhu ta koguneb staatilise laenguna. Elektroodide lähendamisel toimub kontuuris lahendus lühikese võimsa impulsina. Tööriista lähendamisel leidub detailil alati punkt, mis on lähemal kui teised. See punkt võtab esimesena vastu elektrilaengu. Elektriimpulsi mõjul paiskub metall välja ja detaili pinnale jääb kraatritaoline auk. Elektroodi temperatuur seejuures peaaegu ei suurene, sest sädelahenduse kestus on ainult mõni miljondik sekundit.

Nüüd osutub detaili mõni teine punkt tööriistale lähimaks ja ta kistakse detaili küljest välja.

Metalli ülekandmise vältimiseks detaililt (anoodilt) tööriistale (katoodile) toimub elektrisädemega töötlemine vedelas keskkonnas — petrooleumis, mineraalõlides ja teistes elektrit mittejuhtivates vedelikkudes. Detaililt väljapaiskunud metalliosakesed jahtuvad vedelikus ja langevad alla ega kandu tööriistale. Vedela, kaart kustutava keskkonna abil välditakse ühtlase kaare tekkimine detaili ja tööriista vahel.

Uurimistega on selgitatud, et iga elektriimpulsiga väljapaisatav metallihulk ei ole ühesugune, vaid sõltub impulsi võimsusest ja materjali omadustest.

Lahendusimpulsi võimsus sõltub skeemi elektrilistest parameetritest, s. o. voolu tugevusest ja kondensaatorite mahtuvusest. Kui elektrilaeng on suur, tekib ka metallisse suur kraater ja töötlemine kujuneb jämedaks.

Elektriimpulsi võimsust iseloomustatakse «režiimi kõvadusega» ja kõvaduse numbriga. Režiimi number tuletatakse lahenduskontuuri voolutugevuse (A) ja kontuuri toitva voolu pinge (V) suhtest.

Kui näiteks lahendusimpulsi voolutugevus on 500 A ja kontuuri pinge 100 V, siis on režiimi kõvaduse number 5. Režiimi kõvadus iseloomustab töötlemisel saadava pinna puhtust ja töötlemise kiirust.

Režiime reguleeritakse vastavate mahtuvuste lülitamisega lahenduskontuuri ja kontuuri toitevoolu muutmisega.

Sõltuvalt lahenduskontuuri voolutugevusest jagunevad metalliде elektrisädemega töötlemise režiimid kolme gruppi:

1) kõvad režiimid — kui voolutugevus ⩾ 10 A,
2) keskmised režiimid — „ „ 1—10 A,
3) pehmed režiimid — „ „ <1 A.

Metallide vastupidavus elektrierosioonile sõltub nende keemilisest koostisest.

Tabelis 42 on toodud andmed väljapaisatava metalli koguse kohta. Andmed on saadud mehaanilise ettenihkega kontakttöötlemise (elektrisädemega töötlemise) pingil.

Tabel 42

Väljapaisatava metalli kogus elektrisädemega töötlemisel

Metalli nimetus	Väljapaisatava metalli kogus g tunnis	Metalli nimetus	Väljapaisatava metalli kogus g tunnis
РЭ8	8,0	Nikkel	19,4
Teras X12M (karastamata)	14,5	Valgevask	21,0
		Duralumiinium	24,0
Teras X12M (karastatud)	17,8	Alumiinium	38,0
		Tsink	126,0
Vask (punane) . . .	18,0		

Elektrisädemega töötlemist iseloomustavad seega järgmised omadused:

a) metalli ülekandmine anoodilt katoodile või ümberpöördult;
b) töötlemisel elektroodide temperatuur peaaegu ei tõuse;
c) lahendus toimub sekundi miljondikosadega mõõdetavates ajavahemikkudes;
d) tööriistadena kasutatakse elektrit juhtivaid materjale, millede kõvadus võib olla väiksem kui töödeldaval detailil.

Elektrisädemega meetodit võib kasutada suure kõvadusega karastatud detailide töötlemiseks, samuti ka metallikihi pealekandmiseks termiliselt töötlemata detailidele.

2. Detailide taastamine elektrisädemega töötlemise teel

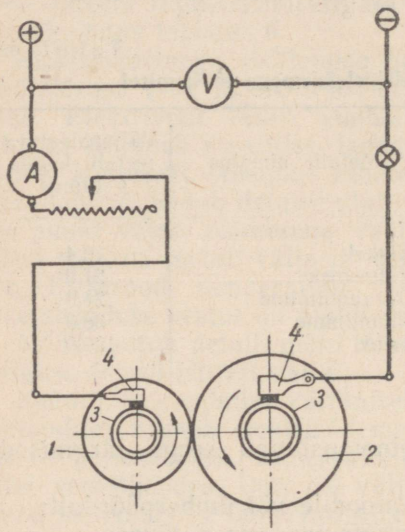
Elektrisädemega töötlemist võib kasutada autode remontimisel järgmisteks töödeks:

a) koorimislihvimiseks;
b) metallikihi pealekandmiseks kulunud detailidele;
c) mitmesugusteks abitöödeks, peamiselt murdunud puuride, keermepuuride jne. eemaldamiseks aukudest.

Koorimislihvimist kasutatakse tavaliselt siis, kui on tarvis töödelda suure kõvadusega karastatud detaili, mille $H_{Rc} > 50$, näiteks uue hammasvöö asetamisel hammasrataste-plokile.

Selleks võib kasutada madalpingelist (6—30 V, 2—200 A) kondensaatoriteta seadet, mis on toodud joonisel 255.

See seade võimaldab jämekoorimist, kõvade, termiliselt töödeldud detailide lihvimist ja hoonimist, termiliselt töödeldud detailide ning kõvasulameist plaatide lõikamist, kõvasulamist plaatidega lõiketerade teritamist ja viimistlemist ning kõvade pindade ettevalmistamist metallitamiseks.



Joon. 255. Madalpingelise kondensaatorita seadme skeem:
1 — detail; *2* — malmketas; *3* — rõngad; *4* — harjad

Igasugust metallilõikepinki võib suurema raskuseta kohandada metallide töötlemiseks elektrisädemega.

Et ümarlihvpinki ümber ehitada elektrisädemega töötlemise seadmeks, asendatakse lihvimiskäi hallmalmist kettaga, mis isoleeritakse spindlist ja ühendatakse kontaktrõnga ning harjade abil vooluallika miinuspoolusega (—). Malmketta pöörlemiskiirus peab olema 12—20 m/sek, läbimõõt 250—500 mm ja laius 20—30 mm. Metallide lõikamiseks kasutatakse õhukesest raudplekist ketast.

Tsentritele, millede vahele detail on kinnitatud, ühendatakse vooluallika plusspoolus (+). Tsentrid peavad olema isoleeritud tööpingi massist.

Tööpingi elektrilisse ossa kuuluvad: vooluallikas, alalisvoolu voltmeeter skaalaga kuni 50 V ja ampermeeter skaalaga 0—200 A ning vastava ristlõikega juhtmestik.

Madalpinge vooluallikateks soovitatakse kasutada seleenalaldajaid ВСГ-3, ВСГ-3М ja ВСГ-4 või generaatoreid НД-1000/500 või НД-1500/750. Töötlemisvedeliku jaoks peab tööpingil olema paak mahtuvusega 60—80 l ja kaitseplekid vedeliku laialipritsimise vältimiseks.

Elektrisädemega töötlemisel võib soovitada järgmist režiimi:

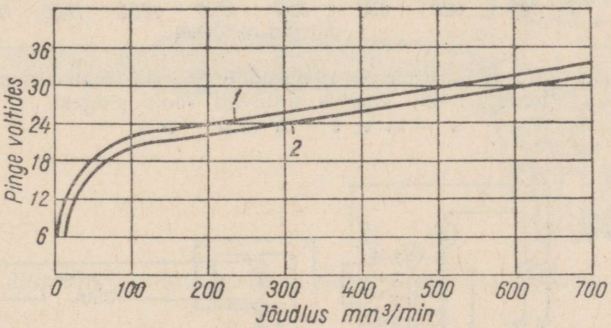
tööpinge	24—30 V,
töövool	kuni 200 A,
ketta ringkiirus	kuni 20 m/sek,
detaili pöörlemiskiirus	60—120 p/min.

Puhaslihvimisel on elektriline režiim samasugune, kuid ketta ringkiirus tõstetakse kuni 30 m/sek.

Koorimisel, lihvimisel ja lõikamisel kasutatakse töötlemisvedelikuna suspensiooni, mis sisaldab 1 l vee kohta 400—450 g kaoliini, 50 g booraksit ja 60 g boorhapet. Booraksi ja boorhappe sisaldus vähendab tööriista kulumist 10—15%. On võimalik kasutada ka väiksema kaoliinisisaldusega (150—250 g/l) töötlemisvedelikku. Kuna kaoliin reostab tööpinki, võib töötlemisvedelikuna kasutada booraksi vesilahuseid (100 g/l).

Terasdetailide lihvimiseks võib kasutada õli (⅓ transformaatori- ja ⅔ masinaõli), mille leekpunkt ei ole alla 200—240°C.

Joonisel 256 on toodud metalli mahavõtmise tööjõudluse graafikud sõltuvalt töötlemisvedelikust. Graafikutest on näha, et võrdse pinge juures metalli mahavõtmise jõudlus on booraksi kasutamisel 10—15% madalam kui kaoliini kasutamisel.



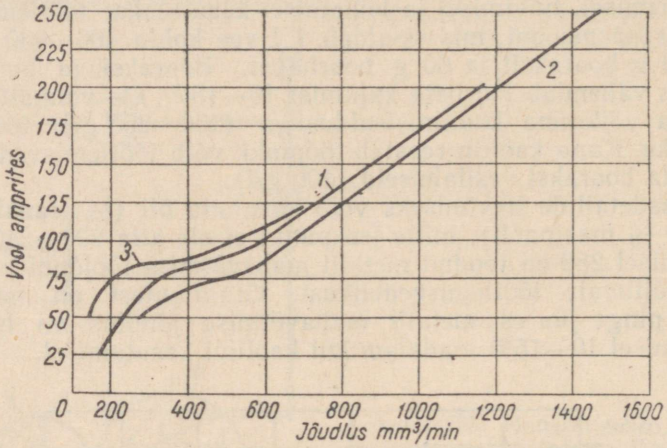
Joon. 256. Metalli mahavõtmise jõudlus elektrisädeme meetodil sõltuvalt töötlemisvedelikust:
1 — booraksilahus; *2* — kaoliinilahus

Joonisel 257 on toodud metalli (teras Ст-45) mahavõtmise tööjõudluse graafikud sõltuvalt pingest ja voolutugevusest. Tööjõudlus on suurim pingetel 24—30 V.

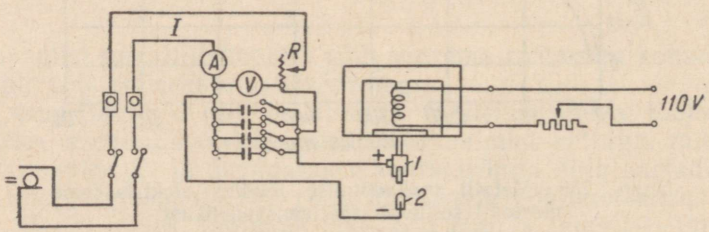
Koorimisel, lihvimisel ja hoonimisel kasutatakse järgmisi režiime:

Töötlemisviis	Tööpinge V	Voolutugevus A	Tööjõudlus g/min
Koorimine	30—24	200—150	30 kuni 24
Lihvimine	24—18	50—35	5 „ 1
Hoonimine	12—6	10—5	5 „ 0,25

Kulunud detailide katmine metalliga võib toimuda ka elektrisädelduse meetodil kondensaatorseadmega. Seadme põhimõttèline skeem on samasugune, kuid elektroodide polaarsus on vastupidine — kaetav detail on katoodiks ja katmiseks kasutatav metall või sulam on anoodiks.



Joon. 257. Elektrisädemega meetodil metalli mahavõtmise (teras Ст-45) jõudlus sõltuvalt voolu pingest:
1 — 24 V; *2* — 30 V; *3* — 36 V



Joon. 258. Elektrisädeme meetodil metalliga katmise seadme elektriline skeem:
1 — kattemetall; *2* — detail

Joonisel 258 on toodud detailide metalliga katmiseks kasutatava elektrisädeldusseadme skeem.

Detaili katmine metalliga toimub järgmiselt. Katmiseks kasutatav metall kinnitatakse eriaparaadisse — vibraatorisse. Vibraatorit käsitsi liigutades kaetakse detaili kulunud pind metalliga.

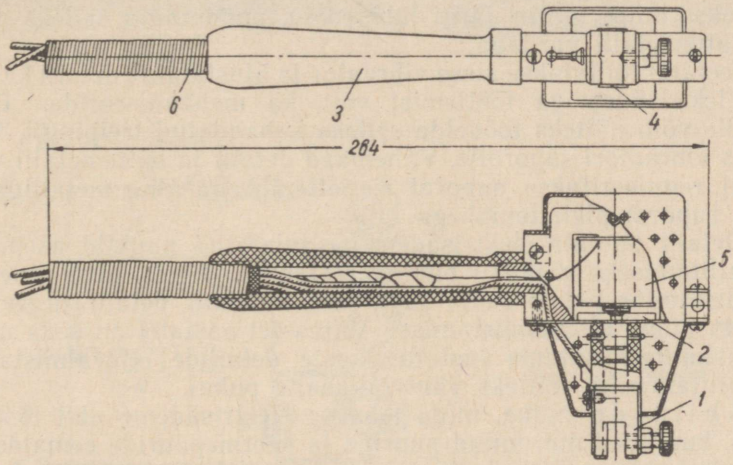
Detaili pinnale kujunev kattekiht on põhimetalliga tugevasti seotud. Kattekihi pealekandmine toimub kuivalt, ilma vedelikuta. Sel viisil pole saadud suurema paksusega kattekihte kui 0,15 mm. Paksemaid kattekihte on saadud neutraalses gaasikihis töötlemisel.

Detailide kulunud pindu võib katta mistahes kõvadusega metallide või sulamitega (sormait, stelliit, volfram, pobediit jt.). Kattekiht on urbne ja kare ning vajaduse korral võib teda lihvida.

Kattes tugevasti kulunud detaile kõvasulamiga, võib järsult tõsta nende kulumiskindlust.

Pealekantava kihi paksust piirab pinna oksüdeerumine ja nitreerumine. Seepärast ei tohi pealekasvatatav materjal kõrgel temperatuuril intensiivselt oksüdeeruda. Neid nõudeid rahuldavad metallkeraamilised kõvasulamid titaani, volframi ja koobalti lisandusel (T15K6, T30K4 jt.).

Joonisel 259 on toodud püstolvibraator detailide katmiseks metallide või sulamitega elektrisädeme meetodil.



Joon. 259. Elektrisädeme meetodil metalliga katmise püstolvibraator

Kattemetalli varras (anood) kinnitatakse kruvi abil püstoli hoidjasse *1*. Kattemetalli varda kokkupuutel detaili pinnaga toimub sädelahendus, mille tulemusena metall kandub anoodilt katoodile, s. o. detaili kulunud pinnale.

Vibraatori elektromagnet koosneb südamikust *4* ja poolist *5* ning on ühendatud vahelduvvoolu võrku (50 Hz, 100 V) juhtmete abil, mis läbivad isolatsiooni *6* ja püstolikäepideme *3*. Elektromagnet tõmbab ligi ankru (vedru) *2*, mille tulemusena see vibreerib võrdeliselt võrguvoolu sagedusega.

Tabelis 43 on toodud elektrisädeme meetodil sormaidiga katmise režiimid.

Katmine elektrisädeme meetodil toimub järgmiselt:

1) detaili pind puhastatakse hoolikalt mustusest ja roostest;
2) kattemetalli varras või plaat kinnitatakse vibraatori hoidjasse;
3) detail ühendatakse katoodiga nii, et nendevaheline kontakt

Tabel 43

Sormaitsulami pealekandmise režiim elektrisädelduse meetodil

Nimetus	Katted		
	jämedad	keskmised	puhtad
Pinge V	140—220	100—150	70—80
Vool A	1,5—2,5	1—1,5	0,5—0,8
Mahtuvus µF	200—250	80—130	40—80

oleks tihe, ning lülitatakse vooluahelasse alalisvooluallikas; pinget kontrollitakse voltmeetri järgi;

4) lülitatakse sisse valitud režiimile vastav mahtuvus ja kontrollitakse ampermeetri järgi lühisvoolu, puudutades selleks detaili kattemetalli vardaga;

5) seejärel lülitatakse sisse vibraator ja alustatakse detaili katmist.

Elektrisädemega töötlemist võib ka mehhaniseerida. Ümardetaile võib näiteks töödelda selleks kohandatud treipingil, kinnitades vibraatori supordile. Vahemaad detaili ja kattemetalli varda vahel reguleeritakse supordi ristiettenihkega ning metalliga katmist supordi pikiettenihkega.

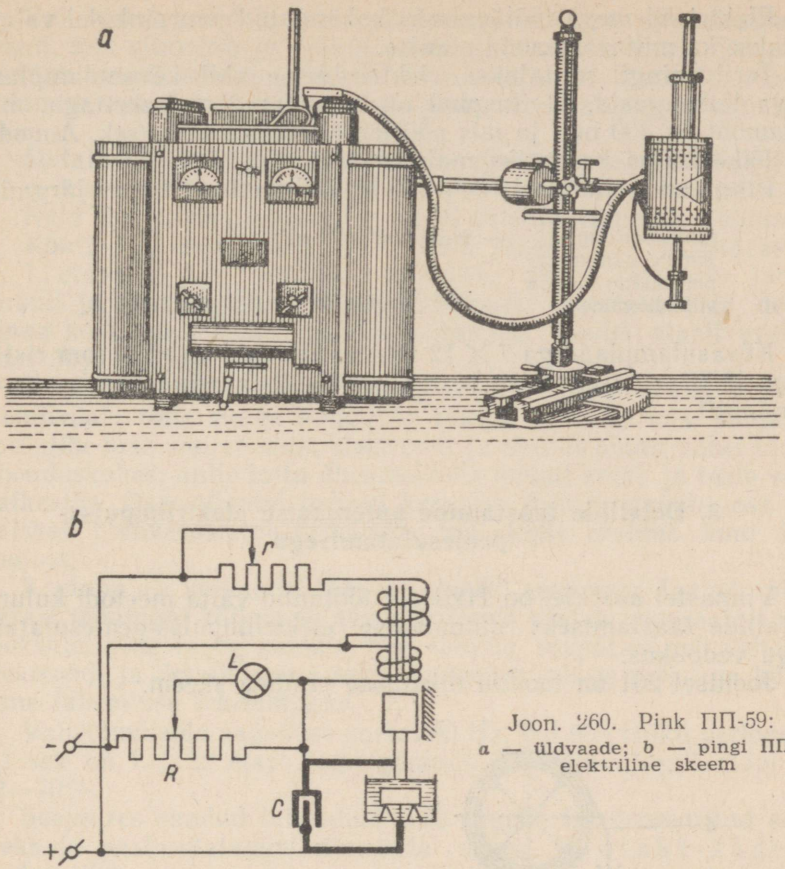
Detaili pinnale elektrisädemega sulatatud punktid asendavad metallitamiseks vajaliku pinnakarestamise. Pinna niisugune ettevalmistamine pakub suurt huvi, sest kulunud detaili tugevus ei muutu pinna ettevalmistamisel. Viimastel aastatel on seda meetodit hakatud kasutama vastutusrikaste detailide ettevalmistamisel metallitamiseks, näiteks väntvõllikaelte puhul.

Abitööde hulka, mida tehakse elektrisädeme abil töötlemisega, kuuluvad murdunud puuride ja keermepuuride eemaldamine aukudest, kõvasulamist plaatidega treiterade teritamine jne.

Murdunud tööriistade ja kinnitusdetailide eemaldamiseks aukudest ja mitmesuguse kujuga aukude uuristamiseks kasutatakse väikest teisaldatavat pinki.

Joonisel 260, *a* on näidatud niisuguse pingi üldvaade. Pink ПП-59 koosneb standardsest seleenalaldajast BCA-6M ja spindelpeast, mis on kinnitatud statiivi külge. Joonisel 260, *b* on toodud sama pingi elektriline skeem. Alaldaja kere külge on veel monteeritud ballasttakisti *R*, kondensaator *C*, solenoidregulaatori mähise ahela reostaat *r* ja signaallamp *L*. Selle pingi tehniline karakteristika on järgmine:

vahelduvvoolu võrgu pinge	110/127/220 V,
tarbitav võimsus	1,4 kW,
pinge elektroodidel	24 V,
elektroodide lühisvool	30 A,
lahenduskontuuri mahtuvus	6 µF,
spindli automaatne käik	70 mm,
uuristatava augu suurim sügavus	35 mm,
uuristatava augu suurim läbimõõt	10 mm.
seadme üldkaal koos alaldajaga	95 kg.



Joon. 260. Pink ПП-59:
a — üldvaade; *b* — pingi ПП-59 elektriline skeem

Töövedelikku peab detaili all olema vähemalt 20 mm kõrguselt ning vedeliku maht vannis ei tohi olla alla 150 cm^3, kui töötatakse põlevvedelikkudega (petrooleum, diislikütus, õli).

Uuristamisel töötab pink automaatselt ilma töölise vahetu osavõtuta.

Et eemaldada aukudes murdunud tööriistu (puure, keermepuure) ja kinnitusdetailide (poltide) otsi, töödeldakse neisse elektrisädemega kolme- või neljakandiline auk. Sellesse pistetakse samakujulise otsaga torn ja keeratakse murdunud tööriista osa detailist välja. Murdunud puuri või keermepuuri võib eemaldada ka täielikult, kui elektrood-tööriista läbimõõt on võrdne murdunud puuri või keermepuuri läbimõõduga.

Murdunud detailide eemaldamisel soovitatakse kasutada järgmisi režiime:

pinge 120—220 V,
kondensaatori mahtuvus 100—400 μF,
lühisvool 7—30 A.

Elektrisädemega töötlemiseks kohandatud puurpinkidel valmistatakse ka mitmesuguseid stantse.

Erituspingil teritatakse elektrisädeme abil kõvasulamplaatidega lõiketerasid. Erituspink on varustatud malmkettaga, mille läbimõõt on 300 mm ja mis pöörleb kiirusega 12 m/sek. Anoodiks on lõiketera ja katoodiks malmketas.

Pinge on teritamisel 120—220 V. Töötlemisrežiim on järgmine:

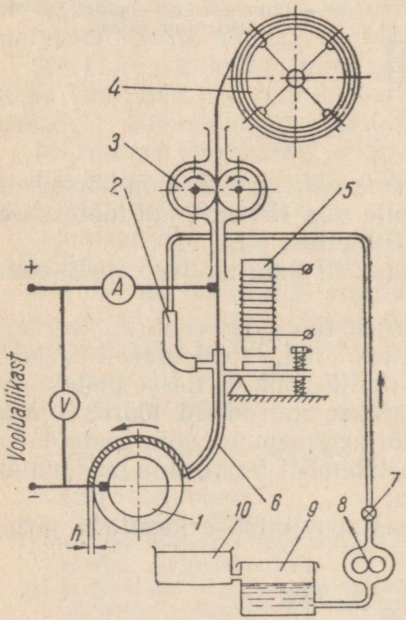
jämekoorimine	— mahtuvus	400	μF;	vool	20 A,
jämeteritamine	— „	100	„	„	7—10 A,
normaalteritamine	— „	20	„	„	2—3 A,
viimistlemine	— „	5—10	„	„	0,1—0,25 A.

Kõvasulamplaadiga 7 × 12 mm varustatud 30 × 20 mm ristlõikega lõiketera teritamise kestus on 6—12 ja viimistlemise kestus 2 minutit.

3. Detailide taastamine automaatse elektriimpulss-pealesulatamisega

Viimastel aastatel on НИИАТ töötanud välja meetodi kulunud detailide taastamiseks automaatse elektriimpulss-pealesulatamisega vedelikus.

Joonisel 261 on toodud niisuguse seadme skeem.



Joon. 261. Elektriimpulss-pealesulatusseadme põhimõtteline skeem:
1 — detail; *2* — voolik vedeliku juurdejuhtimiseks; *3* — etteandemehhanism; *4* — kassett; *5* — vibraator; *6* — suudmik; *7* — kraan; *8* — pump; *9* — filter; *10* — sadesti

Kulunud detailidele pealesulatamisel antakse ette elektroodi-traati, mis vibreerib ja detaili pinda puudutades sulab. Seejuures kandub traadi sulanud metall detaili kulunud pinnale. Metalli sulamise tsooni ja detaili pinnale juhitakse kogu aeg jahutusvedelikku.

Metalli elektriimpulss-pealesulatamine võib toimuda kahel viisil — kontakt-sädeme ja kontakt-kaare meetodil.

Neid elektrilahenduste viise uuriti ostsillogrammide võtmisega.

Kontakt-sädelahendust võib jaotada järgmisteks etappideks:

1. etapp — lühiühendus; vooluallika pinge seejuures langeb järsult ja voolutugevus suureneb kiiresti. Elektroodi ja detaili pinna kokkupuutekohas tekib keevitumine. Sellel etapil eraldub kuni 30% soojust.

2. etapp — elektrood hakkab detailist eemalduma. Eneseinduktsioonivoolu tõttu pinge seejuures tõuseb järsult, mis põhjustab voolutiheduse suurenemist elektroodi ja detaili pinna vahel olevas ühenduskohas, mille tõttu ühenduskoha metall sulab ja tekib voolu katkestus. Osa sulanud metalli keevitub detaili pinnale, osa aga paiskab plahvatuslaine vedelikku. Sel etapil eraldub kuni 70% soojust.

3. etapp — kontaktid lähevad lahti; seejuures langeb pinge pärast mõningat kõikumist suuruseni, mis vastab generaatori tühijooksule, ning laeng kustub. See toimub seepärast, et vahemaa elektroodi ja detaili pinna vahel suureneb, pinge pole aga küllaldane lahenduse tekitamiseks.

Vahelduvvoolu sageduse korral 50 Hz, kui ühe tsükli periood on 0,1 sek, on 1. ja 2. etapi aeg ligikaudu 30—38% ning 3. etapi aeg 62—70%.

Seejuures saadud lahendust võib lugeda kondenseeritud sädemeks ja pealesulatamist nimetada seega kontakt-sädeme protsessiks.

Kui selle protsessi skeemi lülitada kondensaator, siis suureneb lahenduse kestus kontaktis ning elektroodide lahtiminemise hetkel ei kulu eneseinduktsiooni elektromotoorne jõud elektroodi metalli väljapaiskamiseks, vaid kondensaatorite laadimiseks. Sel põhjusel kulgeb protsess väliselt palju rahulikumalt ja väiksema sädememoodustamisega. Sellega kaasub metalli kao tunduv vähenemine.

Sellel protsessil saadakse pealesulatatud metallikihi paksuseks kuni 0,6—0,7 mm. Termilise mõju tsoon võrdub ligikaudselt pealesulatatud kihi paksusega.

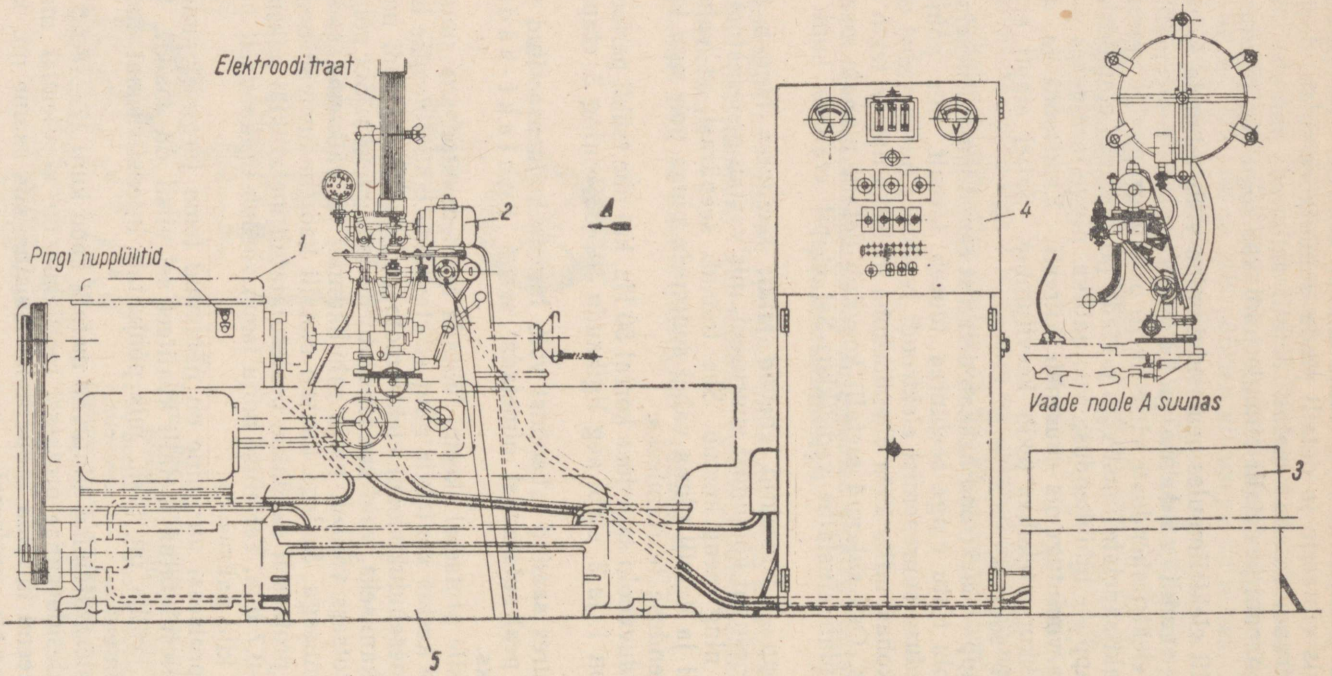
Selle protsessi uurimine on näidanud tema järgmisi puudusi:

a) pealesulatatud metalli kvaliteet sel viisil on madal, kuna tühikäigu kestus on pikk, mis põhjustab intensiivsemat metalli oksüdeerumist;

b) pealesulatamisel ulatuvad metalli kaod kuni 17—18%;

c) pealesulatamise protsessi tootlikkus on võrdlemisi madal.

Kui skeemi lülitada induktiivne takistus, siis saame nn. kontakt-kaare protsessi.



Joon. 262. Pealesulatuspea asetus treipingi ДИП-200 supordil:
1 — treipink; 2 — pealesulatuspea; 3 — seleenalaldaja; 4 — elektririistade kilp; 5 — vedeliku reservuaar

Induktiivsus suurendab elektrikaare kestust ja püsivust, mis võimaldab vältida tühikäike. Ta alandab vooluimpulsi suurust kontakti kohas ja voolu tugevuse muutumise kiirust.

See protsess on kõige täiuslikum. Detaili pealesulatist võib suurendada kuni 1,4—2,5 mm ja isegi paksemaks.

Pealesulatatud metalli kvaliteet saadakse parem ja kokkusulamine põhimetalliga tugevam.

Elektroodide metalli kulu väheneb kuni 6—8%.

Termilise mõju tsoon jääb peaaegu samaks, s. o. ta võrdub ligikaudu pealesulatatud kihi paksusega.

Tabelis 44 on toodud võrdlevad andmed, mis iseloomustavad automaatse elektriimpulss-pealesulatamise tootlikkust, võrreldes teiste viisidega.

Tabel 44

Mitmesuguste pealesulatamisviiside tootlikkuse andmed

Tootlikkuse näitajad	Automaatne elektri-impulss-pealesulatamine vedelikus		Käsitsi pealesulatamine kriitkattega elektroodiga	Automaatne pealesulatamine räbustaja all
	Kontakt-sädemega	Kontakt-kaarega		
Tootlikkus kg/h	0,4—0,5	0,9—1,2	0,8	3,2
Pealesulatamise koefitsient (K_p)[1] g/Ah . .	2,52—3,2	5—7,0	5—6,5	8—14
Katte pind cm²/min . .	15—20	7—10	6—8	12—15
	Kihi paksusel 0,5—0,7 mm	Kihi paksusel 2—2,5 mm	Kihi paksusel 3—5 mm	Kihi paksusel 3—5 mm

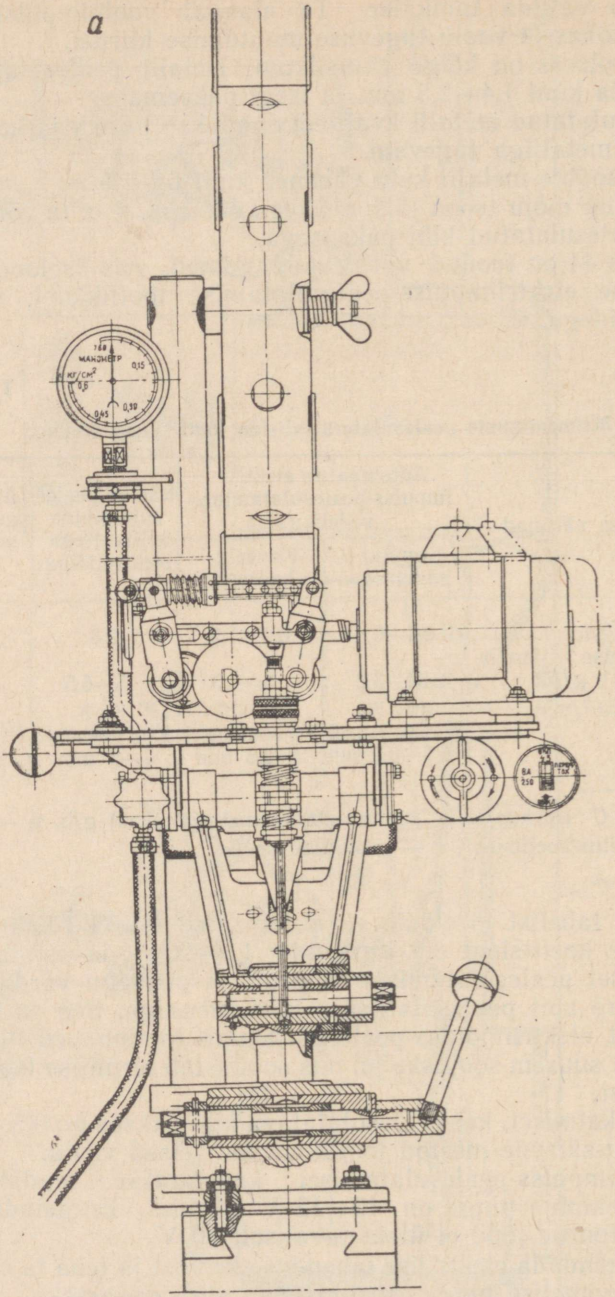
[1] $K_p = G : I\eta$, kus G — pealesulatatud materjali kaal g/h, η — keevitusseadme kasutus-koefitsient; I — voolutugevus A.

Sellest tabelist järeldub, et automaatse kontakt-kaare pealesulatamise koefitsient on ligikaudu 1,5—2 korda madalam kui automaatsel pealesulatamisel räbu all ja peaaegu võrdne käsitsi elektrikaare abil pealesulatamise koefitsiendiga. See on seletatav sellega, et elektriimpulss-pealesulatamine toimub vedelikus. Seetõttu tekib suurem soojuskadu, mis soodustab termilise tsooni mõju vähenemist.

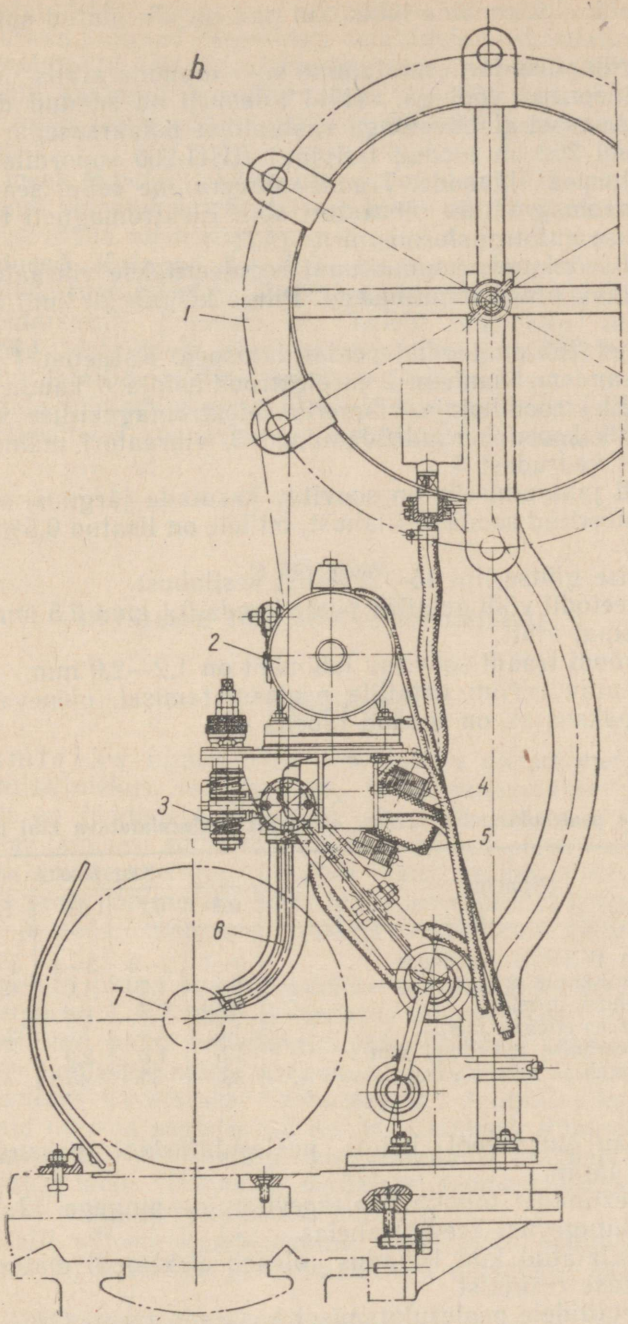
Pinna katmisel, kui pealesulatatava kihi paksus on 0,5—0,7 mm, on kontakt-sädeme meetod tootlikum kui teised viisid.

Elektriimpulss-pealesulatamisel kasutatakse madalpingelist voolu. Keskmine pinge on 10—12 V piirides. Eneseinduktsiooni elektromotoorne jõud ei ületa tavaliselt 30 V.

Kui pikendada elektrilise lahenduse kestust ja teha ta elektroodi ja detaili vahelise pinge tõstmisega statsionaarseks, siis võib saada pealesulatamise vibro-kaarprotsessi, mille puhul



Joon. 263. Pealesulatuspea:



a — üldvaade; *b* — külgvaade

on võimalik elektroodide lühis, kui nad on ühendatud sula metalli kaudu.

Elektriimpulss-pealesulatamine võib toimuda alalis-, vahelduv- ja kombineeritud vooluga. Häid tulemusi on saadud detailidele pealesulatamisel alalisvooluga vastupidise polaarsusega.

Joonisel 262 on toodud treipingi ДИП-200 supordile paigutatud sulatuspea üldvaade. Traadi vibreerimine sellel seadmel toimub elektromagnetilise vibraatori abil. Elektromagneti toitmiseks kasutatakse autotransformaatorit ЛАТР-1.

Traadi võnkumiste amplituudi reguleeritakse vibraatori mähisesse antava pinge muutmisega. Pinge kõigub 20 kuni 30 V piirides.

Joonisel 263 on toodud pealesulatuspea. Kassetist *1* juhitakse traat etteandemehhanismi *2* ja elektroodihoidja *6* kaudu detaili *7* juurde. Elektroodihoidja vibreerib elektromagnetilise vibraatori toimel, mis koosneb raudsüdamikust *3*, vibraatori mähisest *4* ja vibraatori vedrudest *5*.

Detaili jahutamiseks on soovitav kasutada järgmisi vedelikke:
1) kaltsineeritud sooda vesilahust, millele on lisatud 0,5% masinaõli;
2) tehnilise glütseriini 15—20%-list vesilahust.

Sel meetodil võib detailile peale kanda 0,1 kuni 2,5 mm paksust või paksemat kihti.

Elektroodi traadi soovitav läbimõõt on 1,2—2,0 mm.

Soovitatav režiim detailile pealesulatamisel, olenevalt pealesulatise paksusest, on toodud tabelis 45.

Tabel 45

Detailidele pealesulatamise režiim, olenevalt pealesulatatava kihi paksusest

Nimetus	Kihi paksus mm				
	0,3	0,7	0,9	1,5	2,5
Induktiivsus РСТЭ-34 keerdudes	0—1	2—3	3—4	4—6	6—8
Pealesulatamiskiirus m/min	3,0	1,5	1,0	0,6	0,3
Traadi ettenihe m/min	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9
Pealesulatuspea ettenihe mm/p	1,3	1,5	1,5	2,0	2,6
Traadi vibreerimise amplituud mm . . .	1,5	1,8	2,0	2,5	3,0
Nurk elektroodi ja detaili vahel	35	35	45	45	45

Vedeliku juurdevool kõigil pealesulatuskihi paksustel peab olema 0,5 l/min.

Neil režiimidel toimub pealekeevitamine pingega 12 V, piiramata voolutugevust keevitusahelas.

Pealesulatatud kihi kõvadus oleneb elektroodi materjalist ja pealesulatuse režiimist.

Kui detailidele pealesulatamisel kasutada traati ОВС (ГОСТ 1546-53), siis võib kihi kõvaduseks saada 39 kuni 54 H_{R_c}.

Pealesulatatud kihi niisugused kõvadused võimaldavad seda meetodit kasutada kulunud karastatud detailidele pealesulatamiseks.

Pealesulatatud kihi haarduvustugevus põhimetalliga alalisvoolu puhul vastupidise polaarsusega on 4600 kg/cm². Seejuures termilise mõju tsoon põhimetallis on 0,5—0,8 pealesulatatud kihi paksusest.

Selle meetodi peamiseks puuduseks on detaili väsimustugevuse küllalt suur alanemine. Seepärast tuleb pärast pealekeevitamist detaili tugevdada viisidel, mis on toodud 4. jao 5. peatükis.

Järeldused. Kulunud detailide taastamiseks on elektrisädemega pealekasvatamisel ja elektriimpulss-pealesulatamisel vedelikus kaheldamatult perspektiive. Tuleb laiendada teaduslikku uurimistööd detailidele pealekasvatamisel ja pühendada erilist tähelepanu detailide väsimustugevuse tõstmisele.

Detailide töötlemise viise elektrisädemega tuleb samuti autoremondiettevõtetes koorimis- ja lihvimistöödel laiemalt kasutada.

9. PEATÜKK

DETAILIDE TAASTAMINE JOOTMISEGA

1. Üldandmed

Jootmiseks nimetatakse kahe tahkes olekus metalli ühendamist sulas olekus lisametalliga, mida nimetatakse joodiseks. Tavaliselt on joodisteks värviliste metallide sulamid. Jootmine erineb keevitamisest selle poolest, et jootmisel põhimetall ei sula. Joodise sulamistemperatuur on alati madalam kui põhimetallil.

Joodis peab põhimetalli hästi lahustama, pinnal kergesti laiali valguma ja seda märgama. Joodis peab olema odav ja mitte defitsiitne.

Põhimetalli pinna hea märgamine saavutatakse siis, kui pind on täiesti puhas. Oksüüdide ja mustuse lahustamiseks ja eemaldamiseks detaililt, pinna kaitsmiseks oksüdeerimise vastu, pindpinevuse vähendamiseks ning märgumise ja joodise laialivalgumise soodustamiseks kasutatakse räbustajaid. Jootmisel kasutatakse räbustajaid märksa sagedamini kui keevitamisel. Räbustajad peavad jootmisel täielikult sulama ning ilmutama aktiivset keemilist ja füüsikalist mõju võrdlemisi madalatel temperatuuridel.

Jootmise peamisteks eelisteks on:

1) detaili vähene kuumenemine, mille tõttu põhimetalli keemiline koostis, struktuur ja mehaanilised omadused sagedasti ei muutu;

2) metallide liitekoha puhtus, mis ei vaja keerukaid järeltöötlemisi;

3) detaili täpsete mõõdete ja kuju säilitamine;
4) suur tööjõudlus ja liite küllaldane tugevus;
5) võimalus kasutada madalama kvalifikatsiooniga töölisi;
6) tööprotsessi lihtsus ja odavus.

Joodetud liide on kahtlematult nõrgem kui keevitatud.

Kaasaegsed jootmise meetodid jagunevad kahte põhiliiki:
1) jootmine pehmete joodistega ja
2) jootmine kõvade joodistega.

2. Jootmine pehmete joodistega

Pehmeteks joodisteks nimetatakse kergesti sulavaid joodiseid, millede sulamistemperatuur on alla 400° C. Niisuguste joodiste mehaaniline tugevus on väike — tõmbetugevuse piir on 5—7 kg/mm².

Pehmeid joodiseid kasutatakse juhtudel, kui kahe detaili jootmisel ei vajata erilist tugevust. Pehmed joodised kujutavad endast mitmesuguses vahekorras tina ja plii sulameid vastavalt ГОСТ 1499-54 (tab. 46).

Tabel 46

Pehmete joodiste margid ja nende keemiline koostis

Pehme joodise mark	Keemiline koostis %			Sulamistemperatuur °C	
	Tina	Antimon ja muud lisandid	Plii	Algus	Lõpp
ПОС-90	89—90	0,10—0,15	ülejääk	183	273
ПОС-40	39—41	1,5—2,0	„	183	238
ПОС-30	29—30	1,5—2,0	„	183	260
ПОС-18	17—18	2,0—2,5	„	183	243
ПОСС-4-6	3—4	5—6	„	—	—

Pehme joodisega jootmisel on räbustaja kasutamine kohustuslik. Selleks on tsinkkloriid, mida saadakse tsingi lahustamisel soolhappes.

Jootmine toimub punasest vasest jootekolviga. Kahe detaili kokkujootmine pehme joodisega toimub järgmiselt:
1) puhastada detailide jootekohad viili või smirgellõuendiga;
2) katta puhastatud kohad räbustajaga;
3) kuumutada jootekolb temperatuurini 300—400° C;
4) hõõruda kuumendatud jootekolvi otsa vastu salmiaaki, suruda kolb joodisele, mis sulab ja kolvile kleepub;
5) üle kanda kolvi külge jäänud joodis kokkujoodetavatele detailidele, jootmisel kantakse kuuma jootekolviga joodist jootepinnale ja jaotatakse sellel ühtlaselt.

Jahtunud jootekolbi kuumendatakse. Otstarbekam on kasutada elektrilist jootekolbi, mida pidevalt kuumendatakse elektrivooluga. Jootekolvi suurus valitakse vastavalt kokkujoodetavate detailide ja jooteõmbluse mõõdetele. On soovitav, et jootekiht oleks võimalikult õhuke, sest siis saadakse tugevam joode.

Autode remontimisel kasutatakse pehmete joodistega jootmist laialdaselt radiaatorite parandamisel. Laagrite ettevalmistamine babiidi valamiseks toimub samuti pehmete joodistega (laagrite tinutamine).

3. Jootmine kõvade joodistega

K õ v a d e k s j o o d i s t e k s nimetatakse raskesti sulavaid joodiseid, millede sulamistemperatuur on kõrgem kui 550° C. Kõvad joodised on mehaaniliselt tugevad. Nende tõmbetugevus on kuni 50 kg/mm².

Kõvade joodistega joodetakse siis, kui on tarvis tugevat liidet, mis kannataks kõrget temperatuuri.

Kõvad joodised jagunevad valgevask- ja hõbejoodisteks. Valgevaskjoodised koosnevad punasest vasest ja tsingist.

Tabelites 47 *a* ja *b* on toodud valgevaskjoodiste (ГОСТ 1534-42) füüsikalis-mehaanilised omadused ning tabelites 48 *a* ja *b* samad andmed hõbejoodiste kohta (ОСТ 2982).

Tabel 47 *a*

Kõvade valgevaskjoodiste keemiline koostis

Joodise mark	Koostis %					
	Vask	Tsink	Lisandeid mitte üle			
			Tina	Plii	Antimon	Raud
ПМЦ-42	40—45	Jääk	1,5	0,5	0,1	0,5
ПМЦ-47	45—49	„	1,5	0,5	0,1	0,5
ПМЦ-52	49—53	„	1,5	0,5	0,1	0,5

Tabel 47 *b*

Kõvade valgevaskjoodiste füüsikalis-keemilised omadused

Näitajad	Joodise mark		
	ПМЦ-42	ПМЦ-47	ПМЦ-52
Sulamistemperatuur, °C	849	860	885
Erikaal	8,1	8,2	8,3
Joonpaisumise tegur	$22 \cdot 10^{-6}$	$21 \cdot 10^{-6}$	$21 \cdot 10^{-6}$
Joodise tõmbetugevus kg/mm² . . .	—	21	26
Suhteline venivus %	2	3	4
Kõvadus H_B	—	85	90
Õmbluse tõmbetugevus kg/mm² . . .	16,8	20	28

Tabel 48 *a*

Kõvade hõbejoodiste keemiline koostis

Joodise mark	Koostis %				
	Hõbe	Vask	Tsink	Lisandid mitte üle	
				Plii	Kokku
ПСр-10	9,7—10,3	52—54	Jääk	0,5	1,0
ПСр-12	11,7—12,3	35—37	„	0,5	1,0
ПСр-25	24,7—25,3	39—41	„	0,5	1,0
ПСр-45	44,5—45,5	29,5—30,5	„	0,3	0,5

Tabel 48 *b*

Kõvade hõbejoodiste füüsikalis-keemilised omadused

Joodise mark	Sulamis-temperatuur °C	Tõmbetugevus kg/mm²	
		Joodisel	Õmblusel
ПСр-10	830	15,3	15,0
ПСр-12	785	18,5	18,4
ПСр-25	765	—	—
ПСр-45	720	—	—

Hõbejoodised on sulas olekus voolavamad kui vasetsingijoodised ja seepärast kasutatakse neid keerukamatel jootmistöödel. Peale selle on hõbejoodised oksüdeerumiskindlad ja annavad tugevamad liited. Räbustajana kasutatakse kõval jootmisel booraksit. Vee eemaldamiseks booraksit kuumutatakse, jahutatakse ja peenestatakse seejärel pulbriks.

Kõvade joodistega jootmisel kuumutatakse detaili ääsil või jootmislambi või keevituspõleti leegiga.

Jootmine toimub järgmiselt:

1) detailide jootekohad puhastatakse viili või smirgellõuendiga;

2) detaile koos nendele asetatud joodisega kuumendatakse kuni viimase pehmenemiseni;

3) riputades joodisele booraksit, jätkatakse kuumendamist kuni joodise täieliku sulamiseni. Selle järel jaotatakse joodis teraslabidakesega ühtlaselt jootekohale.

Kõvu joodiseid kasutatakse peamiselt bensiini- ja õlitorustiku jootmiseks.

Detailide remontimisel joodetakse mõnikord hallmalmi ja alumiiniumisulameid, mis on raskesti keevitatavad.

Hallmalm on raskesti joodetav selle pinnal olevate grafiidilaikude tõttu, mis takistavad kõvajoodise sidestumist malmdetailiga. Hea joote saamiseks grafiidilaigud eemaldatakse jootekoha puhastamise teel liivapritsiga või kattes jootekoha õhukese jootmispulbri kihiga, mis saadakse rauapuru ja vähese booraksihulga segust.

Malmi võib joota mangaani ja tina sisaldavate erijoodistega, mis sidestuvad hästi süsinikurikaste metallidega. Niisuguste hulka kuulub näiteks järgmise koostisega joodis: Cu = 57—60%; Zn = = 38—40%; Fe — ligikaudu 1,0%; Mn — ligikaudu 0,5%; Sn — ligikaudu 1,0%.

Alumiiniumisulamite jootmisel soovitatakse kasutada järgmise koostisega joodiseid:

1) tina 71%; tsinki 23%; alumiiniumi 6%,
2) tsinki 60% ja kaadmiumi 40%.

Alumiiniumisulameist detailide jootmisel võib räbustajana kasutada salmiaaki või räbustajat, mis sisaldab

tsinkkloriidi 90%,
naatriumfluoriidi 2% ja
alumiiniumkloriidi 8%.

Alumiiniumisulameid joodetakse jootekolvi abil.

Järeldused. Detailide taastamisel võib seega laialdaselt kasutada jootmist siis, kui nõutav tõmbetugevus on 5—50 kg/mm².

Pehmete joodiste kasutamisel tuleb silmas pidada, et keskmisel ja kõrgel temperatuuril noolutatud terasdetailide struktuur ei muutu, sest kuumenemine jootmisel ei ületa 400° C.

Kõva joodise kasutamisel ei muutu terasdetailide struktuur ainult siis, kui nende noolutustemperatuur oli kõrge (500—600° C). Kuumutamisel üle 600° C termiliselt töödeldud terasdetailide struktuur muutub. Niisugusel juhul asendatakse kõvajootmine keevitamisega, millele järgneb termiline töötlemine.

10. PEATÜKK

DETAILIDE TAASTAMINE ANTIFRIKTSIOONSULAMITE VALAMISEGA

1. Üldandmed

Automootorite raam- ja kepsulaagrid on valatud antifriktsioonsulameist — babiidist või tinapronksist. Babiidist valatakse laagreid, millede erikoormus ei ole suurem kui 40—60 kg/cm² ja temperatuur ei ületa 100—120° C. Suuremate erikoormuste ja temperatuuride esinemisel valatakse laagrid tinapronksist.

Praegusel ajal valatakse karburaatormootorite õhukeseseinalised liugelaagrid babiidist, diiselmootorite omad pliipronksist. Autode karburaatormootorite laagrites kasutatakse babiite, mis on tina ja plii alusel.

Babiidid tinaalusel. Babiit on sulam, mille struktuur koosneb plastilisest alusest ja selles asuvatest kõvadest teradest. Võlli hõõrdumise tagajärjel kulub plastiline alus kiiremini kui kõvad

terad. Töötamisel toetub võllikael seepärast kõvadele teradele, mis tunduvalt vähendab hõõrdepinda ja kergendab õli tsirkuleerimist laagris.

Babiidi plastilisuse tõttu töötab võll ennast hästi laagrisse sisse. Babiitlaagrid ei karda töötlemisel väiksemaid ebatäpsusi, sest need kaovad mootori töötamisel kiiresti.

Tinababiidid koosnevad tinast, antimonist ja vasest.

Tabelis 49 on toodud laagrite valamisel laialdasemalt kasutatavate babiitide margid ГОСТ-1320-41 järgi.

Tabel 49

Kõrge tinasisaldusega babiitide keemiline koostis

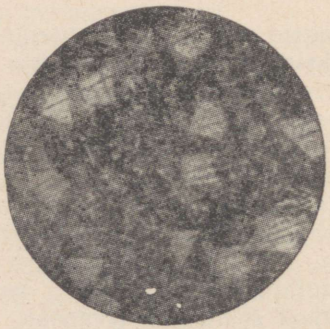
Babiidi mark	Koostise komponendid %			Lisandid (mitte üle) %
	Tina	Antimon	Vask	
Б-83	83±1	11±1	6±0,5	0,55
Б-88	88±1	8,5±0,5	3,5±0,5	0,51

Joonisel 264 on toodud suure tinasisaldusega babiidi struktuur. Plastiliseks aluseks on sellel babiidil antimoni ja tina kõvasegu (joonisel tume pindala), kõvadeks komponentideks on SnSb kuupkristallid ja Cu_3Sn nõelad.

Tinababiidi mikrostruktuuri mõjutab suurel määral temas sisalduva antimoni hulk. Kui antimoni hulk babiidis ei ületa 7—8%, siis koosneb selle mikrostruktuur kahest faasist: antimoni kõvast lahusest tinas ning tina ja vase keemilise ühendi Cu_3Sn kõvadest kristallidest (nõela- või tähekujulistest); kui antimoni sisaldus babiidis on üle 7—8%, siis tuleb selle struktuuri kolmanda komponendina SnSb.

Babiidi Б-83 komponentide mikrokõvadused on järgmised:

Cu_3Sn 235,
SnSb 65,
pehme alus . . . . . 22.



Joon. 264. Suure tinasisaldusega babiidi struktuur

Pehme alus sulab temperatuuril 236—240°, SnSb kristallid temperatuuril 260—270° ning Cu_3Sn kristallid temperatuuril 370°.

Seega sõltuvad babiidi omadused üldiselt tema koostisest ja mikrostruktuurist, s. o. kõvade kristallide mõõdetest ja nende hulgast.

Babiidi mehaanilist tugevust iseloomustavad peamiselt tema kõvadus ning tugevus (survel) 11,5 kg/cm², venivuspiir (survel) 8,2 kg/cm² ja väsimuspiir (survel) 2,5 kg/cm².

Uurimised on näidanud, et babiidi mehaaniline tugevus tõuseb antimoni ja vase sisalduse suurenemisega. Tinababiidi plastilisus aga alaneb palju antimoni ja vase sisalduse tõusuga ning toob kaasa sissetöötamise halvenemise. Antimoni sisalduse suurenemisega alanevad babiidi antifriktsioonilised omadused. Et antifriktsioonilised omadused oleksid paremad, kasutatakse vähese antimoni ja vase sisaldusega tinababiite.

Babiitvalu mehaanilist tugevust suurendatakse õhukese valu kasutamisega terasliudades.

Tuleb meeles pidada, et babiidi mehaaniline tugevus sõltub suurel määral temperatuurist. Nii on babiidi Б-83 kõvadus temperatuuril 110° ligikaudu 12—14 kg/mm², toatemperatuuril aga 30 kg/mm².

Tinababiidi mehaanilised ja antifriktsioonilised omadused olenevad samuti suurel määral tema mikrostruktuurist, õigemini, temas sisalduvate kõvade kristallide mõõdetest.

Olemasolevate uurimuste järgi on kõige paremad omadused kõrge tinasisaldusega babiidil, mille SnSb kristallide mõõted on 0,025—0,035 mm piirides.

Seega tuleb kõrge tinasisaldusega babiitide valamisel valida niisugune jahutamisrežiim, mis annaks teatud mikrostruktuuri.

Babiidid plii alusel on kõige odavamad ja nende komponendid on vähem defitsiitsed. Babiidid plii alusel on headeks asendajateks kõrge tinasisaldusega babiitidele.

Tabelis 50 on toodud nende babiitide koostised (ГОСТ 1320-41).

Tabel 50

Vähese tinasisaldusega babiitide keemiline koostis

Babiidi mark	Koostise komponendid %							
	Tina	Antimon	Vask	Plii	Nikkel	Arseen	Kaadmium	Telluur
БН . .	10	14	1,5—2	jääk	1	0,7—0,9	1,3	—
БТ . .	9—11	14—16	0,7—1,1	„	—	—	—	0,05—0,2

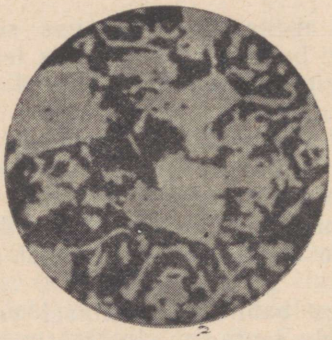
Joonisel 265 on toodud babiidi БН struktuur, kus on näha arseeni ja kaadmiumi ühendite hallid kristallid. Väikestes kogustes sulamisse segatud nikkel ja kaadmium ei moodusta uusi komponente, kuid vähendavad SbSn kristallide mõõteid. Arseeni esineb

osaliselt plii kõvalahuses. Arseeni liigsus vähendab samuti SbSn kristalle ja muudab nende kuubitaolise kuju nõeljaks.

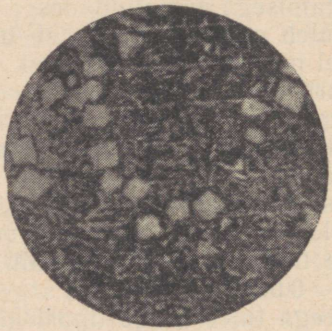
Joonisel 266 on toodud babiidi БТ struktuur pärast laagrisse valamist. Telluuri segamine vähese tinasisaldusega babiiti põhjustab tina ja antimoni keemilise ühendi kuupkristallide peenenemise, suurendab valatud sulami plastilisust, parandab babiidi sissetöötamise omadusi ja muudab ta termiliselt töödeldavaks.

Joonisel 267 on toodud babiidi БТ struktuur pärast lõõmutamist. Lõõmutamine toimub temperatuuril 230°C. Hoidmise optimaalne kestus sellel temperatuuril on kolm tundi, millele järgneb jahutamine õhus. Niisuguse termilise töötlemise tulemuseks on eutektika struktuuri muutumine plastilisest teraliseks ja babiidi plastilisuse järsk tõus.

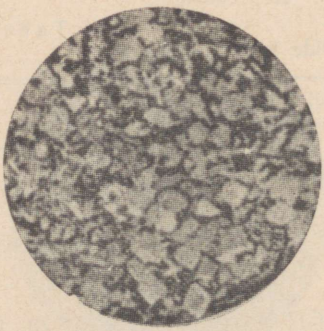
Tabelis 51 on toodud mitmesuguste babiitide mehaanilised omadused.



Joon. 265. Babiidi БН struktuur



Joon. 266. Babiidi БТ struktuur pärast valamist



Joon. 267. Babiidi БТ struktuur pärast lõõmutamist



Joon. 268. Pliipronksi struktuur (söövitamata lihv 200×)

Tabel 51

Vähese tinasisaldusega babiitide mehaanilised omadused

Babiidi mark	Kõvadus H_B 5/62 5/180	Tõmbekatse			Survekatse		Löögitugevus kgm/cm²
		$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	σ_{max} kg/mm²	δ %	$\sigma_{0,2}$ kg/mm²	σ_{max} kg/mm²	
БН	29,1	7,3	7,6	0,8	8,9	10,2	0,20
БТ valatult . .	26,5	5,5	7,7	3,1	7,2	12,4	0,20—0,30
БТ pärast lõõmutamist . .	21,9	4,2	6,7	11,7	5,4	11,3	0,40—0,60

Õhukeste laagriliudade valamise keerukama tehnoloogia tõttu kasutatakse autoremondiettevõtetes babiiti БТ harvemini kui babiiti БН.

Pliipronksi kasutatakse diiselmootorite laagrite valamiseks, kuna nende laagrite erikoormused ulatuvad 120—150 kg/cm² ning laagrite temperatuur ületab mõnikord 100—110°. Tavaliselt kasutatakse nende laagrite jaoks tinapronkse mark БрС-30 (ГОСТ 493-41). Nende koostises on 27—33% pliid, ülejäänud osa on vask. Mõnikord kasutatakse selles sulamis vähesel hulgal kaadmiumi (0,2 kuni 0,5%) ja niklit ning eriti vastutusrikastes laagrites — hõbedat.

Pliipronks on babiidiga võrreldes kulumiskindlam, tugevam ja kuumuskindlam sulam. Pliipronksi füüsikalis-keemilised omadused on järgmised:

sulamise algus	327°C;
sulamise lõpp	952°C;
tõmbetugevus	9,5 kg/mm²;
survetugevus	17,0 kg/mm²;
kõvadus H_B temperatuuril 20° . .	30;
„ „ „ 120° . .	24—26.

Joonisel 268 on toodud pliipronksi mikrostruktuur. Pliipronksi struktuur koosneb tumedatest pliilisanditest, mis asuvad õhukeste vasedendriitide vahel.

Pliipronks on tugevam ja sulab raskemini kui babiit. Antifriktsioonomadused on pliipronksil veidi halvemad kui babiidil. Halva plastilisuse tõttu toimub võlli sissetöötamine pliipronkslaagritesse märksa raskemini kui babiitlaagritesse ning viimased vajavad montaažil hoolikamat sobitamist.

Pliipronkslaagrites töötavad võllikaelad peavad olema kõvad (tsementiiditud, nitreeritud või pinnalt karastatud).

Pliipronksil on kalduvus likvatsiooniks. Plii ühtlasemaks jaotumiseks sulamis tuleb valatud laagrit intensiivselt jahutada. Kiirel jahutamisel on kristalliseerumise pesade arv suur ja plii ning vask kristalliseeruvad kiiresti.

Kuivhõõrdumisel sulab pliipronkslaagrist välja kergesti sulav tina (plii). Niisugusel juhul võib laagril märgata iseloomulikke valgeid laike, mis on plii väljasulamise jäljed. Laagri edasisel töötamisel kuivhõõrdumise olukorras kleepub plii võllikaelale ja võll sööbub kinni.

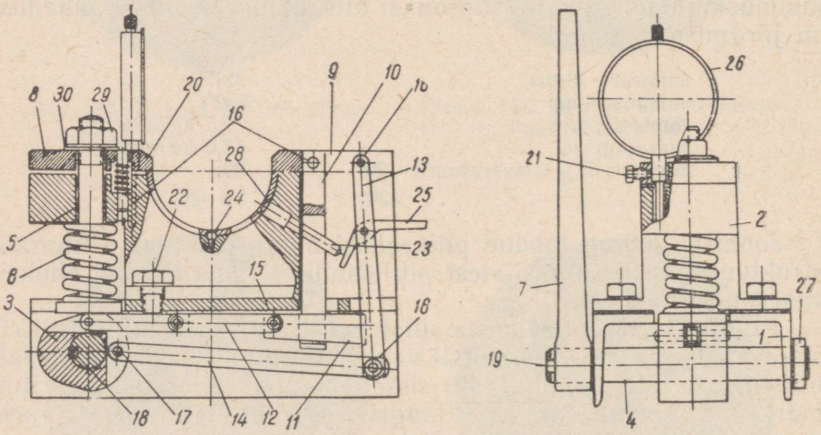
2. Laagrite taastamine babiidi uuesti valamisega

Kaasaegsete autode karburaatormootoritel kasutatakse õhukesi babiidiga valatud liude.

Õhukeste liudade kulunud babiitkate taastatakse babiidi uuesti valamisega, millele järgneb mehaaniline töötlemine nominaal- või remontmõõtesse.

Enne liudade valamist peavad nad olema täiesti korras. Seejuures tuleb kontrollida, et liudade välispinnal ei leidu kriimustusi ega marrastusi, kontrollida lukkude ja jätkude kvaliteeti, liua kõrgust ja liua välispinna liibumist kaliibri pinnale.

Kolm esimest kontrollimist toimuvad välise ülevaatuse teel. Liua kõrgust kontrollitakse erilise rakise abil, mis on näidatud joonisel 269. Selles on pesa, mille läbimõõt vastab kontrollitava liua sängile. Ühe liitepinnaga puudutab liud tuge, mis langeb kokku pesa horisontaalteljega, ning vastu teist liitepinda suunatakse normitud vedru abil koormus. Liua kõrgust mõõdetakse liite-



Joon. 269. Rakis liudade kõrguse kontrollimiseks:

1 — plaat; *2* — kere; *3* — nukkmuhv; *4* — nukkmuhvi võll; *5* — pingutuspolt; *6* — vedru; *7* — käsihoob; *8* — suruplaat; *9* — sulgplaat; *10* — sulgplaadi pingutusliist; *11* — pingutuskiil; *12* — kiilu hoob; *13* — ülekandeliist; *14* — ülekandeliistu latt; *15* — lati sõrm; *16* — tihvt; *17* — nukkmuhvi tihvt; *18* ja *19* — kiil; *20* — tagasitõmbe vedru; *21* — indikaatori pidekruvi; *22* — kere kinnituspolt; *23* — väljatõukaja; *24* — tihvt; *25* — väljatõukaja hoob; *26* — indikaator; *27* — nukkmuhvi võlli piderõngas; *28* — liud; *29* — mutter; *30* — seib

pinnal, millele toetub koormus. Rakis seatakse alguses üles etaloonliua järgi ja rakise indikaator seatakse nullile.

Kontrollitavaid liudu praagitakse indikaatori näitude järgi. ЗИЛ-150 kepsu liua kontrollimisel peab näiteks koormus olema 510 kg ning liua kõrgus seejuures 32,75 $^{+0,030}_{+0,006}$.

Liudadele uue babiidi valamise tehnoloogiline protsess, olenemata valamise viisist, koosneb kolmest põhietapist: liudade ettevalmistamisest valamiseks, babiidi sulatamisest ja liudade valamisest sellele järgneva töötlemisega.

Liudade ettevalmistamine valamiseks koosneb järgmistest operatsioonidest: 1) vana kulunud babiidi eemaldamine, 2) liua puhastamine mustusest ja oksüüdidest, 3) liudade räbustamine ja tinutamine.

Kulunud babiitvalu eemaldatakse liua sukeldamisega sulababiidi tiiglisse. Selleks kuumutatakse liud enne temperatuurini 100—120°. Külma liuda ei tohi kuumasse babiidisse lasta, sest babiit purskab tiiglist välja ja võib põhjustada raskeid põletisi.

Pärast 10—15 sekundilist kuumutamist lastakse liud sulababiidi tiiglisse. Seda viisi tuleb lugeda kõige tootlikumaks ja ökonoomsemaks, kuna see säästab suurel hulgal vana babiiti. Pärast babiidi väljasulatamist puhastatakse liuad mustusest ja oksüüdidest. Kõige parem on puhastada elektrimootoriga ringi veetaval ümmargusel traatharjal. Pärast seda koondatakse liuad paarikaupa laagritesse. Liudade liitepindade vahele asetatakse 1,5 mm paksused alumiiniumist vahelehed, liuad tõmmatakse kammitsaga kinni ning väikesed augud täidetakse asbestnööriga. Paarikaupa kokkupandud laagrid puhastatakse rasvast 8—10%-lises naatriumhüdroksüüdi lahuses. Kuna ka pärast seda jääb liua pinnale õhuke oksüüdikiht, siis eemaldatakse see erilise räbustaja abil. Räbustajana võib kasutada tsinkkloriidi vesilahust. Enne selle räbustaja pealekandmist kuumutatakse liuad temperatuurini 120—150°. Liudade tinutamine toimub samuti sulatina tiiglis. Tinutusvahendiks on soovitav kasutada (inglis-)tina, kui laagritesse valatakse tinababiit, ning ПОС-30, kui laagritesse valatakse pliibabiit.

Liudade tinutamise temperatuur peab olema 280—300° piirides. See temperatuur tagab kõige tugevama siduvuse tina ja terase vahel. Kui tinutamistemperatuur on alla selle, siis jääb tina difusioon terasesse madalaks; kui aga temperatuur on kõrgem, siis kattub tina oksüüdikihiga, mille tulemusel nõrgeneb siduvus babiidi ja tina vahel.

Õigesti tinutatud pinnal on hõbevalge värvus. Kollased laigud tinutuskihil näitavad selle oksüdeerumist. Niisugune pind tuleb välja praakida, tinutis maha võtta ja liud uuesti tinutada. Pärast tinutamist tuleb liuad kohe babiidiga valada. Ajavahemik tinutamise ja liua valamise vahel ei tohi kesta üle 20—30 sekundi.

Babiidi sulatamine ja liua valamine. Kaasaegsetes autoremonditehastes sulatatakse babiiti elektritiiglites

(joon. 270). Need tiiglid võivad olla mitmesuguse mahuga — 8 kuni 20 kg.

Sulatistäidise ettevalmistamine seisab selles, et markbabiit asetatakse tiiglisse väikeste tükkidena; babiidiga koos pannakse tiiglisse puusütt.

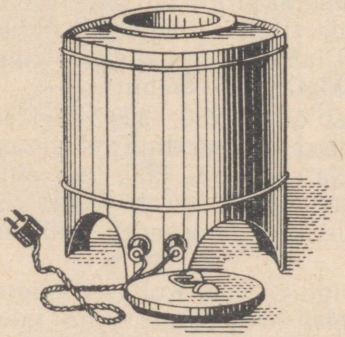
Kui babiidi jäätmetest kasutatakse laaste, valutilku või valupäid, siis tuleb enne sulatamist koostada valutäide. Pressimata laastude kasutamine valutäites pole soovitav. Enne pressimist puhastatakse babiidilaastud musta metalli laastudest. Selleks paigutatakse laastud puitkasti 50—60 cm paksuse kihina, mida segatakse tavalise magnetiga kuni raualisandite täieliku eemaldamiseni.

Pärast seda pressitakse laastud hüdraulilisel pressil kokku, kasutades joonisel 271 toodud erilist seadet, mis koosneb põhjaga metallsilindrist ja templist. Enne valutäitesse paigutamist on vaja pressitud laaste ja teisi babiidijäätmeid rafineerida, mis toimub järgmiselt:

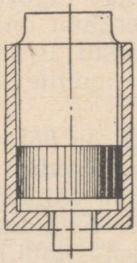
1) koos babiidijäätmetega paigutatakse tiiglisse kuiva tsinkkloriidi;

2) babiidijäätmed sulatatakse; koos nendega sulab ka tsinkkloriid, kattes sulababiiti õhukese kihina ja kaitstes seda oksüdeerumise eest. Lisaks sellele lahustab tsinkkloriid metallide oksüüde ja taandab neid;

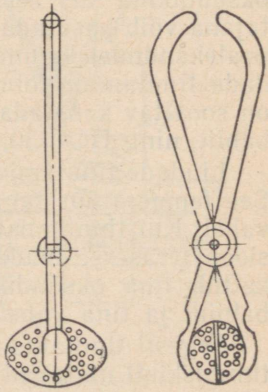
3) kinnise lusikaga, milles on augud, segatakse babiidisse salmiaaki (joon. 272). Selleks pistetakse lusikas tiiglisse peaaegu põhjani ja segatakse sulababiiti. Liiga intensiivse reaktsiooni vältimiseks mähitakse lusikasse pandav salmiaak paberisse. Sulababiiti läbides taandavad salmiaagi aurud oksüüde, muutes neid uuesti metalliks;



Joon. 270. Babiidi sulatamise elektritiigel



Joon. 271. Babiidilaastude kokkupressimise seadis



Joon. 272. Babiidi rafineerimise kulp

4) pärast rafineerimist tsinkkloriid eemaldatakse ja babiidi pinnale riputatakse kuiva saepuru;

5) rafineeritud babiit valatakse vormidesse, mille järel see on valmis valutäite koostamiseks.

Babiidi valutäiteks on tavaliselt kaalu järgi 25—30% rafineeritud babiiti ja 70—75% markbabiiti. Vastavalt analüüsi andmetele lisatakse babiidile neid komponente, mis sulatamisel välja põlevad.

Laagrite valamiseks tuleb babiit kuumutada temperatuurini, mis ületab tema kriitilise ülemise sulamispunkti 50—60° võrra.

Kuumutamisel babiit oksüdeerub. Et oksüdeerumist vähendada, on vaja babiiti hoida sulana võimalikult madalal temperatuuril ja püüda lühendada miinimumini aega, mil babiit on sulas olekus.

Babiidi sulatamisel jälgida selle temperatuuri termoelektrilise püromeetriga (galvanomeetri ja termopaariga) või termomeetriga, mille skaala ulatus on 500°. Babiiti tuleb sulatada väikeste kogustena. Et vältida tugevamat oksüdeerumist ja babiidi komponentide väljapõlemist, tuleb sulatada vahetult enne valamist ja kuumutada täieliku sulamiseni võimalikult kiiresti.

Oksüdeerumise eest kaitseb babiiti hästi puusöekiht, mis puistatakse sulatamise algul babiidile 25—30 mm paksusena. Kõige parem on kasutada kase- või mõne teise kõva puu sütt, mis on peenestatud peenteks, 5—10 mm jämedusteks tükkideks.

Laagrite valamine babiidiga võib toimuda järgmistel viisidel: kokill-, tsentrifugaal- või survevaluna.

Laagrite kokillvalu seisab selles, et liuad ja kärnid asetatakse erilistesse kokillidesse ning kärni ja liua vahe valatakse mõõdukulbiga sulababiiti täis.

Valamise protsess on väga lihtne, kuid valu ei saada kvaliteetne ja peamiselt seetõttu, et valukanalile on raske luua vajalikku tihendust.

Tsentrifugaalvalu seisab selles, et liuad asetatakse teatud kiirusega pöörlevasse rakisesse ning nende vahele valatakse mõõdukulbiga sulababiiti. Teatud pöörlemiskiirusel võib saada väga kvaliteetse tiheda babiidikihi.

Survevalu seisab selles, et sulababiit antakse kokilli rõhu all.

Sel juhul võib liudade babiitvalu saada kvaliteetne, kuid kokilli ja liua vahel on raske saada hermeetilisust ja tavaliselt läheb palju kallist sulamit kaotsi.

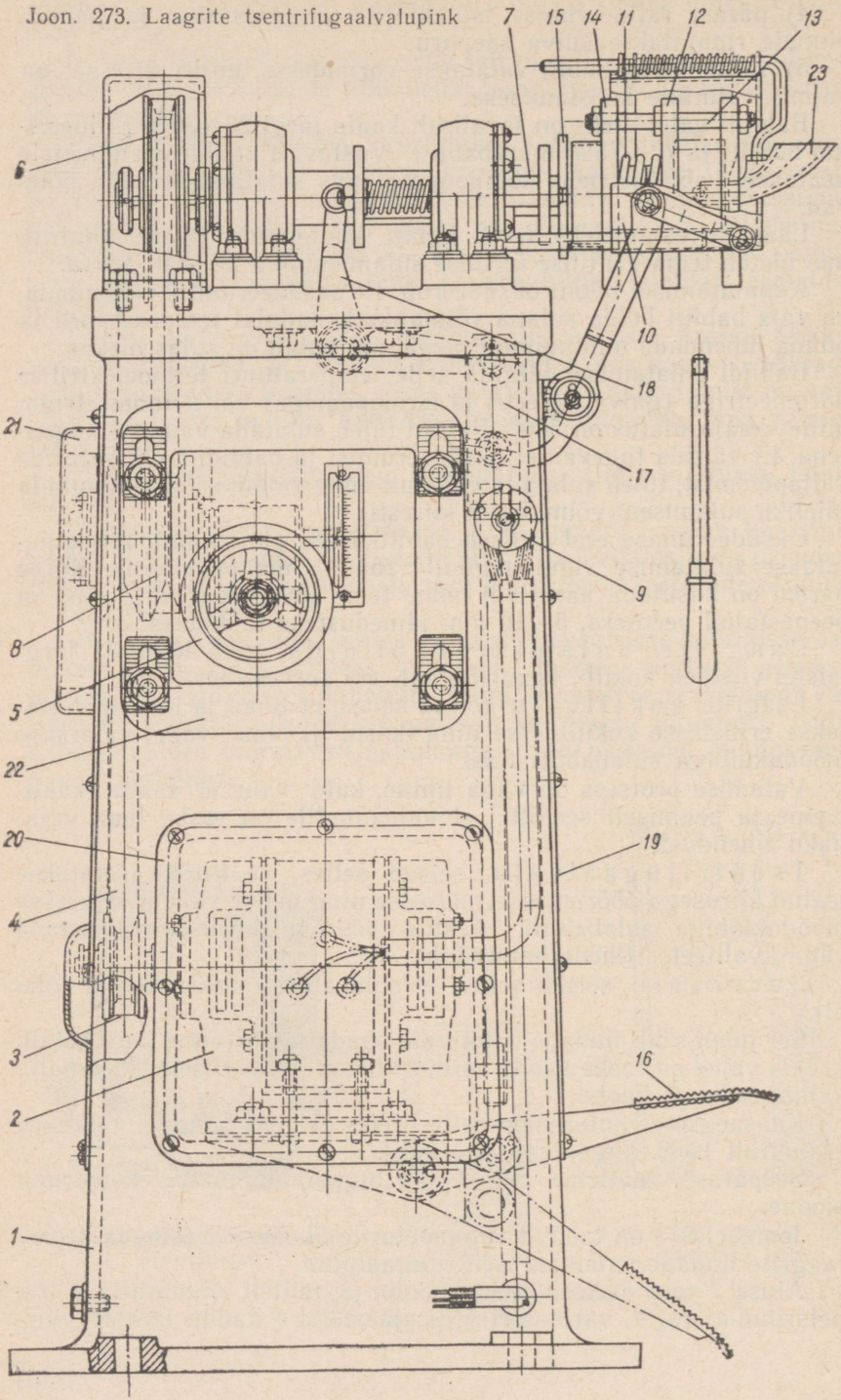
Kaasaegsetes autoremondiettevõtetes toimub laagrite valamine eranditult tsentrifugaalvalu meetodil.

Seepärast vaatleme rea tsentrifugaalvalupinkide konstruktsioone.

Joonisel 273 on toodud automootorite õhukeste raam- ja kepsulaagrite liudade valamise tsentrifugaalpink.

Aluse *1* sees asetseb elektrimootor *2*, millelt rihmaratta *3* trapetsrihm-ajami *4*, variaatori *5* ja ajamseibi *6* kaudu toimub pingi

Joon. 273. Laagrite tsentrifugaalvalupink



spindli *7* käitamine. Variaatoril, mis asetseb pingi aluse küljes, on kaksikrihmaratas *8*, millel on liikuvad kettad, et muuta pingi ajami pöörlemiskiirust. Muutes variaatori telje ja mootori võlli vahekaugust, muutuvad ka variaatori kaksikketaste vahekaugused. Seejuures muutub ka ülekandesuhe.

Liuad seatakse spetsiaalse pigistusseadmega padrunisse *10*, mis koosneb ühest liikumatust *14* ja kahest liikuvast kettast *12*. Ketastel on kolm juhtvarrast *13*. Liua pigistamiseks padrunisse on vedrud *11*, millede pinget saab reguleerida mutri *15* abil. Padrunikettaid lükatakse laiali jalgpedaali *16*, hoobadesüsteemi *17* ja lahutushoobade *18* abil. Pingil on eesmine kilp *19* ja väike külgmine kilp *20*, et võimaldada pääsu elektrimootori ja juhtmestiku juurde. Tagumine kilp *21* võimaldab juurdepääsu variaatori mehhanismile ja elektrimootori ajamile. Peale nende on pingil külgkilp *22*. Elektrimootori sisse- ja väljalülitamine toimub lüliti *9* abil. Babiidi sissevalamine toimub lehtri *23* kaudu mõõdunõuga.

Pingil võib valada liudu, millede maksimaalne läbimõõt on 90 mm ja maksimaalne pikkus 70 mm. Spindli pöörete arv on 450—1100 pööret minutis. Elektrimootori võimsus — 1,7 kW ning pöörete arv — 1420 pööret minutis. Variaatori minimaalne ülekandearv on 0,33 ja maksimaalne — 0,75.

Joonisel 274 on kujutatud lihtsama konstruktsiooniga tsentrifugaalvalu-pink. Sellel on järgmine karakteristika: spindli pöörete arv 800—1000 pööret minutis; elektrimootori võimsus 0,8 kW. Pinki iseloomustab see, et liuda võib pärast valamist jahutada vooliku abil veejoaga, et saada peenestruktuurilist babiiti.

Joonisel 275 on toodud veelgi lihtsam elektrimootorilt käitatav laagrite tsentrifugaalvalu pink.

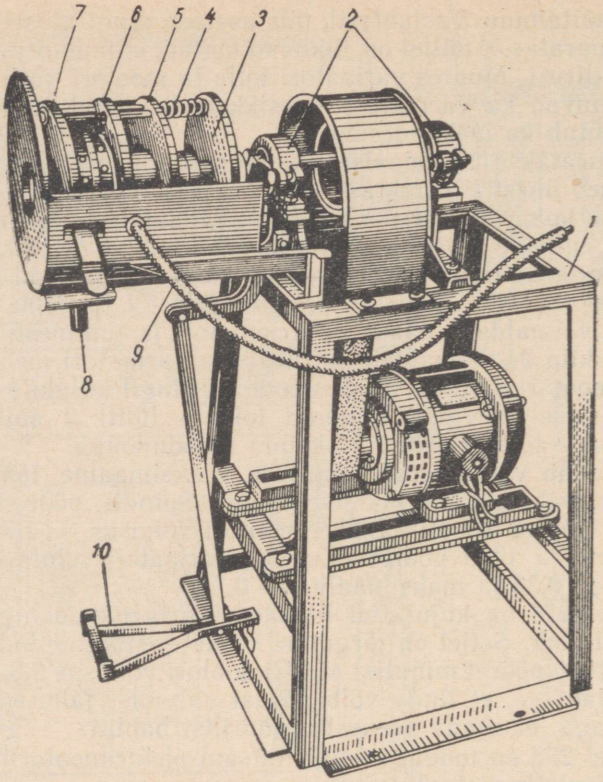
Valupink koosneb alusest *1*, spindlist *5* ja padrunist. Alusel pöörleb kuullaagritel spindel, mis käitatakse elektrimootorilt rihmajamiga kolmeastmelise rihmaratta *6* kaudu. Kolmeastmeline rihmaratas võimaldab muuta spindli pöörlemiskiirust vastavalt valatava laagri läbimõõdule.

Spindli ühele otsale on kinnitatud valupingi padrun. Padrun koosneb pesast *2* ja kahest õnaratega surukettast, millede vahele asetatakse laagriliud. Ketas *3* võib pesas vabalt liikuda. Ketas *4* on kinnitatud pesa külge erilukuga. Laagriliud asetatakse ketaste vahele ja pigistatakse kinni vedruga *7*.

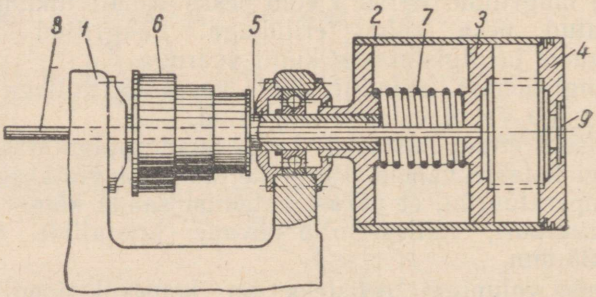
Valupingi õõnsat spindlit läbib varras *8*, millega lükatakse padrunist välja valmisvalatud laagriliud.

Valamiseks ettevalmistatud laagriliuad paigutatakse tsentrifugaalpingi ketaste vahele. Pingi kettad kuumutatakse eelnevalt sellise temperatuurini, et pärast valamist saada kõige soodsamat babiidi struktuuri, milles SnSb kõvade kristallide mõõted on 0,025—0,035 mm.

Niisuguse valupingi eelisteks on konstruktsiooni lihtsus ja padruni pöörlemiskiiruse muutmise võimalus. Padruni konstruktsioon kergendab tunduvalt laagriliua paigaldamist, vähendades



Joon. 274. Tsentrifugaalvalupink liudade vesijahutusega:
1 — raamistik; *2* — kuullaagrite kered; *3 ja 7* — eesmine ja tagumine ketas; *4* — vedru; *5* — keskmine liikumatu ketas; *6* — keskmine liikuv ketas; *8* — veeväljalasketoru; *9* — vee juurdejuhtimise voolik; *10* — pedaal



Joon. 275. Astmeketastega tsentrifugaalvalupink

ühtlasi järsult laagriliua paigaldamise ja padrunist väljavõtmise aega.

Laagriliudade tsentrifugaalvalu peamised eelised on järgmised:

1) valu struktuuri ja tiheduse kõrge kvaliteet;
2) minimaalne babiidikulu, sest vähenevad mehaanilise töötlemise varud ja puuduvad valukanalid;
3) suur tootlikkus.

Laagriliudade ja kepsude valamisel tsentrifugaalmeetodil omab detailide pöörlemiskiirus erilist tähtsust. Valupingi spindli väikestel pööretel ei saavutata tsentrifugaalvalul nõutavaid tulemusi, suurtel pööretel võib aga esineda babiidi likvatsioon (kihistumine). Valupingi spindli pöörete arv määratakse vastavalt laagriava läbimõõdule järgmise valemiga:

$$n = \frac{k}{\sqrt{r}},$$

kus n — valupingi padruni pöörete arv minutis;
k — sulami omadustest sõltuv koefitsient; suure tinasisaldusega babiitidel $k = 1400—1800$; pliisisaldusega babiitidel $k = 1700—1900$;
r — laagri sisemine raadius cm.

Valatud laagri kiiremat jahtumist soodustab kinnitusrakiste madalam temperatuur ja valukihi minimaalne paksus. Laagrite kunstlik jahutamine toimub veega suruõhu abil või rakise spindli pöörete arvu suurendades.

Tsentrifugaalvalul võivad esineda järgmised defektid:

1) nired ja mügarad;
2) valu ebaühtlane paksus laiuti;
3) ebaühtlane seinapaksus.

Niresid ja mügarikke põhjustavad babiidikihi pinnal valupingi enneaegne peatamine, tasakaalustamata pöörlevad osad, babiidi madal temperatuur ja babiidijoa katkemine valamisel.

Võõrkehadena esinevad valamisel babiidisse sattunud söe, šlaki või räbustaja osakesed. Võõrkehad esinevad kollakaspruunide kelmete või tumedate pooridena.

Babiidikihi ebaühtlase paksuse laiuti põhjustab padruni viskamine vertikaalpinnas. Sellist viskamist tuleb vältida.

Babiidikihi seinapaksus saadakse ebaühtlane, kui laagriliuad ei ole valupingi padruni pöörlemistelje suhtes õigesti tsentreeritud. See tsentreerimine peab olema täpne.

Liudade mehaaniline töötlemine. Pärast valamist treitakse raam- ja kepsulaagrite liuapooled paariviisi treipingil tsangpadruni vahel.

Laagriliudasid töödeldakse peentreimisega. Babiidi treimiseks soovitav kiirus on 400—500 m/min ja ettenihe 0,03—0,06 mm pöörde kohta.

3. Laagrite taastamine pliipronksist katte valamisega

Vähese kulumise korral saab pliipronkslaagreid taastada survega.

Liudade suure kulumise korral taastatakse laagreid pronksi uuesti valamisega kokill- või kastmismeetodil.

Survega taastatakse laagriliudu, kui pronksi kulumine ei ületa 0,3 mm. Selle viisi olemus seisab selles, et kulunud pronkspindasid rullitakse erilise rihvelrulliga, mille tulemusel metall tõuseb malekujuliselt süvendite ümbert üles. Laagri sisemine läbimõõt seega väheneb, mis kompenseeribki pronksi kulumise. Tekkinud süvendid valatakse babiiti täis ning treitakse laager seejärel üle. Laagri ülevalamine babiidiga kergendab kõigepealt pliipronksis olevate pesade seinte koormust, suurendab antifriktsioonilisi omadusi ja sissetöötatavust ning väldib mitmesuguste kõvade osakeste pesadesse kogunemist mootori töötamisel

Liudade taastamiseks võib soovitada järgmist tehnoloogilist protsessi:

1. Liudade valik paariviisi; liudade valu ei tohi olla purunenud, sügavasti kriimustatud ja mõlgitud ega liitepinnad rikutud.
2. Liudade pesemine ja nende kuivatamine.
3. Liudade tööpindade puhastamine kraapharjaga.
4. Liudade puhastamine rasvast 5%-lises naatriumhüdroksüüdi lahuses temperatuuril 80—90° ning seejärel pesemine 5%-lises kaltsineeritud sooda lahuses.
5. Liudade pesemine kuuma veega.
6. Liudade ettevalmistamine tinutamiseks; liudade need pinnad, mis jäävad tinutamata, kaetakse kriitmäärdega ja kuivatatakse kuivatuskapis. Pärast seda räbustatakse liua tööpind tsinkkloriidiga.
7. Temperatuurile 120—150° kuumutatud liua tööpinna tinutamine sula kõvajoodise vanni kastmisega.
8. Liua tööpinna rihveldamine. Selleks asetatakse liuapaarid lõhestatud malmpuksi ja kinnitatakse treipingi padrunipakkide vahele.

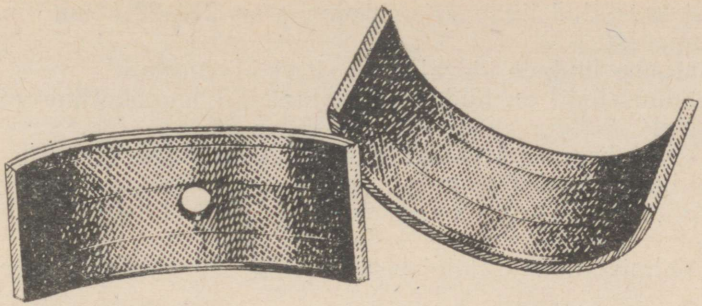
Rihveldusrull kinnitatakse treipingi supordi külge. Pingi spindli soovitav pöörlemiskiirus on 200—250 p/min ning rihveldusrulli ettenihe 1,5—1,75 mm/p.

Rihveldamine tuleb ette näha nii, et pinna 1 cm^2 kohta tuleks 32—33 pesa.

Joonisel 276 on näidatud rihveldatud tööpinnaga liuad.

9. Malmpuksi lahtivõtmine ja liudade kokkupanemine tsentrifugaalvaluks.

Selleks tuleb liudade liitepindade vahele asetada vahelehed. Liuad pressitakse puksi. Augud liudades topitakse kinni asbestiga. Pukside ja liudade need kohad, kuhu joodis ei tohi peale sattuda, kaetakse kriitmäärdega. Liudade tööpinnad räbustatakse tsinkklo-



Joon. 276. Tinapronksist valatud ning rihveldatud tööpindadega liuad

riidiga. Enne räbustamist peavad liuad olema kuumutatud temperatuurini 120—150°.

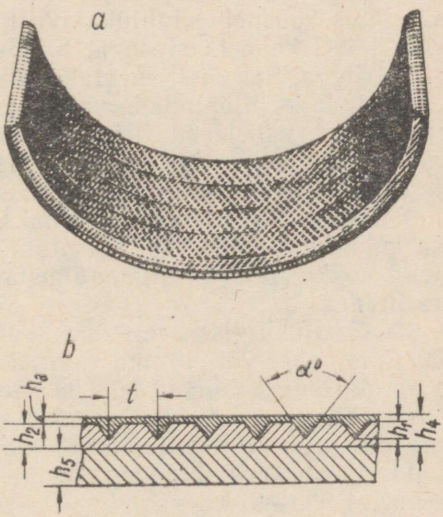
10. Liudade tsentrifugaalvalu babiidiga БН. Tsentrifugaalpingi padrunid peavad eelnevalt olema kuumutatud temperatuurini 150—200°. Valamine toimub mõõdukulbiga.

11. Liudade väljapressimine puksidest pärast valamist; lahtilõikamine ja välispinna puhastamine kraapharjaga; asbestkorkide eemaldamine aukudest.

12. Mehaaniline eel- ja lõplik töötlemine ning faasimine.

Joonisel 277 on toodud lõplikult töödeldud liud pärast tema taastamist survega, babiidiga valamist ja lahtilõikamist. Seda liudade taastamisviisi on kontrollitud diiselmootorite töötamisel stendil koormusega ning on saadud häid tulemusi.

Selle viisi peamiseks puuduseks on, et liudasid saab niiviisi taastada ainult ühel korral. Teisel korral tuleb liuad üle valada.



Joon. 277. Survemeetodil taastatud liud, millele pärast on valatud babiit:
a — liud; *b* — liua lõige; h_1 — sälgu sügavus; h_2 — teise kihi paksus; h_3 — kattekihi paksus; h_4 — teise kihi ja katte üldine paksus; h_5 — teraskihi paksus; t — samm; α — kaldenurk

Niiviisi taastatud liuapaari maksumus on 21—22% uue liuapaari maksumusest.

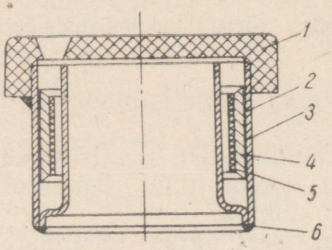
Vaatleme liudade ülevalamist kokillmeetodil.

Kokillmeetodil on liudade ülevalamise tehnoloogiline protsess järgmine:

1. Pannakse paari valamiseks kõlblikud liuad.

2. Liuad pressitakse puksi, puks asetatakse tsangpadrunisse ning pliipronksi pealmine mustunud pind eemaldatakse treimisega.

3. Valmistatakse raudplekist joonisel 278 näidatud vorm.



Joon. 278. Vorm koos liudadega:
1 — grafiitkaas; *2* — grafiitmääre; *3* — väline vorm; *4* — liud; *5* — pronks (vana kiht); *6* — keevisõmblus

4. Vorm puhastatakse liivajoas, eemaldatakse rasvad 5%-lises naatriumhüdroksüüdi lahuses temperatuuril 70—80°, neutraliseeritakse 5%-lises kaltsineeritud sooda lahuses ja loputatakse kuumas vees.

5. Vorm kaetakse seestpoolt räbustajaga (booraksilahusega).

6. Liudade välispinnad kaetakse paksu grafiitmäärdega, mis koosneb 33% grafiidist, 33% šamotist ja 34% tulekindlast savist.

7. Määrdega kaetud liuad asetatakse välisesse vormi, nagu on näidatud joonisel 279. Pärast seda asetatakse liudade sisse eriline rakis, mis koosneb laialilükatavast silindrilisest võrust, mis surutakse laiali kahe koonusega. Koonused tõmmatakse kinni poltide ja mutritega. Sel viisil surutakse liuad tihedalt vastu välist vormi.

8. Liudade liitepindade vahele pannakse 2—2,5 mm paksused terasplekist vahelehed. Pärast seda räbustatakse liudade sisepinnad booraksilahusega ja vorm liudadega asetatakse kuivatuskappi ning kuivatatakse 30—40 minuti kestel temperatuuril 120—150°.

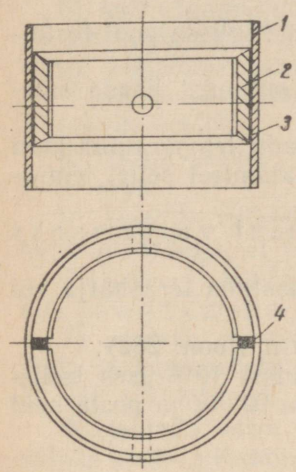
9. Pärast kuivatamist pannakse vormi sisemine ja välimine osa kokku valtsimise või keevitamise teel. Kõik pinnad, mis puutuvad kokku pliipronksiga, räbustatakse. Seejärel pannakse peale grafiitkaas.

10. Grafiittiiglisse, mis on kuumutatud temperatuurini 600—800°, pannakse 20—40 mm suurusi puusõetükke, nii et kihi paksus sulanud pronksi pinnal oleks 30—40 mm. Seejärel täidetakse tiigel pliipronksiga nii, et sellest saaks valada kaks vormi. Pronksi temperatuur peab enne valamist olema 1120—1140°.

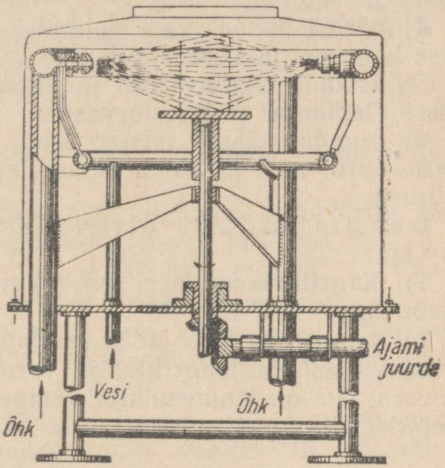
11. Vorm koos liudadega kuumutatakse enne valamist temperatuurini 900—920°.

12. Pärast kuumutamist asetatakse vorm koos liudadega piserdaja-lauale, sula pronksi pinnalt eemaldatakse süsi ja vorm valatakse pronksitiiglist täis, pidades joa pikkuse 20—40 mm vahel. Valamise kestus — 4—6 sekundit.

13. Seejärel jahutatakse vorm koos liudadega piserdajas (joon. 280) temperatuurini 500°, kiirusega 500 kraadi minutis. Jahutamine toimub veega rõhul 0,5 kg/cm², mida piserdatakse õhurõhul 5 kg/cm².



Joon. 279. Liua kokkupanek välise vormiga:
1 — väline vorm; 2 — liud; 3 — grafiitmäärе; 4 — vahetihend



Joon. 280. Piserdusseadis laagri jahutamiseks

14. Pärast seda võetakse grafiitkaas maha ja vorm jahutatakse lõplikult.

15. Toimub mehaaniline töötlemine, mis koosneb vormi eemaldamisest, liudade lahtilõikamisest ja valatud pronksikihi töötlemisest.

Selle protsessi iseärasuseks on see, et liudadelt eemaldatakse ainult pronksi pealmine mustunud kiht. Allesjäänud vana pronksikiht kaitseb liudade kuumutamisel enne uue pronksi valamist terasliuda oksüdeerumise eest. Seepärast saadakse pronksi ja terasliua vahel väga tugev ühendus.

Kastmise meetod võib real juhtudel edukalt asendada kokillvalu. Liudade ülevalamine sel meetodil koosneb järgmistest operatsioonidest: a) tinapronksi valmistamine, b) laagriliudade ettevalmistamine valamiseks, c) pliipronksi valamine laagriliudadesse, d) valatud laagrite mehaaniline töötlemine.

Pliipronksi ettevalmistamisel on vaja:

1) asetada grafiittiigel ahju ja kuumendada temperatuurini 500—600° C (joon. 281);

2) kaaluda täidis (kaalu-protsentides):

punast vaske	64—65,5,
pliid	33—34,5,
fosforvaske	1,5;

3) asetada tiiglisse 350—400 g punase vase tükke, katta need puusöega ja sulatada vask, tõstes tiigli temperatuuri kuni 1150° C;

4) pärast punase vase sulamist asetada tiiglisse pool fosforvase kogusest ja segada sulamit;

5) asetada tiiglisse plii ja pärast selle sulamist lisada sulamisse ülejäänud hulk fosforvaske;

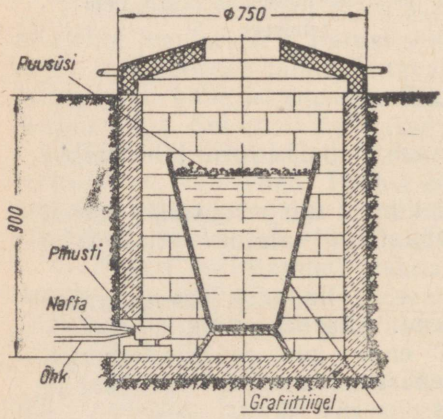
6) segada sulamit teistkordselt, madaldada temperatuur kuni 1060—1070°-ni C ja hoida sulam laagrite valamisel sellel temperatuuril.

Laagriliudade ettevalmistamisel valamiseks on vaja:

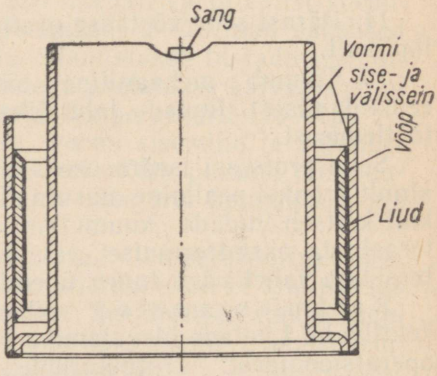
1) laagriliudade sisemised pinnad puhastada terasharja või kaabitsaga;

2) valmistada liua jaoks raudplekist vorm (joon. 282);

3) puhastada laagriliud ja vorm rasvainest 10%-lises leelislahuses, mis on kuumendatud temperatuurini 90° C, ja pesta neid seejärel vees;



Joon. 281. Ahi pliipronksi sulatamiseks tiiglis:
1 — puusüsi; *2* — pihusti; *3* — nafta; *4* — õhk; *5* — grafiittiigel



Joon. 282. Liudade vorm

4) katta laagriliua väline pind ja vormi välise osa sisemine pind määrdega, mille koostis kaalu-protsentides on järgmine:

grafiitpulber	50,
asbestpulber	45,
vesiklaas	5.

Komponendid segatakse veega hapukoorepaksuse määrde saamiseni;

5) asetada laagriliud vormi välisossa. Liuapoolte liitekohtadesse asetada 1,0—1,5 mm paksused asbestvahelehed;

6) katta laagriliua sisemine pind ja vormi sisemise osa väline pind räbustajaga. Räbustajana kasutatakse booraksit, mis on veega hapukoorepaksuseks määrdeks segatud;

7) vorm koos liuaga kuivatada temperatuuril 80—100° C 30 minuti kestel;

8) vormi väline ja sisemine osa keevitada kokku gaaskeevitusel;

9) laagrite valamisel sulapronksi sattuvad raudvormi osad katta määrdega, et vältida raua lahustumist pronksis.

Pronksi valamine laagriliudadesse ja nende jahutamine toimub allpool toodud järjekorras:

1) asetada ettevalmistatud vorm koos liuaga ahju ja kuumendada seal temperatuurini 500° C. Kuumendamise kestus on umbes 30—40 sekundit;

2) asetada vorm sulapronksiga tiiglisse nii, et sulapronks ei satuks vormi. Kuumendada vormi selles asendis 10—15 sekundi kestel temperatuurini 900—920° C;

3) pärast kuumendamist lasta vorm sügavamale, nii et sulapronks läheks vormi ja laagriliua vahele, ning hoida vormi selles asendis 10—15 sekundit. Selle operatsiooni kestel laagriliua kulunud pronksikiht sulab ja seguneb tiiglist tuleva värske tinapronksiga;

4) võtta vorm tiiglist välja ja jahutada spreieris (vesijoajahutajas). Jahutamise kiirus peab olema 600—700° C minutis. Sel juhul võib vormi jahtumiskiirust suurendada seepärast, et vorm ei ole jäik ja võimaldab jahtumisel liuda natuke deformeerida ning valatud pronksikihti ei teki pragusid. Valatud laagrite jahtumiskiiruse suurendamine tõstab nende antifriktsioonilisi ja mehaanilisi omadusi. Valatud kihi kulumiskindlus tõuseb seega 20—25% võrra. Jahutamine toimub veega, mida piserdatakse suruõhu abil.

Valatud laagriliudade mehaaniline töötlemine toimub järgmiselt:

1) treipingil eemaldada treimisega vormi sisemine osa;

2) eemaldada valatud laagriliud vormi välisest osast pressimise teel või äärmisel juhul vormi välist osa maha treides;

3) lõigata laager ketasfreesiga liuapoolteks ja puhastada liitekohad ning liuapoolte pealispinnad;

4) teostada treipingil tsangpadrunisse kinnitatud laagriliudade jämetreimine, jättes laagri läbimõõdu viimistlemise töötlemisvaruks 0,1—0,15 mm;

5) treida laagriliuad lõplikult väntvõllikaeltele vastavatesse mõõdetesse. Lõplikul treimisel on soovitav kasutada peentreimisele vastavaid või sellele lähedasi kiirusi, et saada kõrge kvaliteediga tööpindu.

Liudade ümbervalamisel kastmise teel on siiski see puudus, et ühes tiiglis ei tohi valada rohkem kui 20—25 liuda, kuna pronks reostub järk-järgult rauaga. Äärmine lubatud rauasisaldus pliipronksis ei tohi ületada 0,56%. Rauasisalduse suurenemine üle selle protsendi põhjustab pliipronksi nii mehaaniliste kui ka antifriktsiooniliste omaduste halvenemist.

Tinapronkslaagrite uuesti valamisel võivad esineda järgmised defektid: a) kahanemissurvete tekkimine, b) plii likvatsioon, c) hapra vahekihi tekkimine laagri liitejoonel liua terase ja pronksi vahel, d) likvatsiooni ja jahtumise urbsus, e) oksüüdidest põhjustatud urbsus, f) laagriliua deformeerumine valamisel.

Jahtumisurvete tekkimine laagriliua ülemises ja alumises osas on eeskätt põhjustatud vormi ebaühtlasest jahutamisest pärast laagri valamist. Algul on tarvis jahutada vormi alumist osa, sest selle metallimass on suurem. Jahtumise ühtlust mõjutab suurel määral vormile kantud määrdekiht, mille paksus peab olema ühtlane.

Plii likvatsioon võib olla otsene, vastupidine või struktuurne.

Plii otsese likvatsiooni põhjuseks on vase ja plii erikaalude suur erinevus (vasel 8,9, pliil 11,5). Likvatsiooni selle nähtega võitlemise radikaalsemaks vahendiks on sulami kiire jahutamine (jahtumiskiirus 600—700° minutis).

Plii vastupidise likvatsiooni põhjuseks on see, et vask ja plii kristalliseeruvad eri temperatuuridel. Vask tardub temperatuuril 1083°, plii jääb aga vedelasse olekusse kuni 327°-ni. Vasekristallid, mis jahtuvad esimestena, tõmbuvad kokku ja suruvad enda vahel oleva vedela plii kihi pinnale. Seda nähet nimetatakse sageli plii «väljahigistuseks». Äbinõuks plii «väljahigistuse» vältimiseks on samuti sulami kiire ja ühtlane jahutamine.

Struktuurse likvatsiooni nähteks on plii suuremate osakeste esinemine kogu valatise ulatuses. Selle põhjuseks on samuti laagriliua aeglane ja ebaühtlane jahutamine.

Hapra vahekihi tekkimine laagri pronksi liites liua terasega sõltub pronksi fosfori- ja liua süsinikusisaldusest. Mida rohkem süsinikku on terases, seda vähem fosforit peab olema pronksis. Terase jaoks, milles on 0,22% süsinikku, soovitatakse kasutada 0,15% fosforisisaldusega pronksi ja 0,40% süsinikusisaldusega terase puhul pronksi, mis sisaldab 0,05% fosforit.

Hapra vahekihi tekkimist pronksi ja terase liites mõjutavad

peale eeltoodu veel sulami kõrge temperatuur laagrite valamisel, vormi ülekuumendamine, laagriliua pikaajaline hoidmine sulametallis ja aeglane jahutamine.

Likvatsiooni ja jahtumisurbsuse tekkimist põhjustab laagriliua ebaühtlane jahutamine, ja eriti veetilkade sattumine laagriliuale. Madalaid urbeid võib kõrvaldada treimisega. Sügavate urvete korral laagriliud praagitakse.

Oksüüdidest põhjustatud urbsuse korral esinevad kogu laagri pinnal gruppidena väikesed punakad poorid. Tavaliselt on selle nähte põhjuseks see, et tiigli täitmisel kasutati oksüdeerunud vaske või sulatati pronksi kaua aega ilma puusöe küllaldase kaitsekatteta.

Jahtumisel tõmbab tarduv pronksikiht liuaotsad kokku ja laagriliud deformeerub. Deformeerumise vältimiseks surutakse liuad sagedasti enne valamist natuke laiemaks, et nad pärast valamist omandaksid täpse sõõri kuju.

Eeltoodust võib teha järgmised järeldused:

1) tinapronkslaagrite ümbervalamine pronksi «kastmise» meetodil on autoremondi ettevõtetes täiesti rakendatav;

2) selle meetodi kasutamisel tuleb osutada erilist tähelepanu liudade ettevalmistamisele valamiseks, liudade ja vormi katmisele isoleermäärdega ning räbustaja kasutamisele, pronksi sulatamisrežiimide ja temperatuuride täpsusele;

3) vormi jahutamine pärast valamist peab toimuma täpselt ettenähtud režiimi kohaselt, s. o. kiirusega 600—700° C minutis. Laagriliuale ei tohi jahutamisel sattuda suuri veetilku;

4) ühest tiiglist mitte valada üle 20—25 laagri, sest rauasisalduse suurenemise tõttu pronksis võib tekkida praak.

Järeldused. Eeltoodust järgneb:

1. Õhukeste, babiidist valatud laagriliudade ratsionaalsemaks taastamisviisiks on tsentrifugaalvalu. Käesoleval ajal kasutatakse seda autoremonditööstuses kõige laialdasemalt.

2. Vähekulunud pliipronksist valatud liudu on ratsionaalsem taastada survevalu meetodil, millele järgneb babiidi tsentrifugaalvalu.

3. Vähekulunud pliipronksist liudu, kui on olemas kõrgsagedus-kuumutusseade, on ratsionaalsem taastada kokill-valumeetodil.

Kui remondiettevõttes on ahjud malmi ja pronksi sulatamiseks tiiglites, võib pliipronksist valatud laagreid taastada sissekastmise meetodil.

RATSIONAALSE DETAILIDE TAASTAMISVIISI VALIK AUTOREMONDIETTEVÕTETES

Ülaltoodust järeldub, et üht ja sama autodetaili saab taastada mitmesugusel viisil. Seepärast tuleb remondiettevõtte tehnoloogil valida rea remondiviiside hulgast kõige ratsionaalsem.

Detaili remondi ratsionaalsema viisi valikul tuleb rakendada erilist metoodikat. Et see metoodika oleks paremini arusaadav, näitame tema kasutamist konkreetse detaili taastamisel. Näitena toome käändtelje. Antud detaili kõige sagedamini esinevaks defektiks on laagrialuste kaelte kulumine. Viimaseid võib taastada järgmistel viisidel: a) pukside panemisega, b) pealesulatamisega, c) metallitamisega, d) kroomimisega ja e) rihveldamisega.

Eeldame, et autoremondiettevõttes on olemas kõik vajalikud tsehhid detailide taastamiseks nimetatud viisidel. Seepärast tuleb otsustada, missugust viisi on antud ettevõttes kõige ratsionaalsem kasutada.

Kõigepealt tuleb määrata remonditavate detailide partii. Seejuures tuleb lähtuda tehases ettenähtud programmist. Seejärel on vaja välja töötada detaili erinevate remondiviiside kohta tehnoloogilised protsessid ja nende põhjal määrata detaili taastamise omahind iga viisi puhul. See omahind arvutatakse järgmise valemiga:

$$S_r = S_{tt} + S_m + S_k,$$

kus S_r — detaili remondi omahind rublades;

S_{tt} — antud detaili remontimise töötasu;

S_m — materjali hind antud detaili remontimisel;

S_k — kaudsed kulud.

Oletame, et auto ЗИЛ-150 käändtelje taastamisel saadi järgmised arvud:

pukside panemisel	3.00 rbl.,
pealesulatamisel	4.95 „ ,
metallitamisel	5.55 „ ,
kroomimisel	24.90 „ ,
rihveldamisel	0,75 „ .

Kui käändteljele pukside panemist lugeda üheks, siis on teiste viiside suhteline maksumus:

rihveldamisel	0.25
pukside panemisel	1.00
pealesulatamisel	1.64
metallitamisel	1.84
kroomimisel	8.30

Ülaltoodud arvudest järeldub, et kõige odavamaks taastamisviisiks on rihveldamine ning kõige kallimaks kroomimine.

Kuid nende näitajate järgi ei saa veel otsustada, milline käändtelje taastamisviis on kõige ratsionaalsem.

Remondiviis võib olla odav, kuid sel viisil taastatud detailil võib olla lühike remontidevaheline läbisõit ning vastupidi, detaili taastamine võib olla kallis, kuid tema remontidevaheline läbisõit võib olla suur.

Seega tuleb koos detaili remondi maksumusega arvesse võtta ka tema läbisõitu pärast remonti. Selleks toome sisse erilise näitaja, σ, mida iseloomustab detaili remondi maksumus ja selle remondijärgse läbisõidu suhe (kop./1000 km). Seega

$$\sigma = \frac{S_r}{x l_u},$$

kus S_r — detaili remondi omahind, kop.;

x — detaili suhtelise kulumiskindluse koefitsient, s. o. remonditud detaili ja uue detaili läbisõitude suhe;

l_u — uue detaili läbisõit tuhandetes km.

Selles valemis on seni tuntud ainult suurus S_r kõigi remondiviiside jaoks.

Uue detaili (käändtelje) läbisõit määratakse uute autode kulumiskatsete põhjal. Orienteeruvalt on auto ЗИЛ-150 käändtelje läbisõit 130 000 km.

Seega jääb selles valemis tundmatuks ainult x, s. o. detaili suhtelise kulumiskindluse koefitsient pärast detaili remonti mitmesugustel viisidel.

Selle koefitsiendi võib saada katseliselt, uurides ühel või teisel viisil remonditud käändtelje kulumist ekspluatatsioonitingimustes. Kuna need uurimised on väga töömahukad, siis tavaliselt võrreldakse mitmesugusel viisil taastatud käändtelgede kaelte tööpindade kulumiskindlust katsekehadel, lähendades need katsed koostöö kohtade (käändtelgede kaelad ja laagrite rõngad) reaalsetele tingimustele.

Oletame, et sellised katsed andsid järgmised kulumiskindluse koefitsiendid (x):

rihveldamine	0,50,
pukside panek	1,00,
pealesulatamine	1,62,
metallitamine	2,50,
kroomimine	18,90.

Neist andmetest on näha, et kõige väiksem kulumiskindlus on rihveldamisel ja kõige suurem kroomimisel.

Teades koefitsienti x ja läbisõitu l_u, on ülaltoodud valemi põhjal kerge määrata näitajat σ:

pukside panek . . .	300 : 1,0 × 130 = 2,31	kop./1000 km,
pealesulatamine . . .	495 : 1,62 × 130 = 2,34	„ ,
metallitamine	555 : 2,50 × 130 = 1,71	„ ,
kroomimine	2490 : 18,90 × 130 = 1,02	„ ,
rihveldamine , . . .	75 : 0,5 × 130 = 1,15	„ .

Kui käändtelgede kaelte taastamisel pukside panemise teel maksumuse näitaja ($\sigma = 2{,}31$ kop./1000 km) lugeda üheks, siis teiste remondiviiside korral on remondi maksumuse näitaja:

pealesulatamisel	1,01,
metallitamisel	0,74,
rihveldamisel	0,50,
kroomimisel	0,44.

Seega on käesoleval juhul käändtelgede kulunud kaelte taastamisviisidest kõige ratsionaalsem kroomimine, vaatamata sellele, et ta on kõige kallim.

Järelikult tuleb remondiviisi lõplikul valikul arvesse võtta näitajat σ ja remonditud detaili tööiga kuni järgmise remondini. Tegelikult ei erine näitaja σ järgi määratud remondiviisid käändtelgede poltide taastamisel palju ning rihveldatud pindade tööiga ulatub 65 000 km.

Kõigest ülalöeldust võib kavandada detaili remondi ratsionaalse viisi valikul järgmise korra:

1. Alguses tuleb teha kindlaks detaili võimalikud taastamise viisid.

2. Määrata detailide partii, mida autoremonditehases on vaja remontida, lähtudes tehase remondiprogrammist autode, agregaatide ja tellitud tööde, s. o. väljaspool tehast remonditavate detailide remondi alalt.

3. Töötada välja detailide remondiprotsessid võimalikkudel viisidel, orienteerudes teaduse ja tehnika viimastest saavutustest ja arvesse võttes tehase võimalusi.

4. Määrata detailide remondi maksumus iga taastamisviisi puhul kooskõlas väljatöötatud tehnoloogilise protsessiga.

5. Kasutades mitmesugustel viisidel taastatud katsekehade kulumiskindluse määramiseks tehtud teaduslikke uurimistöid ning tehes võrdlevaid uurimusi tehase laboratooriumis hõõrdumismasinatel, teha kindlaks kulumiskindluse koefitsiendid x.

Neid koefitsiente võib täpsustada automajandites, kui neis on sisse seatud hea statistiline arvestus vahetatavate detailide kohta. Sel juhul saab teada iga ühel või teisel viisil remonditud detaili tööea läbisõidetud kilomeetrites.

6. Teades ühelt poolt ühel või teisel viisil remonditud detaili maksumust ja teiselt poolt kulumiskindluse koefitsienti, võime määrata näitaja σ ning remonditud detaili tööea.

Kasutades antud remondiettevõtte jaoks neid kahte parameetrit, määratakse selle või teise detaili ratsionaalne remontimise viis.

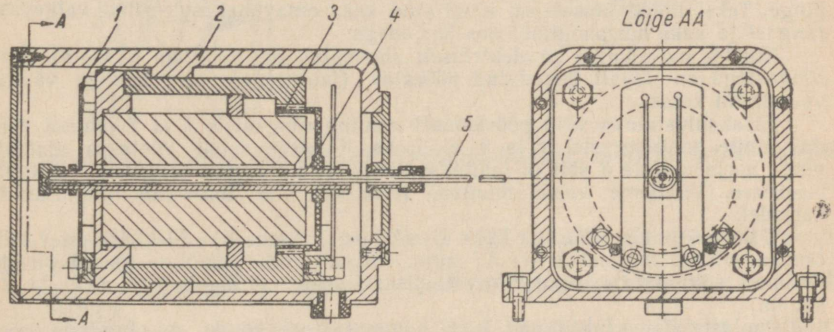
KARDAANVÕLLIDE TASAKAALUSTUSPINK

Kardaanvõllide tasakaalustuspinki (vt. joon. 71) oli kirjeldatud eespool. Vaatleme tema elektrilist osa ja töökorda seadmist.

Pingi elektriseadmed. Elektriseadmeteks on:

1) kaks magnetelektrilist tundlat CT-998; 2) alaldaja-kommutaator CT-999; 3) millivoltmeeter 6—8 mV; 4) reversiiv-magnetkäiviti; 5) elektrimootor; 6) juhtimispult; 7) pinget madaldav transformaator 380/6 V; 8) kaks lõpplülitit; 9) paneel signaallampide ja ümberlülititega; 10) kaks reguleerimisreostaati; 11) pidurdusrelee.

Tundlad (joon. 1) on järgmise ehitusega. Valgevasest distantspuks *4* on otstest riputatud kahe berülliumpronksist lehtvedru *1* külge.



Joon. 1. Tundlad kardaanvõllide dünaamiliseks tasakaalustamiseks

Puks läheb läbi võimsa alalisvoolumagneti südamiku augu. Magnet on liikumatu ning kinnitatud alumiiniumkeresse *2*. Distantspuksi *4* külge on kinnitatud liikuv pool *3*. Pooli kere on tekstoliidist; mähisel on 0,1 mm ПШД traadist 500 keerdu.

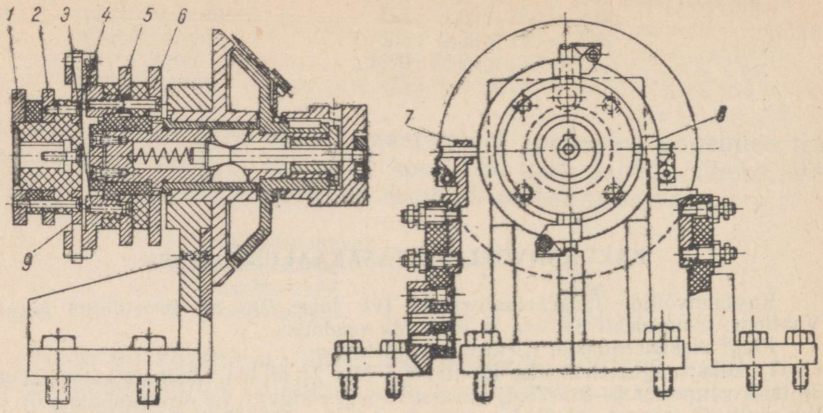
Pool asetseb magneti pilus alalises magnetväljas. Distantspuks *4* on varda *5* abil ühendatud pingi õõtsuva raamiga. Viimase õõtsumised antakse liikuva poole poolt edasi ühele või teisele tundlale. Poolis, mis on ühendatud mehaanilise alaldaja kaudu millivoltmeetriga, tekib vahelduvvool.

Selle voolu amplituud on võrdeline võngete ulatusega, s. t. tasakaalustamatuse (disbalansi) suurusega.

Vahelduvvoolu kõvera läbimishetk maksimaalväärtusest (faas) sõltub tasakaalustamatuse koha asendist võlli põiklõikes.

Alaldaja-kommutaator (joon. 2.) on ehitatud järgmiselt.

Tekstoliidist keresse on kinnitatud kaks teineteisest isoleeritud valgevasest rõngast *5* ja *6* ja kaks valgevasest poolrõngast *9* ja *4*, mis on omavahel samuti isoleeritud.



Joon. 2. Kardaanvõllide dünaamilise tasakaalustuspingi alaldaja-kommutaator

Poolrõngas *4* on elektriliselt ühenduses rõngaga *2* ning poolrõngas *9* rõngaga *1*. Rõngastele *1* ja *2* juhitakse harjade *8* abil tundlate mähistest vahelduv pinge. Tekstoliidist alusele on kinnitatud kaks omavahel isoleeritud valgevasest rõngast ja kaks harjahoidjat koos harjadega.

Kumbki harjahoidja on elektriliselt ühendatud ühe rõngaga (*5* või *6*). Nende rõngastega on jäigalt ühendatud pööratav (jaotusega) käepidemega vändaga varustatud ketas.

Tasakaalustatava võlli pöörlemisel muutub rõngastele *1* ja *2* juhitud vahelduv pinge poolrõngastel *4* ja *9* alaliseks. Poolrõngastelt võetakse alaldatud pinge harjahoidjate *3* abil ja juhitakse rõnga *5* ja *6* kaudu harjadelt *7* millivoltmeetrisse. Vaatleme voolu muutuse protsesse, mis toimuvad alaldusseadme harjadel.

Ühenduste elektriline skeem (joon. 3.). Elektrimootori käivitamine toimub magnetkäiviti *K1* nupu «Пуск» abil. Tundlate poolid on sisse lülitatud sõltumatute reguleeritavate lisatakistite ja lõpplülitite *LL1* ja *LL2* kaudu.

Pooluste ümberlülitite *PL-1* ja kommutaatori kaudu on tundlate poolid ühendatud millivoltmeetriga. Lõpplülitid on mehaaniliselt seotud pidesõrmede ümberlülituspidemega ja lülitavad sisse tundla ühe või teise pooli, olenevalt tasakaalustatava võlli otsast. Signaallambid *SL1* ja *SL2* näitavad, millist võlli otsa tasakaalustatakse.

Millivoltmeetri tundlikkuse ja mõõtepiirkonna muutmiseks on talle külge lülitatud jaotaja, mis koosneb neljast takistist. Riista tundlikkuse muutmine toimub ümberlülitiga neljas asendis: *«1»*, *«2»*, *«5»* ja *«20»*, mis vastab tundlikkuse vähendamisele 2, 5 või 20 korda.

Lisatakistid on ühendatud poolide ahelasse selliselt, et neid saab reguleerida pingi keres oleva erilise augu kaudu kruvikeeraja abil. Selline reguleerimine toimub ainult normimisel pingi töökorda seadmise ajal.

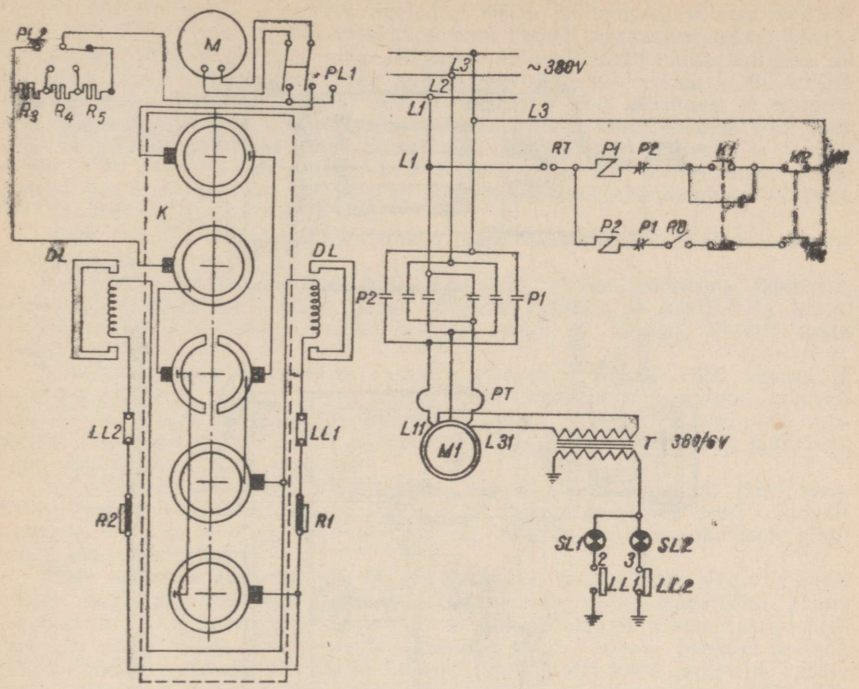
Nende reguleerivate takistite ülesandeks on:

1) millivoltmeetri mõõtepiirkonna kohandamine pingi tareerimisel;

2) voolu reguleerimine tundlate poolide ahelas, et tasakaalustada millivoltmeetrit kummagi tundla suhtes.

Pärast pingi töökorda seadmist töö protsessis neid takisteid ei kasutata. Nimetatud takistid on pingi keresse paigutatud nii, et parempoolne takisti kuuluks parempoolsele takistile ning vasakpoolne vasakpoolsele takistile.

Polaarsuste ümberlülititel on kaks asendit pealkirjadega: «Прибав сверху» (ülevalt juurde), «Прибав снизу» (alt juurde). Lüliti esimeses asendis määra-



Joon. 3. Kardaanvõllide dünaamilise tasakaalustuspingi elektriühenduste skeem

takse võlli tasakaalustamatust (disbalanssi) võlli põiklõike alumise punkti järgi, teisel juhul ülemise järgi.

Nupule «Стоп» (seis) vajutamisel jääb elektrimootor seisma ja pidurdab vastuvooluga.

Pingi töökorda seadmine (joon. 4.). Pingi montaaž ja töökorda seadmine peab toimuma ettevaatlikult ja oskuslikult. Et vältida väliste voolude ja vibratsioonide mõju pingi töökindlusele, tuleb pink üles seada jäigale, mittevibreerivale alusele.

Pärast pingi ülesseadmist võib mehaanilise osa töökorda seadmist teostada järgmiselt:

1) vabastada poldid *2* ja seada nende otste ja toru vahele 2,5 mm vahe;

2) reguleerida poltide *1* abil pink nii, et vaheraami külgtorude teljed oleksid ühes horisontaal-tasapinnas;

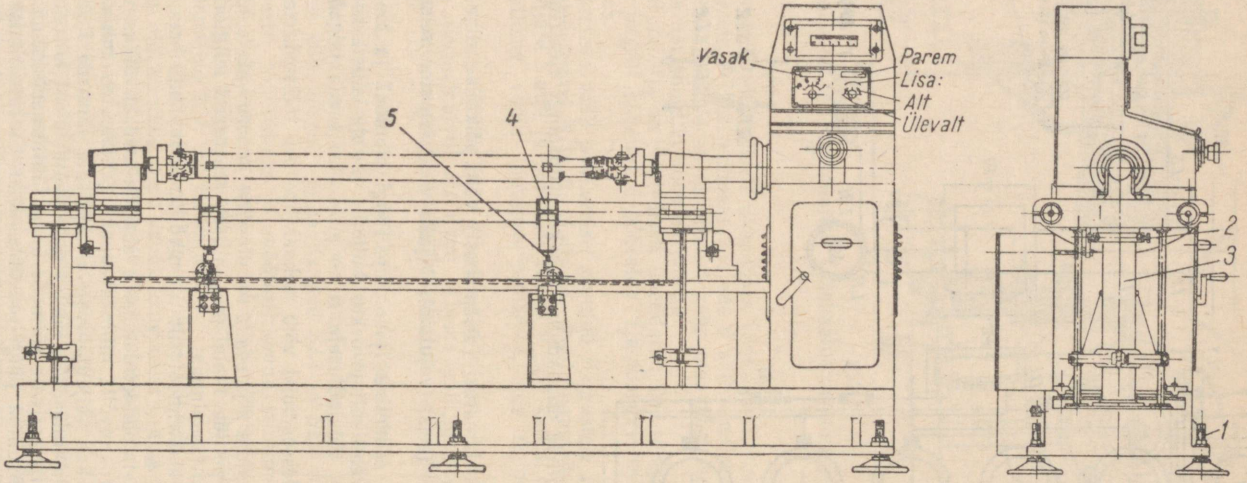
3) reguleerida elektrimootorilt ajamivõlli vedava kiilrihma pingust elektrimootori nihutamise teel;

4) seada üles etaloon-kardaanvõll; etaloon-kardaanvõlliks võib võtta hästi tasakaalustatud kardaanvõlli, mille kardaanliigendites on minimaalne lõtk;

5) kontrollida, kas väljaulatuvate fikseerivate sõrmede *5* ja põiktala *4* teljed asuvad ühes tasapinnas, mis läbib tasakaalustamatuse korrektsioontasapinna;

6) kontrollida fikseerivate sõrmede ümberlülitusmehhanismi.

Selleks, et kontrollida pingi töökorrasolekut ja tareerimist ning veenduda elektrilise skeemi õigsuses, tuleb pingile üles seada etaloonvõll. Mõõtepiirkondade ümberlüliti (vasakpoolne) seada asendisse *«1»*. Polaarsuste ümberlüliti (parempoolne) asetada asendisse «Прибав сверху». Korrektsioontasapindade ümberlüliti käepidemega arreteerida pingi raami vasakpoolne ots. Nupuga



Joon. 4. Kardaanvõllide dünaamilise tasakaalustuspingi üldvaade.

«Пуск» lülitatakse võll pöörlema. Seejuures süttib juhtpaneelil põlema signaallamp, mis näitab, millist võlli otsa käesoleval hetkel tasakaalustatakse. Pöörates kommutaatori käepidet (vänta), jälgitakse millivoltmeetri näitu. Kui pink on korras ja õigesti üles seatud, jääb millivoltmeetri osuti seisma nulli kohale kommutaatori käepideme (vända) iga asendi korral. See tähendab, et etaloonvõlli tasakaalustamatus võrdub nulliga. Analoogiliselt kontrollitakse võlli teist otsa. Veendunud selles, et tasakaalustamatus (disbalanss) parem- ja vasakpoolsel võlli otsal võrdub nulliga, peatatakse pink ja etaloonvõlli ühele otsale kinnitatakse tareerimisviht, mis tekitab kunstlikult tasakaalustamatuse 100 gcm. Seejärel lülitatakse pink uuesti sisse.

Nüüd peab kommutaatori pöörlemisel osuti maksimaalne väljalöök vastama tasakaalustamatusele 100 gcm.

Kui millivoltmeetri näit pole püsiv ega osuti ulatus kümnenda jaotuseni, tuleb kommutaator puhta kuiva lapiga hõõruda puhtaks ja kontrollida harju. Harjad peavad harjahoidja pesades liikuma vabalt ja liibuma kõvasti vastu rõngaste pindu.

Veendunud, et 100 gcm-lise tasakaalustamatuse korral võlli vasak- ja parempoolsel otsal millivoltmeetri hälve ulatub kümnenda jaotuseni, kontrollime näidu õigsust teiste mõõtepiirkondade suhtes. Selleks püüame pinki peatamata saavutada kommutaatori pööramisega, et millivoltmeetri osuti jääks peatuma skaala kümnendale jaotusele.

Seejärel, kommutaatorit puudutamata, seame mõõtepiirkondade lüliti asendisse *«2»* ning seejärel asendisse *«5»* ja *«20»*. Seejuures tõuseb osuti vastavalt jaotusele *«5»*, *«2»* ja *«0,5»*, mis vastab kahe-, viie- ja kahekümnekordsele pingi tundlikkuse vähenemisele.

Pingi rakestuse kontrollimine nurgiti paikneva ebatasakaalu järgi. Et kontrollida pingi rakestuse õigsust nurgiti, tuleb vasakpoolne ümberlüliti panna asendisse *«1»* ning parempoolne asendisse «Прибав сверху». Kommutaatori pööramisega seada millivoltmeetri osuti kümnenda jaotuse kohale. Seejärel peatada pink ja, pöörates etaloonvõlli käsitsi hooratta kaudu, viia ketta osuti alla vastav jaotis, mis saadi kommutaatori kettal. Kui etaloonviht on seejuures võlli põiklõike kõige madalamas punktis, siis võib lugeda, et pink on rakestatud õigesti (s. t. tasakaalustamatus on all ja seda saab kõrvaldada, lisades üles raskuse (vihi)).

Paigutades etaloonvihti (raskust) ümber, mööda ümbermõõtu, võib kontrollida, kas rakestus on õige ka teistes punktides.

Seega, teinud kindlaks kardaanvõlli tasakaalustamatuse, keevitatakse talle külge vastavad terasplaadid ja pärast kontrollitakse veelkordselt tasakaalu. Kardaanvõllide tehniliste tingimuste kohaselt ei tohi tasakaalustamatus ületada: autodel ЗИЛ-150 — 100 gcm, autodel ГАЗ-51 — 50 gcm.

ORIGINAALI KOOSTAMISEL KASUTATUD KIRJANDUS

Асриянц А. И., Дехтеринский Л. В., Самойлович Г. Е. и Васильков Е. М. Восстановление изношенных деталей давлением (материалы конференции). 1955.

Грозовский Т. С., Донской Д. И. и Гречинская Л. Т. Ремонтируемые и дополнительные ремонтные детали автомобиля ГАЗ-51. Альбом чертежей. Машгиз, 1950.

Грозовский Т. С., Донской Д. И. и Коган Д. Х. Ремонтируемые и дополнительные детали автомобиля ЗИС-150. Альбом чертежей. Машгиз, 1951.

Ефремов В. В. Ремонт автомобилей, часть 1. Изд. МКХ РСФСР, 1948.

Ефремов В. В. Ремонт автомобилей, часть 1. Автотрансиздат, 1955.

Зеленков Г. И., Крившин А. П., Фраенов П. С. Технология ремонта дорожных машин. Дориздат, 1951.

Кошкин К. Т. Маршрутная технология ремонта деталей автомобиля. Автотрансиздат, 1957.

Лившиц А. Г. Ремонт автотракторных баббитовых подшипников. Сельхозгиз, 1952.

Мелков М. П. Ремонт автодеталей гальваническим наращиванием. Воениздат, 1947.

Новиков М. П. Сборка машин и механизмов, Машгиз, 1951.

Решетников Н. С. Ремонт автомобилей ГАЗ-51 и ЗИС-150. Гостехиздат УССР, 1950.

Ремонт автомобильных деталей, под редакцией С. И. Румянцева, Машгиз, 1954.

Ремонт автомобилей, выпуск 1, под редакцией Ефремова В. В. Автотрансиздат, 1956.

Справочник по оборудованию ремонта тракторов и сельско-хозяйственных машин. Сельхозгиз, 1954.

Справочник по технологии ремонта деталей гусеничных тракторов, под редакцией Ефремова В. В. Машгиз, 1956.

Технические условия на ремонт, сборку и испытание автомобиля ГАЗ-51. Автотрансиздат, 1956.

Технические условия на ремонт, сборку и испытание автомобиля ЗИС-150. Автотрансиздат, 1956.

Хренов К. К. Сварка, резка и пайка металлов. Машгиз, 1952.

Шадричев В. А. Ремонт автомобилей. Машгиз, 1956.

Шнейдер Г. К. Ремонт двигателей ГАЗ. Горьковское областное издательство, 1955.

Каталог гаражного и ремонтного оборудования. Автотрансиздат, 1955.

Проспекты гаражного оборудования. Автотрансиздат, 1956.

Энциклопедический справочник «Машиностроение». Машгиз, 1947.

Журналы «Автомобиль» и «Автомобильный транспорт» за 1950—1956 гг.

SISUKORD

Sissejuhatus 3

Esimene jagu

ÜLDISED ALUSED

1. peatükk. **NSV Liidu autoremonditööstuse arenemise lühike ajalugu** . 5
2. peatükk. **Autoremondialased üldmõisted** 10
1. Autode plaanilis-ennetava tehnilise teenindamise ja remontimise süsteem 11
2. Autode remondi meetodid ja liigid 14
3. Autode remondi liigid 16

Teine jagu

AUTODE REMONDI TEHNOLOOGIA

1. peatükk. **Tehnoloogiliste protsesside skeemid** 19
2. peatükk. **Autode vastuvõtmine remonti ja väline pesemine** 22
3. peatükk. **Auto demonteerimine agregaatideks ja agregaatide koostvõtmine detailideks** 29
4. peatükk. **Autodetailide puhastamine ja rasvainete eemaldamine** 40
5. peatükk. **Autodetailide kontrollimine ja sorteerimine** 48
1. Detailide remontimise tehniliste tingimuste koostamise metoodika 48
2. Detailide remontmõõdete määramise metoodika 56
3. Autodetailide sorteerimine 60
6. peatükk. **Autodetailide komplekteerimine** 70
1. Detailide valimine 71
2. Detailide tasakaalustamine 76
3. Komplektide suunamine kokkupanemisele 78
7. peatükk. **Auto agregaatide kokkumonteerimine** 79
1. Tüüpilised montaažtööd 79
2. Allgruppide monteerimine 87
3. Sõlmede monteerimine 90
4. Abiagregaatide kokkumonteerimine 102
5. Põhiagregaatide kokkumonteerimine 106
8. peatükk. **Auto agregaatide sissetöötamine ja katsetamine pärast kokkumonteerimist** 132
1. Agregaatide sissetöötamine, katsetamine ja üleandmine . 133
2. Sisseseaded agregaatide sissetöötamiseks ja katsetamiseks 137
9. peatükk. **Auto üldine kokkumonteerimine, sõidukatse ja üleandmine** . . 149

Kolmas jagu

AUTO DETAILIDE KULUMISED

1. peatükk. **Detailide defektide liigitus** 160
2. peatükk. **Hõõrdumine ja detailide kulumine** 162
3. peatükk. **Mootori peamiste detailide kulumised** 165
1. Silindrite, kolbide ja kolvirõngaste kulumised 165
2. Kolvisõrmede, kolvisilmade ja kepsude ülemise pea pukside kulumised 178
3. Väntvõlli kaelte kulumised 180

Neljas jagu

DETAILIDE REMONDI TEHNOLOOGIA

1. peatükk. **Detailide remondimeetodite liigitus** 183
1. Kulunud detailide taastamise viisid 183
2. Mehaaniliste vigastustega detailide taastamise viisid . . 185
3. Keemiliselt või termiliselt vigastatud detailide taastamise viisid 186
2. peatükk. **Detailide taastamine mehaanilise töötlemisega** 187
1. Remontmõõdete meetod 187
2. Lisadetailide (remontdetailide) meetod 190
3. Detaili ühe osa asendamise meetod 193
3. peatükk. **Detailide taastamine lukksepatöö ja mehaanilise töötlemisega** 195
1. Viilimise ja kaabitsemise meetod 195
2. Freesimise, lihvimise ja soveldamise meetod 196
3. Tihvtimismeetod 199
4. Paikamismeetod 201
5. Detailide sobitamine hõõritsemisega 202
6. Mõlgitud ja osaliselt kulunud keermete üleajamine . . . 203
4. peatükk. **Detailide taastamine survemenetlusel** 205
1. Üldandmed 205
2. Detailide jämendamine 205
3. Detailide laialisurumine 207
4. Detailide kokkusurumine 209
5. Detailide venitamine 210
6. Detailide õgvendamine 210
7. Detailide rihveldamine (valtsimine) 214
5. peatükk. **Detailide taastamine keevitamise ja pealesulatamisega** . . . 219
1. Gaasikeevitus 219
2. Elektrikeevitus 231
3. Keevitusliigi valik erinevatest metallidest valmistatud detailidele 244
4. Mehhaniseeritud keevitamine ja pealesulatamine 247
5. Elektri põkk-keevitus 250
6. peatükk. **Detailide taastamine metallitamisega** 255
1. Üldandmed 255
2. Metallitamise tehnoloogiline protsess 263
3. Pealemetallitatud kihi struktuur ja omadused 269
7. peatükk. **Detailide taastamine galvaanilise katmisega** 272
1. Üldandmed 273
2. Kulunud detailide taastamine kroomimisega 275
3. Kulunud detailide taastamine terasega katmise teel . . . 289
4. Kulunud detailide taastamine vasetamisega 299
8. peatükk. **Detailide taastamine elektrisädemega töötlemise teel** 302
1. Üldandmed 302

2. Detailide taastamine elektrisädemega töötlemise teel . . 305
3. Detailide taastamine automaatse elektriimpulss-pealesulatamisega 312
9. peatükk. **Detailide taastamine jootmisega** 319
1. Üldandmed 319
2. Jootmine pehmete joodistega 320
3. Jootmine kõvade joodistega 321
10. peatükk. **Detailide taastamine antifriktsioon-sulamite valamisega** . . . 323
1. Üldandmed 323
2. Laagrite taastamine babiidi uuesti valamisega 328
3. Laagrite taastamine pliipronksist katte valamisega . . . 336
11. peatükk. **Ratsionaalse detailide taastamisviisi valik autoremondiettevõtetes** 344
Lisa. **Kardaanvõllide tasakaalustuspink** 347
Originaali koostamisel kasutatud kirjandus 352

Владимир Валентинович Ефремов
РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ Ч. I
На эстонском языке
Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

*

Toimetaja H. Märtson
Tehniline toimetaja A. Tõnisson
Korrektorid A. Kalberg ja E. Toots

Ladumisele antud 24. XII 1958. Trükkimisele antud 8. XII 1959. Paber 60×92, 1/16. Trükipoognaid 22,25. Arvutuspoognaid 23,2. Trükiarv 10 000. Tell. nr. 6563.
Trükikoda «Kommunist», Tallinn, Pikk t. 2.

Hind rbl. 9.65

3 — 8

RbI. 9.65

A-22891
"

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00376783 9