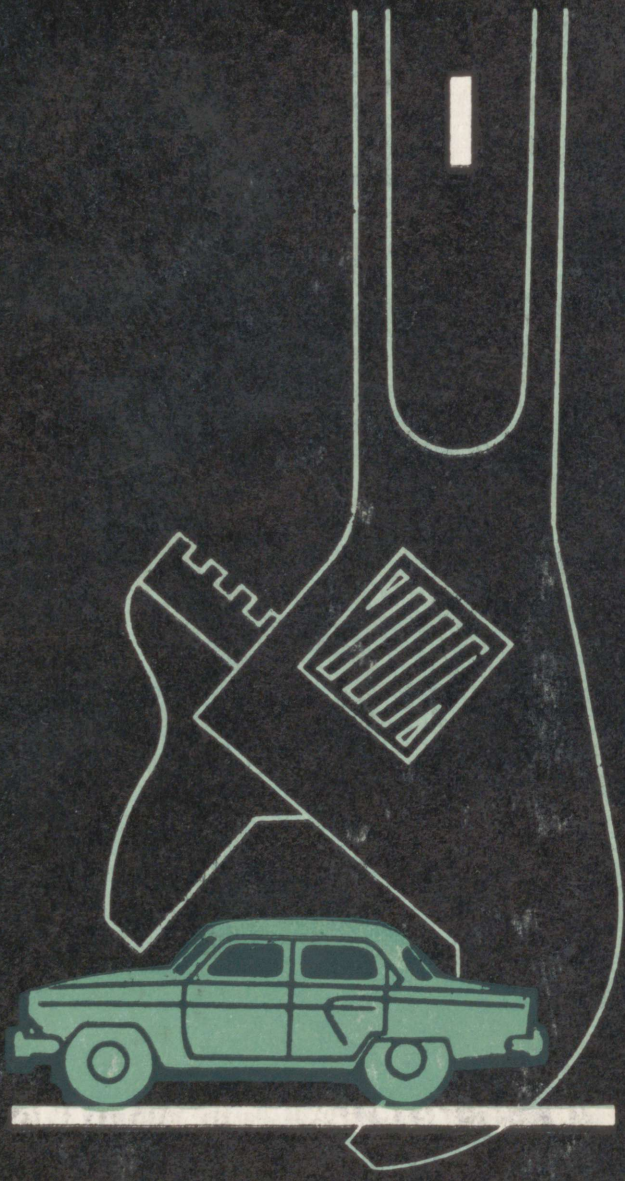
B. KLEBANOV · V. KUZMIN · G. PROŠIN

AUTODE REMONT



B. V. KLEBANOV, V. G. KUZMIN, G. A. PROŠIN

AUTODE REMONT

ESIMENE OSA

KIRJASTUS «VALGUS» · TALLINN 1969

6L2
K52

УДК 629.113.5.004.67(075)

Kunstiliselt kujundanud E. Tali

Originaali tiitel:

Б. В. Клебанов, В. Г. Кузьмин, Г. А. Прошин.
РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ
Часть первая
Под общей редакцией Б. В. Клебанова.

Допущено Министерством высшего и среднего специального образования УССР в качестве учебного пособия для учащихся автомобильно-дорожных техникумов по специальности «Техническое обслуживание и ремонт автомобилей».

Издательство Харьковского Ордена Трудового Красного Знамени государственного университета имени А. М. Горького
Харьков 1966

Ремонт автомобилей. Часть первая.
Б. В. Клебанов, В. Г. Кузмин, Г. А. Прошин.
1969.

В книге изложены технология капитального ремонта автомобилей и способы восстановления деталей, основные положения по организации рабочих мест и требования техники безопасности. В ней использованы данные научных исследований и опыт работы передовых ремонтных предприятий. Книга предназначена в качестве учебного пособия для учащихся автомобильно-дорожных техникумов.
219 илл., 26 табл.

Raamatus käsitletakse autode kapitaalremondi tehnoloogiat, detailide taastamisviise, töökohtade korraldamise põhialuseid ja ohutustehnika nõudeid. Selles on kasutatud teaduslike uurimistööde andmeid ja eesrindlike remondiettevõtete kogemusi, samuti autorite pikaajalise pedagoogilise töö kogemusi.
Raamat on kirjutatud vastavalt õppeprogrammile ja ette nähtud kasutamiseks õppevahendina autotranspordi tehnikumides autode tehnilise teenindamise ja remondi erialal.

Vene keelest tõlkinud K. Aleksius.

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
75469

3—18—3
4—69

EESSÕNA

Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei programmis on ette nähtud kõigi transpordiliikide, sealhulgas ka autotranspordi edasiarendamine. Selle ülesande edukas lahendamine ei sõltu ainult meie maa autopargi täiendamisest uute mudelitega, vaid ka nende töönäitajate parandamisest. Autopargi tehniliseks korrashoiuks on vaja arendada ja täiustada tootmistehnilist baasi, eriti autoremonditööstust, mis on muutunud käesoleval ajal tähtsaks rahvamajandusharuks.

Tööviljakuse tõus, toodangu kvaliteedi tõstmine ja omahinna alandamine — need on kõigi tööstusharude töötajate, järelikult ka autoremondiettevõtete töötajate ees seisvad ülesanded. Nende ülesannete lahendamiseks on vaja organiseerida autode kapitaalremonti tööstuslikult ja lähendada remondiettevõtete tehnilist taset valmistajatehaste tasemele.

Õeldu põhjal on suur rahvamajanduslik tähtsus autode kapitaalremondi ratsionaalsel organiseerimisel spetsialiseeritud ettevõtetes, viimaste õigel territoriaalsel paigutusel, tootmisprotsesside komplekssel mehhaniseerimisel ja automatiseerimisel, progressiivse tehnoloogia ja eesrindlike töömeetodite rakendamisel ning tootmise tehnilise kultuuri tõstmisel.

Nende suurte ja vastutusrikaste ülesannete täitmisel on tähtis osa keskastme spetsialistidel, kellel peavad olema sügavad teadmised ja lai tehniline silmaring.

Seetõttu ongi käesoleva õpperaamatu põhiülesandeks aidata õpilastel tundma õppida:

1) autoremonditööstuse organiseerimise üldaluseid ja arengu perspektiive;

2) autode ja agregaatide kapitaalremondi tehnoloogiat spetsialiseeritud ettevõtteis;

3) autodetailide taastamise tehnoloogiat;

4) autodetailide taastamise ja valmistamise tehnoloogiliste protsesside projekteerimise metoodikat;

5) töökohtade korraldamise põhialuseid ja ohutustehnika nõudeid autode kapitaalremondil;

6) autoremondiettevõtete projekteerimise aluseid eesmärgiga

täiustada autode kapitaalremonti olemasolevate tsehhide, osakondade ja jaoskondade rekonstrueerimise ja uute ehitamisega.

Õpperaamat koosneb kahest eraldi ilmuvast osast.

Esimeses osas vaadeldakse autode kapitaalremondi tehnoloogiat ja detailide taastamisviise. Teises valgustatakse üksikute autodetailide taastamise ja valmistamise tehnoloogiat, õlitus-, jahutus- ja toitesüsteemide, elektriseadmete, raamide, kerede ja kabiinide remontimist, samuti autoremondiettevõtete projekteerimise aluseid.

Detailide iga taastamisviisi kirjeldamisel on esitatud ka töökohtade korraldamise põhialused ja ohutustehnika nõuded. Erilist tähelepanu on pööratud tootmisprotsesside mehhaniseerimisele.

Arvestades, et remondiettevõtete kitsaskohaks on lahtivõtmis-pesemistööde mehhaniseerimine, mis jääb teiste tootmisprotsesside mehhaniseerimise tasemest maha, ja et kirjanduses on seda küsimust ebapiisavalt valgustatud, pidasid autorid vajalikuks kirjeldada lahtivõtmis-pesemistööde seadmete ja abinõude ehitust ja töötamist detailsemalt.

Alates 1. jaanuarist 1963. a. tuleb eelistatult kasutada rahvusvahelist mõõtühikute süsteemi SI (ГОСТ 9867-61). Kuna aga kogu autode remondi tehnilises dokumentatsioonis (tehnilistes tingimustes, joonistel jm.) ja samuti ka tegutsevates remondiettevõtetes kasutatakse vanu ühikuid, on raamatus kõik suurused antud vanades ühikutes.

SI ühikute seos teiste süsteemide ja süsteemiväliste ühikutega on toodud raamatu lisas.

Raamatu ülesehituse ja materjali esitamise metoodika on välja töötanud insener B. V. Klebanov, kes on kirjutanud ka peatükid 2, 4, 5, 10, 11, 12, 13, 14, 15 ja 16. Peatükid 1, 3, 6, 8 ja 9 on kirjutanud insener B. G. Kuzmin, peatüki 7 — tehniliste teaduste kandidaat G. A. Prošin.

ESIMENE JAGU

AUTODE KAPITAALREMONDI TEHNOLOOGIA

1. PEATÜKK

ÜLDALUSED

§ 1. ÜLDMÕISTED

Auto koosneb üksikutest raamile kinnitatud agregaatidest ja sõlmedest. Raamita autodel kinnitatakse agregaadid ja sõlmed vahetult auto kere külge.

Agregaadiks nimetatakse mehhanismi, mis koosneb ühiseid ülesandeid täitvatest sõlmedest ja üksikdetailidest. Agregaadid jagunevad põhi- ja abiagregaatideks.

Põhiagregaadid on mootor, käigukast, tagasild, esisild jms.

Abiagregaatide hulka kuuluvad põhiagregaate teenindavad seadmed, nagu veepump, õlipump, kütusepump jms.

Sõlmeks või grupiks nimetatakse ühise ülesande täitmiseks ühendatud detailide kogumit, näiteks kolvi-kepsugrupp, klapimehhanism, käigukasti ülemine kaas jms. Sõlmed võivad olla nii lahtivõetavad kui ka lahtivõetamatud.

Sõlme, millest algab agregaadi või auto koostamine, nimetatakse lähtesõlmeks. Autol on lähtesõlmeks raam (või kandev kere).

Sõlmed koosnevad alagruppidest ja üksikdetailidest.

Alagrupp on selline kahe või mitme detaili kogum, mis täidab sõlmes ühe detaili ülesannet (koostatud detail). Alagruppide näiteks on koostatud keps (koos alumise pea kaanega), koostatud käändtelg (koos käändteljepoldi puksidega), koostatud silindriplokk (koos raamlaagrikaantega) jms.

Alagruppi, millest algab sõlme (grupi) koostamine, nimetatakse lähtealagrupiks. Lähtealagruppideks on koostatud silindriplokk, õlipumba kere (koos puksidega) jms.

Alagrupid, sõlmed, agregaadid ja kogu auto koosnevad üksikutest detailidest. Detailiks nimetatakse masina elementaarset üksikosa, mis on valmistatud ilma koostamisoperatsioonideta, näiteks kolb, kolvisõrm, kolvirõngas jms.

Detaili, millest algab alagrupi, sõlme või agregaadi koosta-

mine, nimetatakse lähtedetailiks. Lähtedetailideks on silindriplokk, esisilla tala, käigukasti karter jms.

Detailid valmistatakse tööjooniste järgi. Sõlmed, agregaadid ja auto monteeritakse kokku koostamisjooniste ja montaaži tehniliste tingimuste alusel.

Uued autod peavad kõigi põhiliste kasutamisnäitajate poolest vastama kindlaksmääratud tehnilistele tingimustele.

Auto põhilised kasutamisnäitajad on järgmised.

1. Hoovõtu aeg kuni teatud kiiruse saavutamiseni — iseloomustab auto kiirendust, mootori võimsust, jõuülekande ja alusvankri seisukorda jms.

2. Kütusekulu ühe kilomeetri kohta püsiva kiirusega sõitmisel näitab auto (mootori) ökonoomsust ja ka jõuülekande, alusvankri ning toitesüsteemi seisukorda.

3. Õlikulu iseloomustab mootori silindrite ja kolvigrupi seisukorda.

4. Auto liikumistee pikkus inertsi mõjul horisontaalsel teelõigul teatud kiiruselt kuni täieliku peatumiseni — iseloomustab jõuülekande ja alusvankri seisukorda.

Ülalloetletud näitajad sõltuvad auto tehnilisest seisukorrast ja muutuvad ekspluatatsiooni käigus halvemaks. Mootori võimsuse langemine ning jõuülekande ja alusvankri hõõrdekadude suurenemine pikendavad hoovõtu aega. Kolvigrupi ja toitesüsteemi detailide kulumise tagajärjel suureneb kütuse- ja õlikulu. Hõõrdumise suurenemine alusvankris ja jõuülekandes lühendab auto liikumistee pikkust inertsi mõjul (veeremismaad).

Nagu näha, iseloomustavad ekspluatatsiooninäitajad auto tehnilist seisukorda. Selleks et esialgseid näitajaid taastada, on vaja autot remontida.

Juhul kui enamik auto põhiagregaate on täielikult kulunud, tunnistatakse auto kasutamiskõlbmatuks. Agregaat või sõlm loetakse täielikult kulunuks siis, kui selle lähtedetail või põhidetailid on muutunud kasutamiskõlbmatuks ja neid ei saa taastada.

Autod, mis on kehtestatud amortisatsioonilise läbisõidu ületanud ja muutunud kasutamiskõlbmatuks, kuuluvad ettenähtud korras mahakandmisele. Seejuures võetakse kasutamiskõlblikud mehhanismid ja detailid eraldi arvele.

Auto tehniline seisukord ja tööiga sõltuvad tehnilise teenindamise ja remondi õigest korraldamisest.

Nõukogude Liidus kehtestatud plaanilis-ennetav tehnilise teenindamise ja remondisüsteem tagab autopargi kõrge tehnilise valmisoleku ja õigeaegse remontimise.

§ 2. REMONDISÜSTEEM

Auto kasutamisel muutuvad detailide mõõtmed, detailide ühenduskohtades muutuvad esialgsed istud, teisiti öeldes — autol tekivad defektid.

Kõik defektid võib nende tekkepõhjuste alusel jagada nelja rühma: konstruktsiooni-, tootmis-, ekspluatatsiooni- ja avariidefektideks.

Konstruktsioonidefektid tulenevad konstrueerimisel tehtud vigadest. Nad põhjustavad detailide kiiret kulumist ja vigastusi auto normaalsel kasutamisel.

Konstruktsioonidefektid tekivad juhul, kui.

1) detailide mõõtmed ei vasta neile rakendatud koormustele;

2) detailide materjal või termiline töötlemine on valitud valesti;

3) istud ei vasta detailide koostöökohtade töötingimustele;

4) õlitusviis ei taga detailide ja mehhanismide kindlat õlitamist, tööpindade jahutamine on puudulik.

Tänapäeva autod on küllalt täiuslikud ja seepärast esineb nende kasutamisel konstruktsioonidefekte võrdlemisi harva. Seda enam on vaja autode kasutamisel ja remontimisel need defektid avastada. Kõikidest avastatud defektidest teatatakse valmistajatehasele, kus võetakse tarvitusele abinõud nende kõrvaldamiseks. Niiviisi täiustub auto konstruktsioon pidevalt.

Tootmisdefektid on auto valmistamisel või remontimisel tehtud vigade tagajärg.

Nende defektide peamised põhjused on järgmised.

1. Ebasobivate materjalide (asendajate) kasutamine, kõrvalekaldumine mõõtmetest, tolerantsidest, tehnilistest tingimustest ja tööjoonistest, samuti detaili valmistamise või taastamise tehnoloogiast.

2. Üksikute agregaatide ja auto koostamise ja katsetamise tehnoloogia rikkumine või tehniliste tingimuste täitmata jätmine.

3. Joonistest ja tehnilistest tingimustest kõrvalekaldumine tootmise kontrollimisel ja valmistoodangu vastuvõtmisel.

Kõik nimetatud põhjused mõjutavad ühel või teisel määral agregaatide ja sõlmede tööiga (järelikult ka auto tööiga) ja soodustavad detailide enneaegset kulumist. Tootmisdefektide näiteks võivad olla kolvirõngaste, kolvisõrmede ja hammasrataste hammaste kiire kulumine, mis on tingitud ebasobiva materjali kasutamisest või ebaõigest termilisest töötlemisest.

Tänapäeva autosid valmistatakse täiuslike seadmetega varustatud tehastes. Detailide valmistamise ja üksikute sõlmede, agregaatide ning auto koostamise ja katsetamise tehnoloogiat kontrollitakse hoolikalt. Seetõttu esineb enne esimest kapitaalremonti tootmisdefekte vähe.

Pärast auto remontimist suureneb tootmisdefektide arv. See on

tingitud remondiettevõtete madalast tehnoloogilisest distsipliinist, mittetäisväärtuslike asendusmaterjalide kasutamisest ja algelisemast sisseseadest. Nende ettevõtete töötajate ülesandeks on tehnoloogilise sisseseade pideva täiustamise, tehnoloogilise distsipliini tugevdamise ja tootmise üldise tehnilise kultuuri tõstmisega saavutada remondi kõrge kvaliteet.

Auto kasutamisel on vaja tarvitusele võtta abinõud tootmisdefektide avastamiseks ja kõrvaldamiseks. Automajandite kohuseks on valmistajatehaseid ja remondiettevõtteid ilmnenud defektidest informeerida. Valmistajatehased ja remondiettevõtted peavad aga kõrvaldama nende defektide tekkepõhjused. See soodustab omakorda nii üksikute agregaatide kui ka kogu auto tööea pikenemist.

Ekspluatatsioonidefektid tekivad detailide loomuliku kulumise tagajärjel.

Vaatamata regulaarsele tehnilisele teenindamisele, õigeaegsele remontimisele ja juhtimisreeglite täitmisele esineb auto kasutamisel läbisõidule vastav detailide loomulik kulumine. Seejuures muutuvad detailide koostöökohtades esialgsed istud. Liikumatud istud lähevad üle liikuvaiks, liikuvates istudes suurenevad lõtkud, mistõttu on sõlmede, agregaatide ja kogu auto normaalne töö häiritud. Näiteks suurenevad läbisõidu suurenemisel lõtkud mootori silindri ja kolvi, väntvõlli kaelte ja laagrite ning käändteljepuksi ja -poldi vahel.

Detailide intensiivne (kõrgendatud) kulumine esineb juhul, kui ei peeta kinni auto juhtimise eeskirjadest (teetingimustele mittevastava kiirusega sõitmine, mootori ülekoormamine). Mootori ülekoormamisel suureneb järsult kepsu- ja raamlaagrite kulumine, teetingimustele mittevastav kiirus soodustab alusvankri detailide kulumist jne.

Avariidefektid esinevad enamasti üksikute detailide murdumiste või suurte deformatsioonidena ja tekivad järgmistel põhjustel.

1. Auto ebaõige ekspluateerimise, peamiselt aga ettevaatamatu juhtimise tagajärjel võivad murduda raam, vedrud, käigukasti ja peaülekande hammasrataste hambad, sulada välja väntvõlli laagrid jms.

Nimetatud defektide tekkimine on sõltuv peamiselt autojuhi kvalifikatsioonist ja kogemustest.

2. Märkimuutvate koormuste tingimustes töötavate detailide metall väsib. Selle tagajärjel ilmuvad detailidesse praod, mis põhjustavad nende murdumisi. Hammasrataste hammaste ning kuul- ja rull-laagrite veereteede metall mureneb ning nad muutuvad kasutuskõlbmatuks.

Selliseid defekte võib näha väntvõllidel, kepsudel, kepsupoltidel, käändtelgedel, vedrulehtedel, keerdvedrudel ja mujal.

Mõnikord põhjustab avariidefekte ka tootmis- ja konstruktsiooni-

defektide mitteõigeaegne avastamine. Seepärast on vaja defektid välja selgitada ja kõrvaldada õigeaegselt, nii et need ei saaks muutuda avariilisteks. Sel eesmärgil on kasutusele võetud plaanilisennetav tehnilise teenindamise ja remondisüsteem, mille kohaselt autode tehniline teenindamine viiakse läbi plaani järgi (kohustuslikult), remonditööd aga vajaduse järgi.

Regulaarne tehniline teenindamine varem välja töötatud graafiku alusel loob soodsad tingimused mehhanismide häireteta tööks. Defektide tekkepõhjuste kõrvaldamise ja vähendamisega on võimalik nende tekkimist ja süvenemist õigeaegselt vältida. Järelikult on sel süsteemil profülaktiline (ennetav) iseloom.

Erinevalt tehnilisest teenindamisest on remondi eesmärgiks taastada sõlmede, agregaatide ja kogu auto töövõime juba tekkinud rikete õigeaegse kõrvaldamisega. Selleks asendatakse või taastatakse detaile ning remonditakse sõlmi ja agregaate.

Õigeaegne ja kvaliteetne tehniline teenindamine ja remont pikendavad auto tööiga.

§ 3. REMONDIMEETODID JA -LIIGID

Auto koosneb mitmest tuhandest üksteisega ühendatud detailist.

Ekspluatatsiooni käigus detailid kuluvad. Järelikult muutub ka nende ist: liikumatutes liidetes tekivad lõtkud ja istud muutuvad liikuvaiks, liikuvates istudes aga suurenevad liidete koostamisel jäetud normaalsed lõtkud.

Igal detailil on isesugune tööiga. Liite tööiga sõltub liidet moodustavate detailide tööeast. Liitesse kuuluva detaili tööea möödumisel tuleb detail vahetada või taastada. Sel teel saavutatakse esialgne ist.

Enamiku auto agregaatide ja sõlmede (raam, mootor, tagasild jt.) tööiga on pikk. Kuid ka neid agregaate ja sõlmi on teatud aja (läbisõidu) järel vaja remontida, kusjuures nad võetakse osaliselt või täielikult lahti ja sooritatakse hulk keerukaid tehnoloogilisi operatsioone.

Vastavalt ülesandele ja tehtavate tööde iseloomule jaguneb remont jooksvaks ja kapitaalseks. Nii jooksvalt kui ka kapitaalselt võib remontida üksikuid sõlmi, mehhanisme, agregaate ja ka kogu autot.

Jooksva remondi eesmärgiks on kõrvaldada rikked üksikute kulunud või vigastatud detailide (välja arvatud lähtedetailid) asendamise või taastamisega. Auto jooksva remondi käigus on lubatud ka üksikuid agregaate, sõlmi ja seadmeid asendada korrasolevatega. See lühendab auto seisuaega remondis tunduvalt.

Kapitaalremondi ülesandeks on taastada auto või agregaadi tehniline seisukord vastavalt autode ja agregaatide remontimise, koostamise ja katsetamise tehnilistele tingimustele. Kapitaalremont peab

tagama autole või agregaadile kehtestatud remontidevahelise läbisõidu. Auto remonditakse kapitaalselt siis, kui veoautol raam või kabiin, sõiduautol või autobussil kere ja ka enamik agregaate vajavad kapitaalremonti.

Kogu ekspluatatsiooniperioodil peab auto läbima ühe kapitaalremondi, arvestamata agregaatide ja sõlmede kapitaalremonte enne ja pärast auto kapitaalremonti. Autode kapitaalremont toimub nimetult. Remontimisel vahetatakse autode vahel agregaadid, sõlmed ja mehhanismid. Agregaatide, sõlmede ja mehhanismide vahel vahetatakse aga detailid, välja arvatud need, mida tehnoloogilistel kaalutlustel ei tohi teisega asendada. Niisuguste detailide hulka kuuluvad näiteks mootori silindriplokk ja raamlaagrite kaaned, peaülekande vedav ja veetav koonushammasratas jt. Seda küsimust vaadeldakse detailselt § 6. Agregaatide sõlmede ja detailide vahetatavus nimetu remondi korral võimaldab remontimist tunduvalt kiirendada ja tõsta selle kvaliteeti.

Erandina lubatakse rasketes tingimustes töötavatele autodele teha ka keskmist remonti. Keskmises remondis vahetatakse kapitaalremonti vajav mootor, kontrollitakse põhjalikult auto tehnilist seisukorda ja kõrvaldatakse avastatud rikked detailide asendamise ja taastamise teel ning värvitakse kere. Tehakse ka teisi töid, mis on vajalikud auto ekspluatatsiooniomaduste taastamiseks.

2. PEATÜKK

TEHNOLOOGILISE PROTSESSI SKEEM

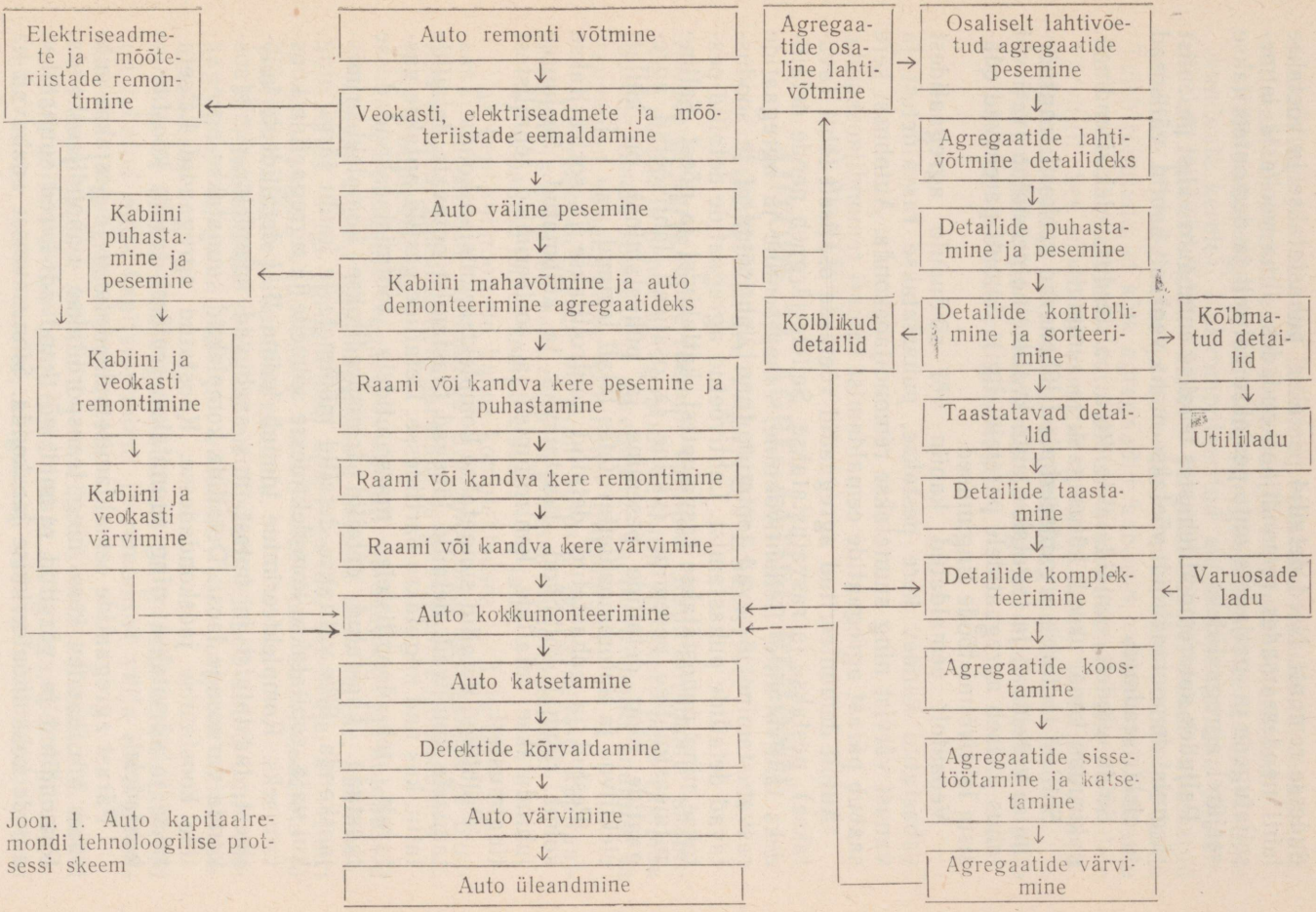
Kaasaegsetes remondiettevõtetes on kasutusel autode nimetu kapitaalremont. See tähendab, et auto kokkumonteerimisel ei asetata raamile (kandvale kerele) mitte neid agregaate ja sõlmi, mis sellelt lahtivõtmisel eemaldati, vaid teised, juba varem tehniliste tingimuste kohaselt remonditud.

Niisugune remondimeetod loob eeldused ettevõtte rütmiliseks töötamiseks, võimaldab tootmisvõimsusi ratsionaalsemalt kasutada, tagab remonditud autode stabiilse tehnilistele tingimustele vastava kvaliteedi ja lühendab remontimise üldist kestust.

Vaatleme auto kapitaalremondi tehnoloogilise protsessi skeemi (joon. 1).

Remondiettevõttesse saabuvad autod peavad vastama autode kapitaalremonti võtmise tehnilistele tingimustele.

Pärast vastuvõtmist võetakse autolt (kallurilt) maha veokast, istmete padjad ja seljatoed, elektriseadmed ja seadised, mis võivad pesemisel kahjustuda, ning suunatakse need vastavatesse jaoskon-



Joon. 1. Auto kapitaalremondi tehnoloogilise protsessi skeem

dadesse remonti. Need detailid pestakse, puhastatakse ja võetakse lahti nendessamades remondijaoskondades. Ilma veokasti, istmeseljatugede ja -patjadeta auto pestakse väliselt ja demonteeritakse seejärel agregaatideks.

Paljudes autoremonditehastes tehakse enne auto välist pesemist järgmisi demontaažitöid: võetakse maha veokast, kabiin, välisosad ja elektriseadmed.

Sõiduautodelt eemaldatakse kere polsterdus, elektriseadmed, pakiruumi kaas, uksed, kütusepaak ja summuti.

Sellisel tootmise organiseerimisel lühenevad veokasti transportimise vahemaad ja tagatakse auto kvaliteetne pesemine (vesi või lahus pääseb agregaatidele paremini ligi). Samuti parenevad edasiste lahtivõtmistööde tingimused.

Veoautolt eemaldatud kabiin või sõiduauto agregaatidest vabastatud kandev kere pestakse, puhastatakse rasvainetest ja vanast värvist ning suunatakse remondijaoskonda. Autobussi kere saabub pärast agregaatide eemaldamist samuti remondijaoskonda.

Autolt demonteeritud agregaadid võetakse osaliselt lahti (avatakse), pestakse ja rasvatustatakse. Sellele järgneb nende detailideks lahtivõtmine. Eellahtivõtmine, vahepesemine ja agregaatide rasvatustamine tõstavad tootmiskultuuri lahtivõtmisel ja soodustavad detailide puhastamist. Lahtivõetud agregaatide detailid pestakse ning puhastatakse rasvainetest, katlakivist ja nõest. Selline mitmeastmeline pesemine (väline ja osaliselt lahtivõetud agregaatide ning detailide pesemine ja puhastamine) on küllalt efektiivne ja autoremondiettevõtetes laialt levinud.

Pestud ja puhastatud detailid kontrollitakse ja sorteeritakse kolme rühma: kõlblikud, taastatavad ja kõlbmatud. Seejuures juhindutakse detailide kontrollimise ja sorteerimise tehnilistest tingimustest.

Kõlblikud detailid suunatakse komplekteerimisjaoskonda. Taastamisele kuuluvad detailid lähevad taastamist ootavate detailide lattu, kus nad kogutakse partiidesse. Detailide partiid antakse vastavalt tehnoloogilistele marsruutidele tootmisjaoskondadesse taastada. Taastatud detailid transporditakse komplekteerimisjaoskonda. Siin valitakse detailid mõõtmete ja kaalu järgi ning, kui vaja, sobitatakse komplektidesse sõlmede ja agregaatide koostamiseks. Komplekteerimine toimub kolme liiki detailidest: kõlblikest, taastatuist ja uutest, mis saabuvad komplekteerimisjaoskonda varuosade laost. Detailide komplektid suunatakse agregaatide koostamise jaoskondadesse. Koostatud agregaadid katsetatakse ja värvitakse ning suunatakse seejärel autode koostamise kohtadele.

Pärast agregaatide eemaldamist puhastatakse ja pestakse auto raam või kandev kere ning transporditakse remondijaoskonda. Remonditud ja värvitud raamid või kandvad kered suunatakse autode kokkumonteerimise jaoskonda. Sinnasamasse saabuvad ka

remonditud ja värvitud kabiinid, veokastid (kallurite veokastid), radiaatorid, samuti elektriseadmed ja kontrollmõõteriistad.

Kõik remonditud ja värvitud agregaadid monteeritakse raamile (kandvale kerele). Kokkumonteeritud autod katsetatakse eristendil või proovisõidul. Sellele järgneb katsetamisel avastatud defektide kõrvaldamine ja auto üleandmine valmistoodangu lattu. Tuleb rõhutada, et kõik agregaadid, kabiinid, veokast ja sõiduauto kere peavad saabuma auto üldise kokkumonteerimise kohtadele värvitult. See lühendab remondi tootmistsüklit, võimaldab parandada kvaliteeti ja vähendada värvimistööde mahtu.

Pärast defektide kõrvaldamist ja reguleerimist värvitakse auto lõplikult kas osaliselt või täielikult.

3. PEATÜKK

AUTODE JA AGREGAATIDE REMONTI VÕTMINE JA VÄLINE PESEMINE

Autode ja agregaatide remonti võtmine. Kapitaalremonti saabuvate autode ja nende agregaatide tehniline seisukord peab vastama autode, nende sõlmede ja agregaatide kapitaalremonti andmise ja remondist väljaandmise tehnilistele tingimustele.

Autoremonditehased võtavad autosid ja agregaate kapitaalremonti ja annavad neid välja järgmistes komplektsustes:

a) veoautod kahes komplektsuses — I ja II;

b) bensiinimootorid kahes komplektsuses — I ja II;

c) autobussid, sõiduautod, diiselmootorid, agregaadid ja üksikud sõlmed, gaasiballoonaparatuur ja gaasigeneraatorseadmed — ühes komplektsuses.

I komplektsuse veoautod, samuti sõiduautod ja autobussid kujutavad endast täiskomplektseid autosid koos kerede, kabiinide, veokastide, kõigi agregaatide, aparatuuride, seadmete, armatuuri ja detailidega. Vedurautod võivad olla koos sadulseadmete ja pooljärelvankritega või ilma nendeta.

II komplektsuse veoautod on täiskomplektsed autod ilma veokastideta, furgoonideta ja veokasti või furgooni kinnitusdetailideta.

I ja II komplektsuse gaasiballoon- ja gaasigeneraatorautosid on lubatud anda kapitaalremonti ja remondist välja ilma gaasiballoon- ja generaatorseadmeteta.

I komplektsuse mootorid — need on koostatud mootorid, millel on kõik neile monteeritavad seadmed ja abiagregaadid: sidur, hooratta karter, siduri karter, käigukasti vedava võlli eesmise otsa

laager, põrkmuhv, sisse- ja väljalaskekollektorid, ventilaator, termostaat, veepump, pidurisüsteemi kompressor, õhupuhasti, õlifiltrid, veetorud, generaator, käiviti; ventilaatori, kompressori ja generaatori rihmad, kontrollmõõteriistade andurid ja karteri tuulutussüsteem. Bensiinimootoritel peavad olema veel karburaator, bensiinipump, pumba ja karburaatori vaheline toru, katkestijagaja, süüteküünlad, süütepool ja kõrgepingejuhtmed. Diiselmootoritel peavad olema kütuse etteandepump, pumppihustid või kõrgrõhupump ja pihustid, kütusetorustik, kütuse- ja õlifiltrid, väntvõlli pöörete regulaatorid, õhupuhur, vesijahutusega õliradiaator ja käivitusseade.

II komplektsuse bensiinimootorid on koostatud mootorid koos siduriga, kuid nendel puuduvad ventilaator, veepump, pidurisüsteemi kompressor, õhupuhasti, õlifiltrid, veetorud, generaator, käiviti, kontrollmõõteriistade andurid, karteri tuulutussüsteem, karburaator, bensiinipump, katkesti-jagaja ja süütepool.

Diiselmootoritel II komplektsust ei ole.

Kõigile ülejäänud agregaatidele ja sõlmedele on kehtestatud ainult I komplektsus. Need peavad saabuma remonti tehniliste tingimuste kohaselt komplekteerituna.

Kui autode, agregaatide ja nende sõlmede seisukord ei vasta tehnilistele tingimustele, siis neid kapitaalremonti vastu ei võeta.

Kapitaalremonti saabuvad autod peavad olema sõidukorras, nende seisukord peab olema samasugune, nagu see oli ekspluatatsioonist eemaldamise hetkel.

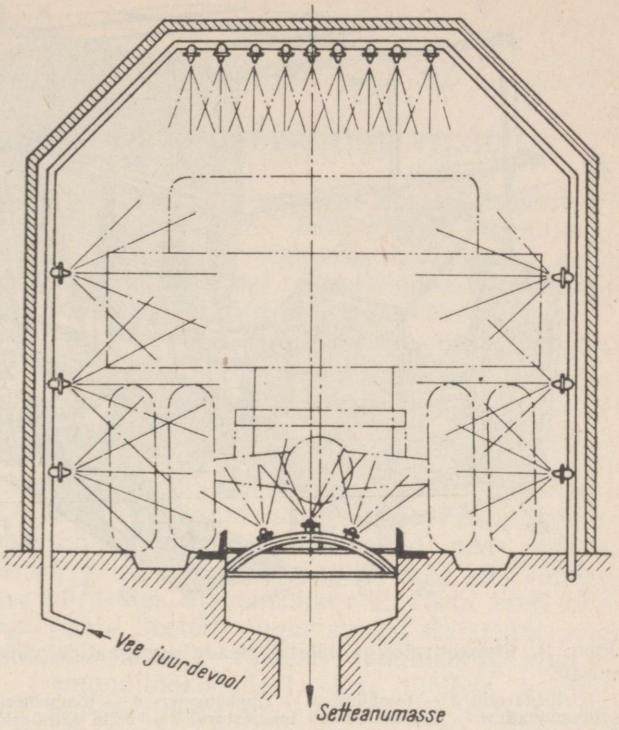
Autod võetakse remonti sõltumatult loomulikul kulumisel tekkinud riketest ja defektidest.

Autod, agregaadid ja sõlmed tuleb enne remondiettevõttele üleandmist puhastada porist ja pesta. Remonti antavatest agregaatidest peab olema õli välja lastud.

Et tõsta automajandite vastutust tehniliste tingimuste range täitmise eest, tuleb remonti andmisel esitada vormikohane tõend üleantava auto komplektsuse ja seisukorra kohta. Tõend peab olema alla kirjutatud garaažijuhataja ja kinnitatud automajandi direktori poolt.

Autod, agregaadid ja sõlmed võtab tellija esindaja juuresolekul vastu remonditehase TKO töötaja. Vastuvõtja kontrollib hoolikalt, kas auto või agregaadid vastavad kehtivatele tehnilistele tingimustele. Vastuvõtjal on õigus avada auto mis tahes agregaati. Juhul kui osa detaile puudub või need on asendatud kõlbmatutega, autosid ja agregaate remonti ei võeta. Seejuures koostatakse akt, kus on näidatud remonti võtmisest keeldumise põhjus. Akt saadetakse automajandile ja samaaegselt kõrgemalseisvale organisatsioonile.

Pärast auto, agregaadi või sõlme remonti võtmist koostab vastuvõtja kahes eksemplaris vormikohase üleande-vastuvõtuakti. Aktile kirjutavad alla tellija esindaja ja vastuvõtja. Üks akti



Joon. 2. Autode välise pesemise kambri skeem

eksemplar antakse tellijale, teine jääb remondiettevõttesse. Vastuvõetud autod, agregaadid ja sõlmed suunatakse remontfondi lattu või vahetult remonti.

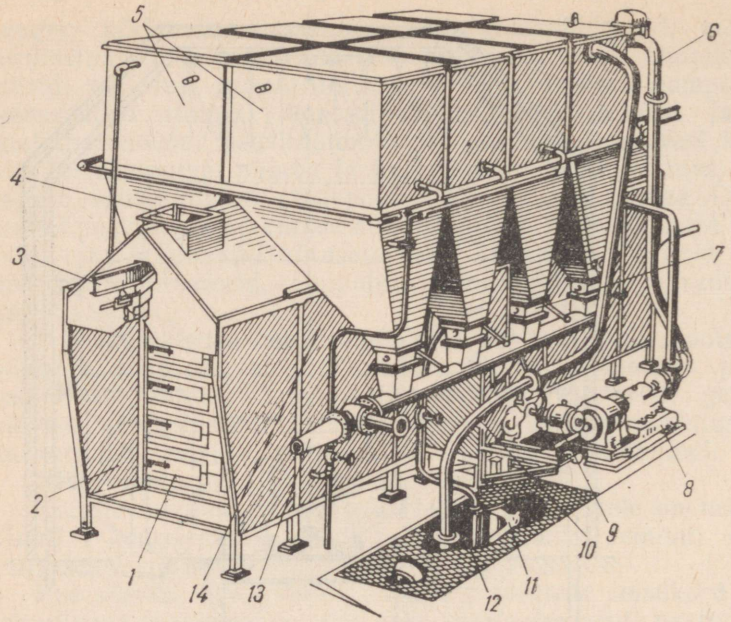
Autode ja agregaatide väline pesemine. Nii demontaažiosakonnas kui ka selle juurde kuuluvates tootmisruumides on töökohtade puhtuse ja tootmiskultuuri tagamiseks vaja autosid ja agregaate hoolikalt väliselt pesta. Autod tuuakse välise pesemise kohale vedukite abil, agregaadid aga — elektrikärude või autotõstukitega.

Väliselt pestakse autosid ja agregaate spetsiaalsetes pesemiskambrites.

Autode välise pesemise skeem on näidatud joonisel 2, joonisel 3 aga rippkonveieriga varustatud läbitava agregaatide pesemisseadme skeem.

Talvel soovitatakse autosid ja agregaate enne välist pesemist soojendada köetud ruumis.

Autosid ja agregaate pestakse väliselt üheprotsendilise



Joon. 3. Rippkonveieriga läbitav seade agregaatide väliseks pesemiseks:

1 — ribakardin; *2* — tambuur; *3* — rippkonveier; *4* — tõmbelõõri luuk; *5* — setteanumad; *6* — puhastatud vee imemistoru; *7* — sette väljalaskmise klapp; *8* — pesemisseadmesse vett andev pump; *9* — elektrimootor; *10* — toru vee juhtimiseks setteanumatesse; *11* — kasutatud vee imemistoru; *12* — kasutatud vett setteanumasse andev fekaalipump; *13* — sette äravoolu kollektor; *14* — pesemiskamber

70...80° C temperatuurini kuumutatud seebikivilahusega. Ühtlasi eemaldatakse agregaatide karteritest õli, mis voolab pesemisseadme üldisse veekogujasse. Pesemisseadme tsoonis transporditakse autosid veokonveieriga, agregaate aga spetsiaalsete vankrite või rippkonveieriga. Veekulu vähendamiseks on pesemisseadmeis ette nähtud vee korduv kasutamine. Sellised nn. ringleva veega pesemisseadmed on varustatud spetsiaalsete veepuhastusseadmetega. Sellised seadmed on ökonoomsed, sest veekulu vähenemise kõrval väheneb ka energiakulu vee kuumutamisel.

4. PEATÜKK

AUTODE LAHTIVÕTMINE

§ 4. PROTSESSI ORGANISEERIMISE VIISID

Autode lahtivõtmine jaguneb kaheks etapiks: autode demonteerimine agregaatideks ja agregaatide lahtivõtmine detailideks. Autode ja agregaatide lahtivõtmine võib olla korraldatud kahel viisil: 1) statsionaarsetel töökohtadel * (statsionaarne lahtivõtmine); 2) vooluliini liikuvatel töökohtadel (voollahtivõtmine).

Esimesel juhul võetakse auto või agregaat lahti ühel töökohal ühe töölise või tööliste rühma poolt. Sel meetodil on protsessi kestus pikk ja suure tootmisprogrammi puhul vajatakse suurel hulgal seadmeid ja tööriistu, mis suurendab omakorda tootmispinda. Statsionaarsetel töökohtadel võiks protsessi kestust tunduvalt lühendada tööliste arvu suurendamisega. Kuid tööliste arvu brigaadis piiravad töörinne ja võimalused nende ratsionaalseks rakendamiseks (kui töölisi on palju, hakkavad nad üksteist segama). Selle meetodi puuduseks tuleb lugeda veel lahtivõtmise ebaühtlust. Vahetuse võrdsetes ajavahemikes ei võeta lahti ühepalju autosid ega agregaate. Seetõttu õigustab end statsionaarsetel töökohtadel lahtivõtmine ainult väikese tootmisprogrammiga remondiettevõtetes (remonditöökodades). Kui tööliste brigaad demonteerib autosid agregaatideks statsionaarsetel töökohtadel, siis spetsialiseerub iga tööline harilikult ühe operatsiooni või operatsioonide rühma sooritamisele. Näiteks üks brigaadiliige võtab maha mootori, teine esi- ja tagasilla jne.

Selline tööliste brigaadisisene spetsialiseerumine võimaldab tööliste kvalifikatsiooni ning rakiste ja tööriistade parema kasutamise arvel isegi statsionaarsetel töökohtadel tootlikkust mõnevõrra tõsta.

---

* Töökoht on eraldi tootmisjaoskond, mis on ette nähtud teatud tehnoloogiliste operatsioonide sooritamiseks ja mida teenindatakse ühe või mitme töölise poolt. Töökohal asuvad tehnoloogiliseks protsessiks vajalikud seadmed, rakised ja tööriistad.

Eraldi seade, mida teenindab üks või mitu töölist (näiteks hüdrotõstuk auto demonteerimiseks või mootori demontaažistend), loetakse üheks töökohaks.

Samuti on üheks töökohaks demontaaži- (montaaži-) konveieri iga positsioon, sõltumata tööliste arvust sellel positsioonil.

Mitmekohalist töölauda, millel mitu töölist võtavad lahti (panevad kokku) sõlmi või detaile üksteisest sõltumatult, vaadeldakse kui mitut töökohta (vastavalt tööliste arvule). Kui seade on ette nähtud teatava kindla lahtivõtmiskoha teenindamiseks, siis kuulub ta sellele töökohale ega moodusta iseseisvat töökohta. Näiteks ei ole tootmisjaoskonnas asuv vedrukammitsate mutrite lahtikeeramise stend iseseisvaks töökohaks, vaid teenindab tagasilla lahtivõtmise töökohta.

Autode ja agregaatide lahtivõtmine vooluliini liikuvatel töökohtadel toimub tehnoloogilise protsessi järjekorras paigutatud töökohtadel. Seejuures liigub lahtivõetav auto pidevalt ühelt töökohalt teisele.

Lahtivõtmise voolumeetodile on omased järgmised iseärasused:

a) kogu tehnoloogiline protsess jaguneb üksikuteks operatsioonideks või operatsioonide rühmadeks;

b) igal töökohal tehakse ainult kindlaksmääratud operatsioone;

c) töökohad paiknevad tehnoloogilise protsessi operatsioonide järjekorras;

d) tööd on sünkroniseeritud, s. t. tööde kestus on igal töökohal võrdne lahtivõtmise takti * kestusega;

e) seadmed, rakised, tööriistad ja tõste-transpordivahendid on spetsialiseeritud töökohtadele.

Voolumeetod on tootmise organiseerimise kõige efektiivsem vorm. Selle meetodi puhul tõuseb tunduvalt tööviljakus, lüheneb tootmistsükkel, tõuseb toodangu kvaliteet ja alaneb omahind.

Töökohtade spetsialiseerimine võimaldab kasutada madalama kvalifikatsiooniga töölisi. Peale selle loob ta laiad võimalused tootmisprotsesside mehhaniseerimiseks. Lahtivõtmise voolumeetod tõstab vastutust kehtestatud töödistsipliini eest. Selle meetodi puhul kasutatakse seadmeid ja tootmispinda kõige efektiivsemalt.

Öeldust selgub, et autode ja agregaatide lahtivõtmise voolumeetodit on otstarbekohane kasutada suure tootmisprogrammiga remondiettevõtetes. Väga suures remondiettevõttes võib olla mitu demontaaživooluliini, eriti juhul, kui seal remonditakse mitmeid automarke. Siis nähakse igale automargile ette eraldi vooluliin. Liinide arv määratakse kindlaks arvutuslikult. Tupik- ja voolumeetodil lahtivõtmise kohtade arvu leidmist vaadeldakse käesoleva õpperaamatu teises osas.

Autoremondiettevõtetes on demontaažitööde iseärasuseks see, et töölised võtavad lahti kaua aega kasutusel olnud autosid, agregaate ja sõlmi. Paljud detailid on määrdunud, vigastatud ja korrodeerunud. Seetõttu tuleb töö korraldada selliselt, et agregaadid ja sõlmed saabuksid lahtivõtmise kohtadele puhastatuna porist ja õlist ning neid ei asetataks operatsioonidevahelisel perioodil põrandale.

Lahtivõtmistööd võib jagada põhi- ja abitöödeks.

Põhitööde hulka kuuluvad vahetult lahtivõtmisega seotud tööd (keermesliidete lahtivõtmine, detailide eemaldamine üksteisest jms.), abitööde hulka — lahtivõetavate agregaatide ja sõlmede paigaldamine, ülesseadmine ja kinnitamine.

Tuleb silmas pidada, et abitööde maht on üsna suur ja selle

---

* Lahtivõtmise taktiks nimetatakse ajavahemikku vooluliinil kahe teineteisele järgneva auto või agregaadi lahtivõtmise vahel, s. o. ajavahemikku, mille järel lahtivõetava auto või agregaadi viimased agregaadid, sõlmed ja detailid võetakse vooluliini viimaselt töökohalt maha.

vähendamine on tähtis ülesanne. Lahtivõtmise organiseerimisel peab põhitööde mehhaniseerimise kõrval osutama suurt tähelepanu ka autode, agregaatide, sõlmede ja detailide ühelt töökohalt teisele transportimise mehhaniseerimisele.

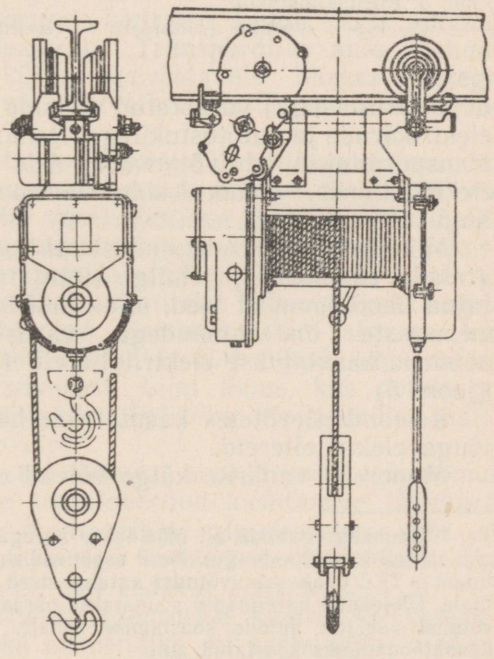
Lahtivõtmise mehhaniseerimine tõstab tootmiskultuuri mitte ainult oma jaoskonnas, vaid ka ettevõttes tervikuna. Ta võimaldab vältida või vähendada detailide vigastamist lahtivõtmisel miinimumini.

§ 5. SEADMED, ABINÕUD JA TÖÖRIISTAD

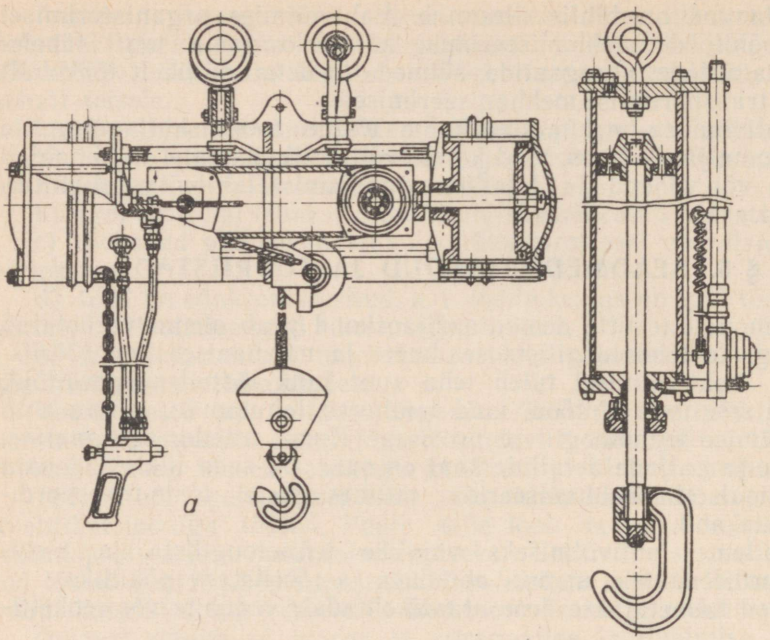
Autoremondiettevõtte demontaažijaoskond peab olema varustatud kaasaegsete tehnoloogiliste seadmete ja mehhaniseeritud tööriistadega. Lahtivõtmisel tuleb teha suur hulk tõste-transporditöid, mis on sisuliselt abitööd, kuid kuuluvad lahutamatu osana auto lahtivõtmise tehnoloogilisse protsessi. Kuna autode, agregaatide, sõlmede ja paljude detailide kaal on suur, on seda liiki tööd vaja maksimaalselt mehhaniseerida mitmesuguste tõste-transpordiseadmete abil.

Vaatleme lahtivõtmiseks vajalike tehnoloogiliste ja tõste-transpordiseadmete, samuti abinõude ja tööriistade põhiliike.

Autod toimetatakse demontaažikohtadele vedukite või veoketti-



Joon. 4. Elektritelfer



Joon. 5. Pneumotõstukid:
a — horisontaalse silindriga (polüspast); *b* — vertikaalse silindriga

dega (trossidega) varustatud vintside abil, kaubaagregaadid * aga elektrikärude ja autotõstukitega. Demonteeritud autode agregaadid transporditakse lahtivõtmiskohtadele elektrikärude, autotõstukite, elektritelferite, monorelsside, konsoolpöördkraanade ja mitmesuguste vankritega.

Monorelss kujutab endast ehituskonstruktsiooni elementide (talade, sammaste jt.) külge kinnitatud I-profiiliga talast valmistatud üheröõpmelist teed, mida mööda liiguvad spetsiaalsed, mitmesuguste tõsteabinõudega varustatud rullikud. Tõsteabinõudena kasutatakse elektritelfereid (joon. 4) ja pneumotõstukeid (joon. 5).

Remondiettevõtetes kasutatakse harilikult 0,25...3,0 T kandejõuga elektritelfereid.

Monorelsi vankrite külge võivad olla riputatud mitmesugused

* Kaubaagregaatide all mõeldakse agregaate, mida arvestatakse väljalaskeplaanis kui kaubatoodangut. Need saabuvad remonti autost eraldi. Pärast remontimist ja TKO poolt vastuvõtmist antakse need valmistoodangu lattu ja sealt tellijale. Ülejäänud agregaadid suunatakse pärast remontimist ja TKO poolt vastuvõtmist vahetult autode koostamise kohale. Viimati nimetatud juhul loetakse kaubatoodanguks koostatud auto.

horisontaal- või vertikaalsilindritega pneumotõstukid. Horisontaalsilindritega tõstukite — polüspastide (vt. joon. 5, *a*) kandejõud on 125...400 kG ja tõstekõrgus 1,2...4,0 m. Vertikaalsilindritega tõstukite (joon. 5, *b*) kandejõud on 170...200 kG ja tõstekõrgus 1,2...1,8 m.

Pneumotõstukeid kasutatakse harilikult lasti viimisel väikesele kaugusele. Vastasel juhul pikeneb tõstuki suruõhumagistraal ja tema kasutamine on tülikas. Pneumotõstukeid võib kasutada raskematel tööreŽiimidel kui elektritelfereid.

Tuleb märkida, et monorelsid võimaldavad toimetada lasti edasi ainult piki monorelsi liini.

Autosid demonteeritakse agregaatideks hüdrotõstukite, estakaadide ja spetsiaalsete alustega varustatud töökohtadel.

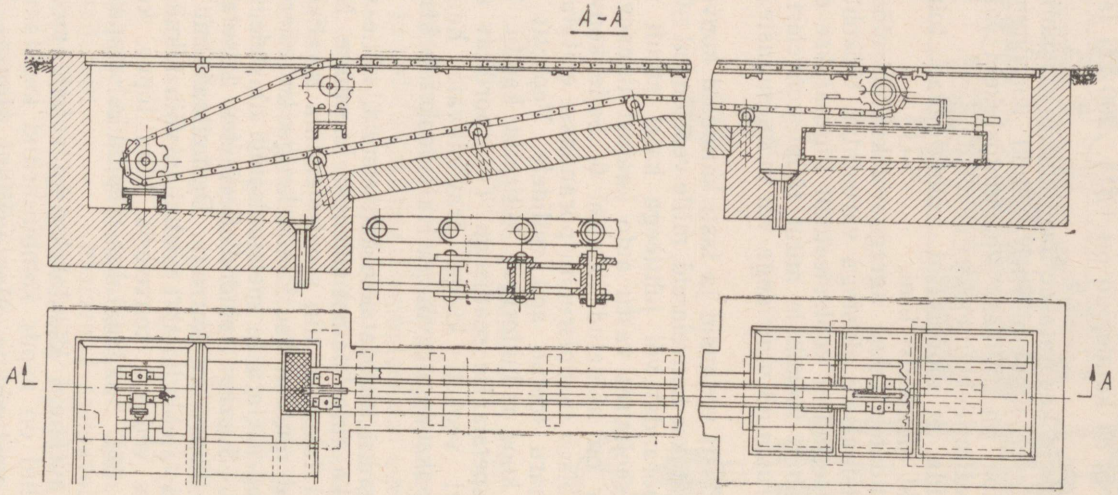
Töö organiseerimisel voolumeetodil liigutatakse demonteeritavat autot töökohalt töökohale mitut tüüpi konveieritega, veoketi või trossiga varustatud vintsidega või mitmesuguste spetsiaalsete vankritega.

Eristatakse lasti vedavaid ja lasti kandvaid konveiereid. Lasti vedavaks nimetatakse konveiereid, mille veoelement nihutab (veab) autot mööda põrandat või juhtteega katet ainult ühest kohast teise, võtmata seejuures vastu auto kaalust tulenevat koormust. Vedav konveier on näidatud joonisel 6. Selle konveieri veoketi ülemine haru libiseb tootmisruumi põrandasse ehitatud juhtrennis, keti alumine haru toetub aga rullidele. Veoketti käitab ajam (elektrimootor koos reduktoriga) ketiratta kaudu. Keti pingust reguleeritakse spetsiaalse seadisega. Transporditav auto ühendatakse konveieri veoketi külge äravõetavate haakeseadistega (varraste ja konksudega) või püsivalt veoketile kinnitatud veonukkidega.

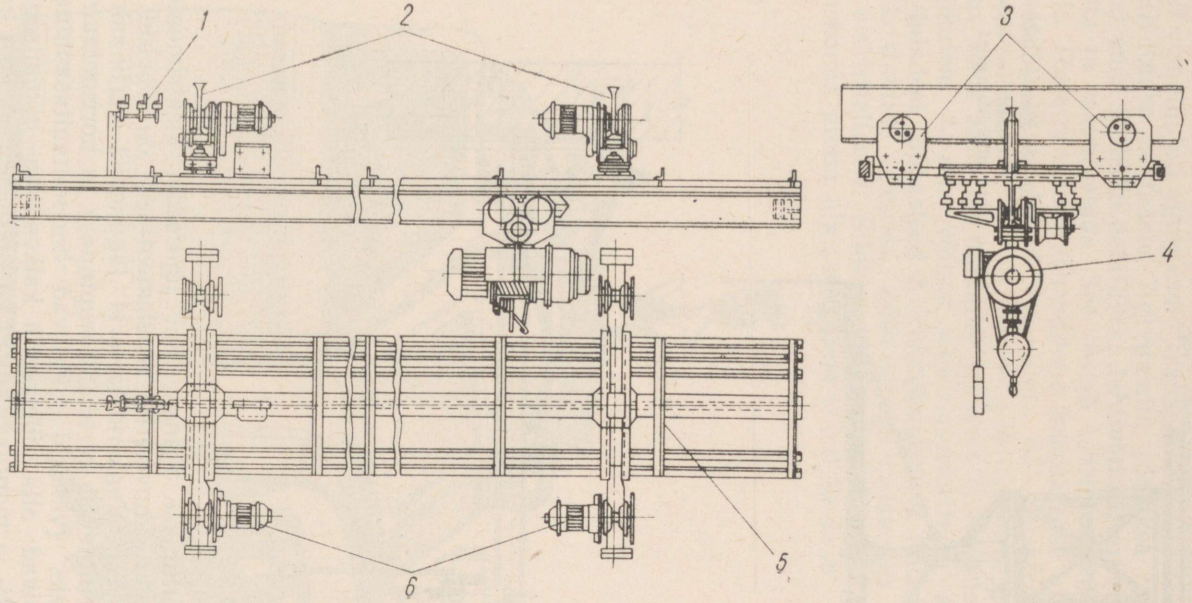
Lasti kandvaiks nimetatakse konveiereid, mille veoelemendid võtavad vastu ka auto kaalust tuleneva koormuse. Nagu vedaval konveieril kasutatakse ka siin veoelemendina tavalisi kette. Selliseid konveiereid nimetatakse kandevketiga konveieriteks. Transporditavad autod asetatakse spetsiaalsetele alustele, mis toetuvad vahetult ketile. Suurtes remondiettevõtetes kasutatakse sageli mõlemat tüüpi konveierit korraga. Demontaažiliini alguses, kui auto ei ole veel täielikult lahti võetud ja võib liikuda oma ratastel, kasutatakse vedavat konveierit. Liini lõpus, kus autolt on rattad eemaldatud, rakendatakse lõplikuks rippasendis lahtivõtmiseks kandevketiga konveierit.

Selliseid konveiereid kasutatakse ka autode montaaži vooluliinidel. Sel juhul on nende kombineeritud kasutamise järjekord ülalvaadeldule vastupidine. Montaažiliini alguses, kus auto on ratasteta, kasutatakse kandevketiga konveierit, liini lõpus, kui auto võib liikuda oma ratastel, aga vedavat konveierit.

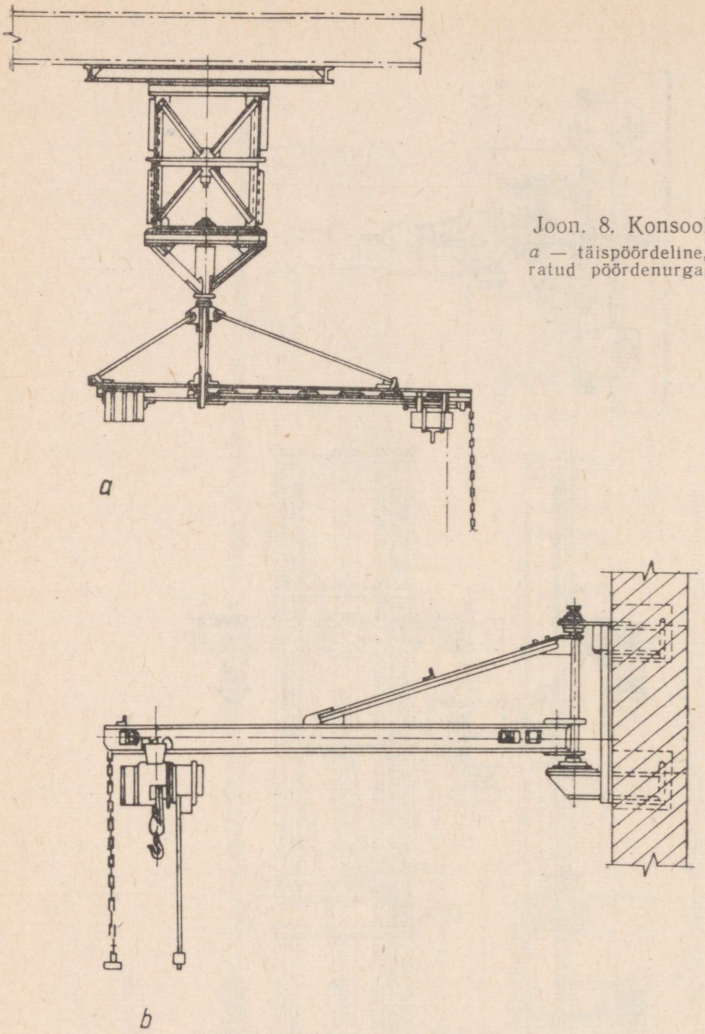
Lasti kandvate konveierite kategooriasse kuulub ka vankerkonveier. Konveieri kandvaks elemendiks on spetsiaalne vanker,



Joon. 6. Autode lahtivõtmise (koostamise) lasti vedav kettkonveier



Joon. 7. Rippuv sildkraana



Joon. 8. Konsoolpöördkraana:
a — täispöördeline, rippuv; *b* — piiratud pöördenurgaga

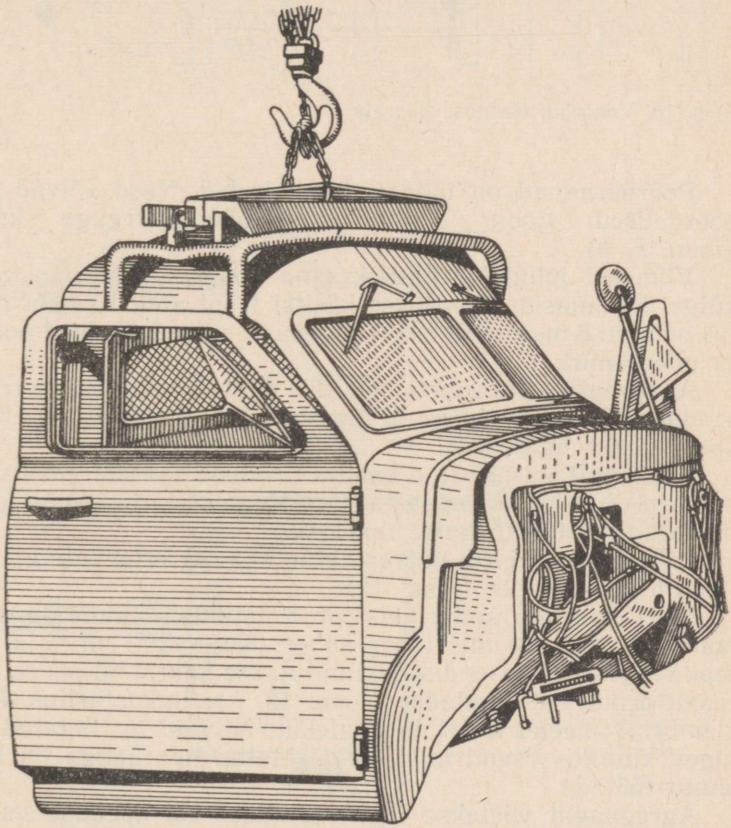
mida liigutatakse konveierliini juhtteedel elektrimootoriga või käsitsi. Nende konveierite veoelementideks on lõputud rull-puks- või puksketid. Vankerkonveierid jagunevad vertikaalringlusega (vankrid ringlevad vertikaaltasapinnas) ja horisontaalringlusega konveieriteks (vankrid ringlevad horisontaaltasapinnas). Konveierid võivad olla pideva või katkendliku liikumisega. Autode demontaaži- ja montaažiliinidel kasutatakse tavaliselt katkendliku liikumisega vankerkonveiereid. Konveieri veoelemendi liikumiskiirus on 8...12 m/min.

Kummuli pöörduvate vankritega vertikaalringlusega konveieri-

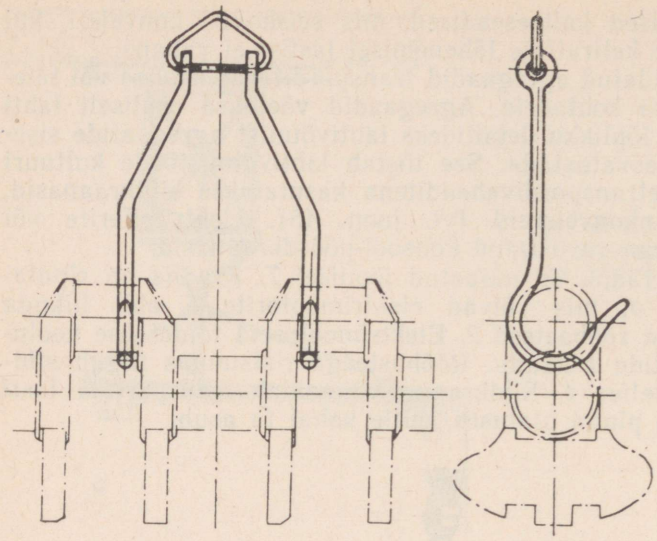
tel on spetsiaalsed kaitseseadised, mis seiskavad konveieri, kui vanker vedavale ketirattale lähenemisel lastist ei vabane.

Autolt eemaldatud agregaadid transporditakse osalise või täieliku lahtivõtmise kohtadele. Agregaadid võetakse osaliselt lahti selleks, et enne lõplikku detailideks lahtivõtmist agregaatide sisemus pesta ja rasvatustada. See tõstab lahtivõtmistööde kultuuri tunduvalt. Tõstetranspordivahenditena kasutatakse sildkraanasid, monorelsse, rippkonveiereid (vt. joon. 45), elektritelferite või pneumotõstukitega varustatud konsool-pöördkraanasid.

Rippuv sildkraana on näidatud joonisel 7. Kraana on riputatud rullikutele *3*, mis võivad elektrimootorite *6* abil liikuda mööda I-taladest rööbasteed *2*. Elektrimootoreid toidetakse vooluvõrgust kontaktide *1* kaudu. Rööbasteega ristsuunas liigub sildkraanal elektritelfer *4*. Sildkraana võimaldab transportida lasti kogu jaoskonna pinna ulatuses, mille kohal ta asub.



Joon. 9. Kabiini tõstmise haarats



Joon. 10. Väntvõlli tõstmise haarats

Pöördkraanad on näidatud joonisel *8*. Need võivad olla täispöördelised (joon. 8, *a*) või pöördenurgaga kuni 150° (joon. 8, *b*).

Viimasel juhul kinnitub kraana hoone kandeseina või samba külge. Kraanasid pööratakse käsitsi tropi abil. Kraana noole ulatus on kuni 8 m. Pöördkraana tegevusraadiust piiravad noole ulatus ja pöördenurk.

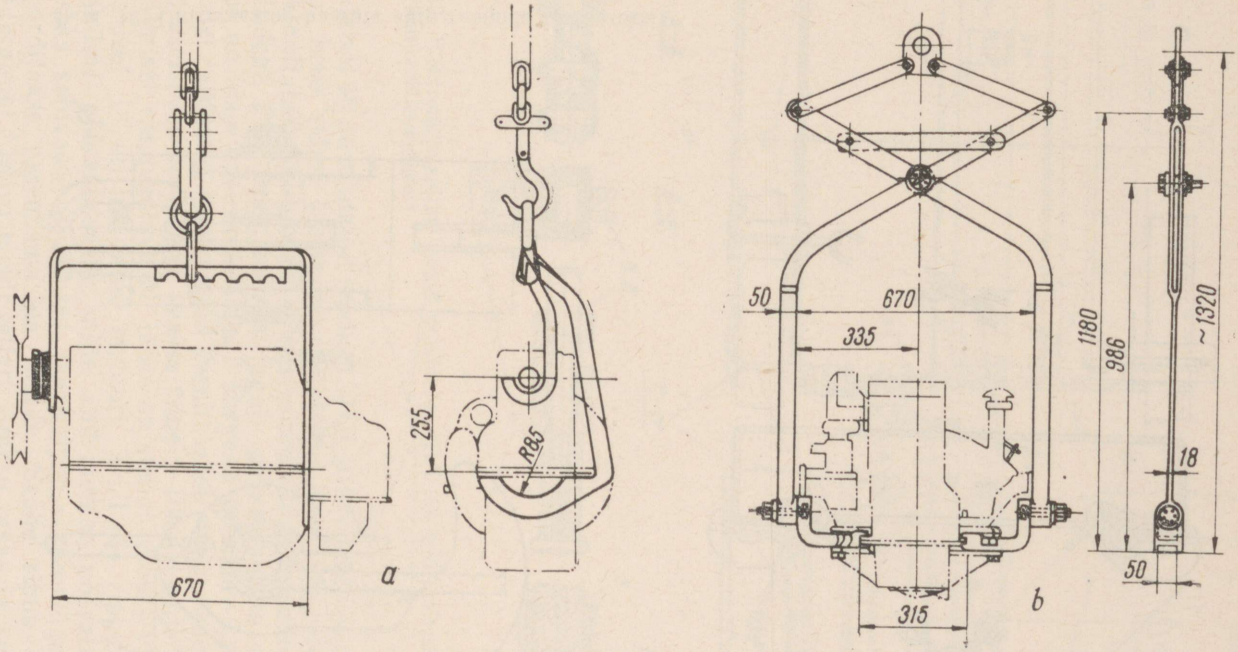
Agregaatide või suurte detailide ühendamiseks tõste-transpordiseadmete konksude külge ja tugevaks kinnitamiseks on ette nähtud spetsiaalsed haaratsid.

Joonisel 9 on näidatud kabiini tõstmise haarats, joonisel 10 aga mootori väntvõlli tõstmise haarats. Väga otstarbekad on joonisel 11 näidatud mootori tõstmise haaratsid.

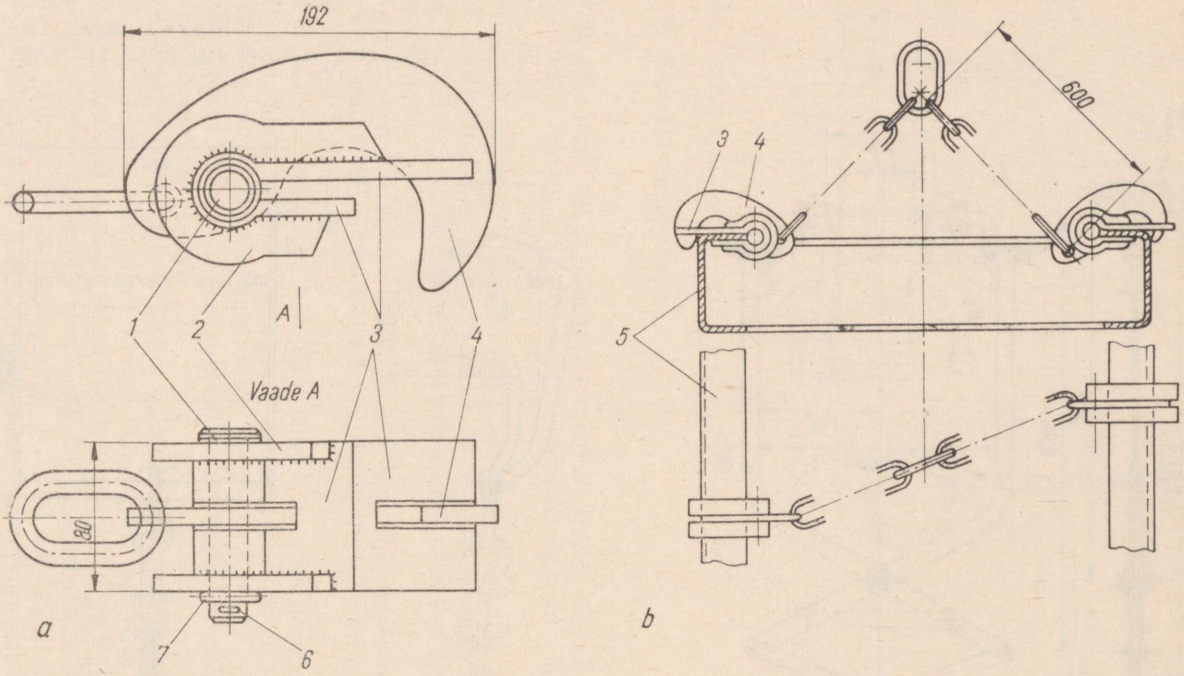
Tähelepanu väärib universaalne haarats erinevate automarkide raamide tõstmiseks (joon. 12).

Selle haaratsi konstruktsioon võimaldab kinnitada klambreid raami pikitaladele mis tahes kohas. Kui raami on vaja tõsta või seada horisontaalasendisse, kinnitatakse haaratsid pikitalade vööle raami erinevates kohtades (joon. 12, *b*). Lukustuslink *4* takistab klambri *3* meelevaldset lahtitulekut. Niiviisi on tagatud haaratsi tugev kinnitus raami külge. Kirjeldatud haaratsiga on hõlbus ja ohutu töötada.

Agregaadid võetakse lahti stendidel või spetsiaalsete rakiste abil, mis võimaldavad agregaati töötamiseks sobivasse asendisse pöörata.

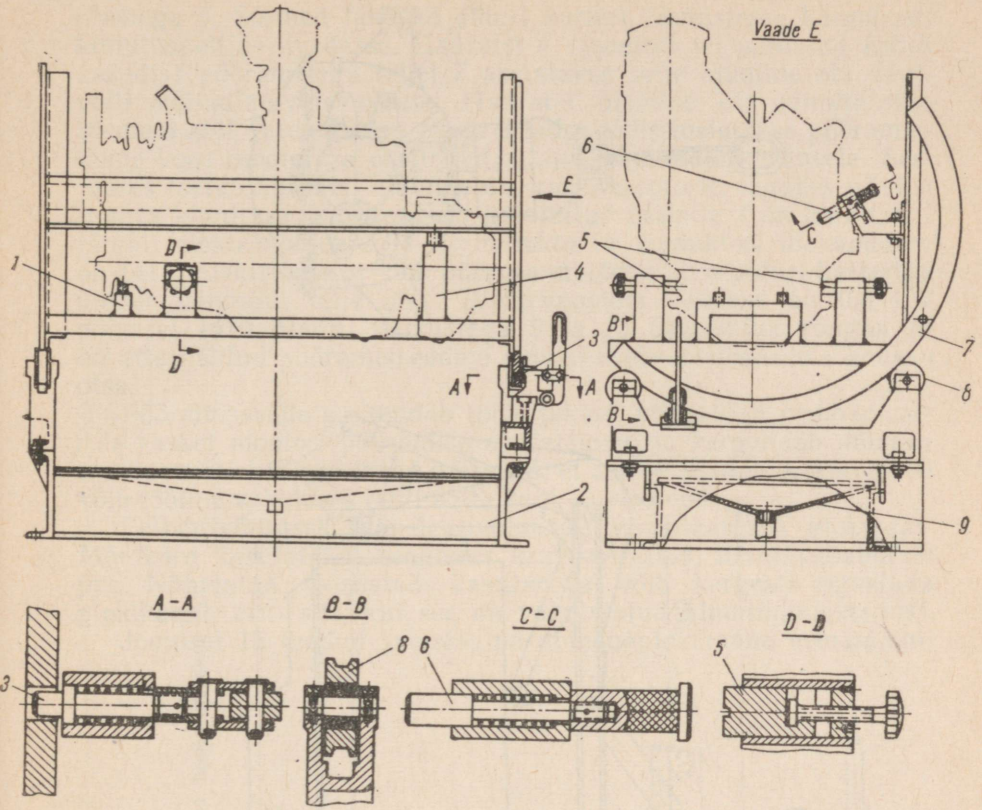


Joon. 11. Mootorite tõstmise haaratsid;
a — ГАЗ-51; *b* — ЗИЛ-164



Joon. 12. Universaalne haarats auto raamide tõstmiseks:

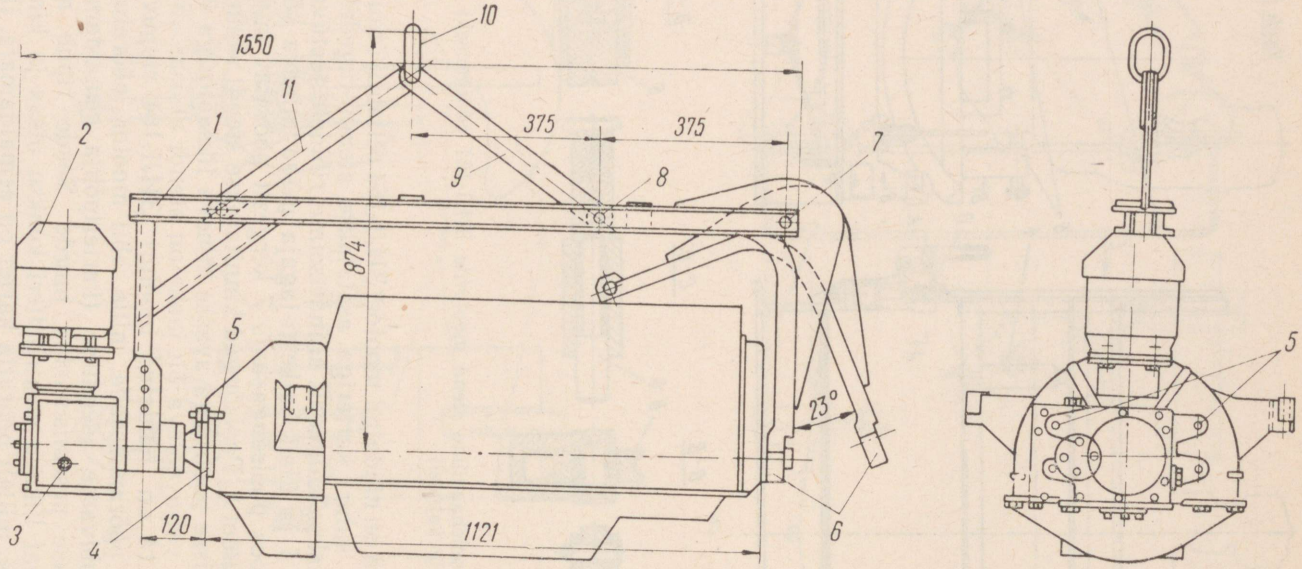
a — konstruktsioon; *b* — asend ülestõstetud raamil; *1* — telg; *2* — tugevusribi; *3* — klamber; *4* — lukustuslink; *5* — auto raam; *6* — splint; *7* — seib



Joon. 13. Elektromehaaniline stend mootorite ЗИЛ-164 pööramiseks eellahtivõtmisel (kontrollülevaatusel)

Joonisel 13 on näidatud mootori ЗИЛ-164 eellahtivõtmise stend. Mootor koos siduri karteriga asetatakse stendi tugedele *1* ja *4* ning kinnitatakse külgedelt silindriseinte ribidele toetuvate kinnituspoltidega *5* ja ülalt katkesti-jagaja pessa mineva sõrmega *6*. Mootor on koos poolrõngastega *7* kergesti pööratav kuullaagritel liikuvatel rullidel *8*. Poolrõngad kinnitatakse stendi raami *2* suhtes teatud asendisse poolrõnga avasse mineva fiksaatoriga *3*. Mootori lahtivõtmisel väljavoolava õli jaoks on stendi allosas vann *9*.

Joonisel 14 on näidatud mootori ЗИЛ-164 rippuv elektromehaaniline pööramisseade, mille abil mootor pööratakse lahtivõtmiseks sobivasse asendisse (karteripõhja eemaldamiseks) ja transporditakse pesemismasina juurde. Seade ripub monorelsil või sildkraanal liikuva elektritelferi konksu otsas ja kinnitatakse mootori külge, millelt hooratta karter on eemaldamata, järgmiselt. Siduri karteri keskavasse asetatakse äärik *4* ja fikseeritakse kahe



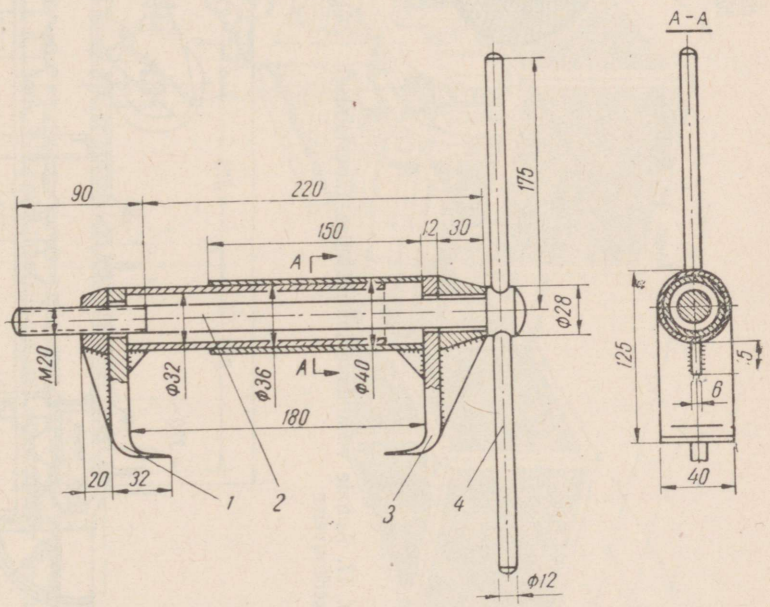
Joon. 14. Mootori ЗИЛ-164 elektromehaaniline pööramisseade

sõrmega *5*. Sõrmed lähevad siduri karteri ülemistesse käigukasti kinnituspoltide avadesse. Haaratsi *6* (joonisel on näidatud kahes asendis) pööramisega teljel *7* asetatakse selle alumine ots väntvõlli väljaulatuvale otsale. Haaratsi ülemine ots kinnitatakse sõrme *8* abil parempoolse varda *9* külge. Siis tõstetakse pööramisseade koos mootoriga elektritelferi abil vajalikule kõrgusele. Seejuures toetub haaratsi alumine ots vastu mootorit, tagades niiviisi tugeva kinnituse. Karpterasest keevitatud raamile *1* on kinnitatud jäigalt elektrimootor *2* ja tigureduktor *3* (reduktori ülekandearv on 141). Elektrimootor võib pöörata mootorit koos siduri karteriga ümber väntvõlli telje 360°. Elektrimootori võimsus on 0,6 kW pööretel 1410 p/min. Varrastega *9* ja *11* ühendatud rõngas *10* on ette nähtud pööramisseadme riputamiseks tõsteseadme konksu otsa.

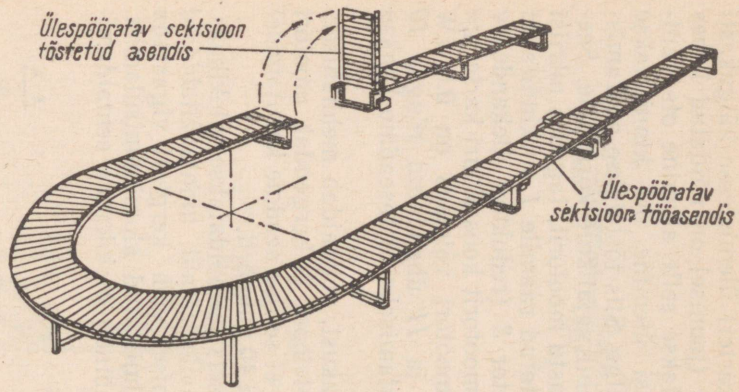
Pööramisseade suurendab tööviljakust, võimaldab mehhaniseerida rasket mootori pööramise operatsiooni ja kergendab mootori transportimist. Kogemused näitavad, et sellise seadme kasutamisel võib tööline vahetuses lahti võtta kuni 40 mootorit.

Eellahtivõtmisel (või lahtivõtmisel) eemaldatakse plokikaas. Mõnikord kasutatakse seejuures kruvikeerajaid, montaažilabidaid jms. Nimetatud tööriistade kasutamisel võib kergesti vigastada plokikaant, eriti siis, kui see on valmistatud alumiinimisulamist.

Joonisel 15 toodud spetsiaalne abinõu plokikaane eemaldami-

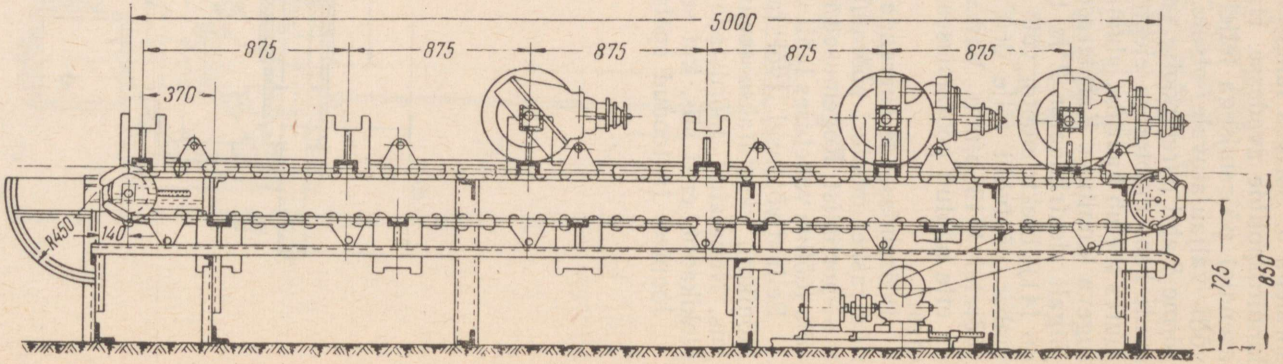


Joon. 15. Abinõu plokikaane eemaldamiseks mootori lahtivõtmisel

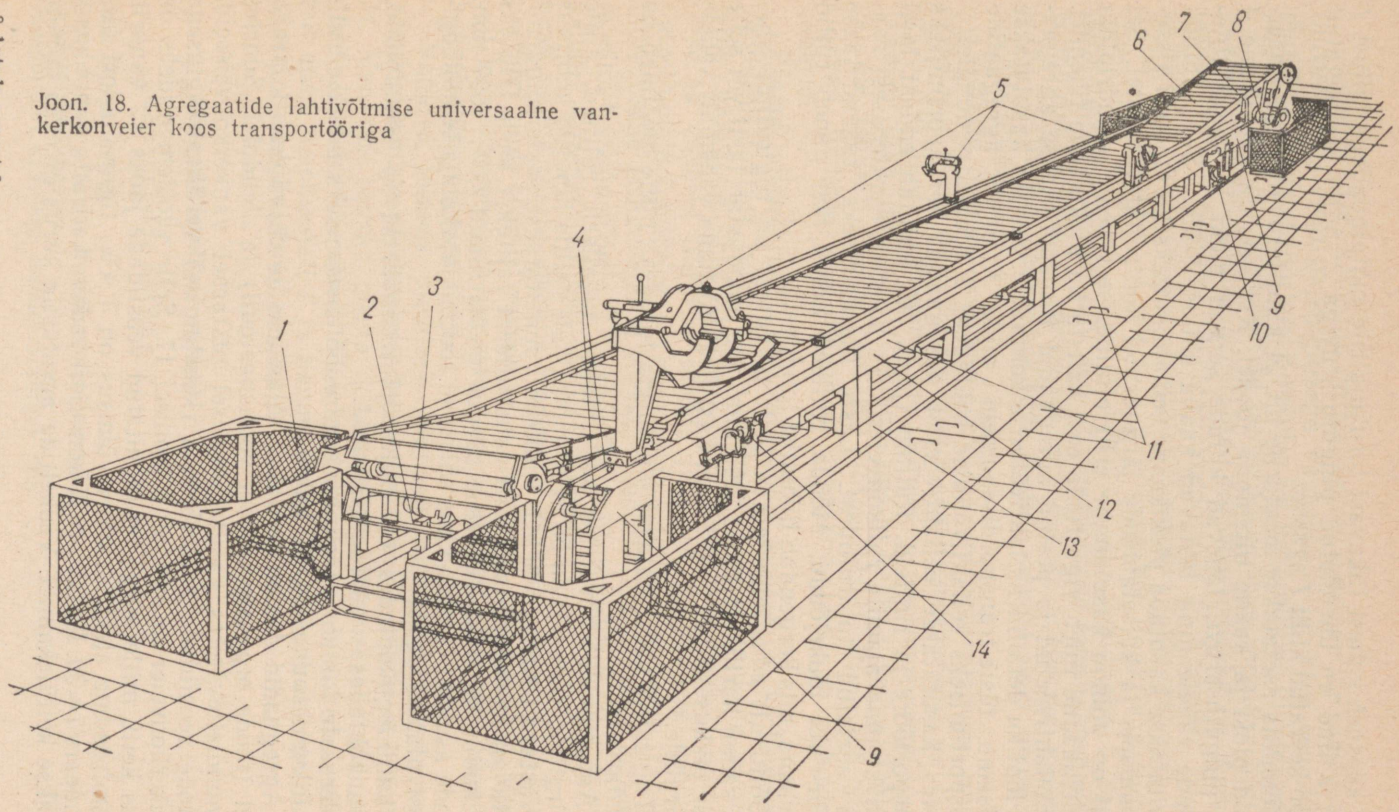


Joon. 16. Rulltee

Joon. 17. Autode veosildade lahtivõtmise (koostamise) vankerkonveier



Joon. 18. Agregaatide lahtivõtmise universaalne vankerkonveier koos transportööriga



seks koosneb kahest liikuvast torukujuliste juhtpindadega kiilust *1* ja *3*. Kiilud on ühendatud pingutuskruviga *2*, mille keermetatud ots on keeratud kiilu *1* avasse.

Tõmmits asetatakse mootorile nii, et kiilu teravad servad asetseksid ploki ja kaane liitepinna joonel. Kui keerata käepideme *4* abil pingutuskruvi, lähevad kiilude servad ploki ja kaane liitepindade vahele ning tõstavad kaane ühtlaselt üles. Seda abinõu soovitatakse kasutada plokikaane eemaldamiseks ka mootori sissetöötamisele ja katsetamisele järgnevatel kontrollülevaatustel. Sel juhul on abinõu kasutamine eriti oluline, sest peale silindriploki ja plokikaane tuleb vigastuste eest kaitsta ka plokikaane tihendit.

Eellahtivõetud ja pestud agregaadid transporditakse agregaatide lõpliku detailideks lahtivõtmise kohtadele. Selleks kasutatakse neidsamu tõste-transpordiseadmeid, mida kasutati agregaatide transportimiseks eellahtivõtmise kohtadele. Paljudes remondiettevõtetes kasutatakse eellahtivõetud agregaatide transportimiseks transportööre ja rullteid. Rulltee (joon. 16) kujutab endast lasti kandvat ilma ajamita rullkonveierit. Ta koosneb nurkterasest raamile asetatud tugirullidest. Lasti liigutamiseks rakendatakse tõmbe- või tõukejõudu. Mööda rullteed liikuv last paneb rullid pöörlema, mis kergendab liikumist tunduvalt.

Sõltuvalt edasitoimetatava lasti pikkusest on tugirullidevaheline samm harilikult 100...200 mm. See moodustab lasti või selle aluse pikkusest 0,2...0,25 osa. Last peab toetuma vähemalt kahele tugirullile.

Tugirullid valmistatakse õmbluseta torudest, mille mõõtmed on standardsed.

Autoremondiettevõtetes kasutatakse tavaliselt rullteid, mille tugirullide läbimõõt on 55 ja 73 mm. Ühele rullile lubatud koormus on vastavalt 400 ja 500 kG. Rullteed valmistatakse sektsioonidena. Sõltuvalt transporditava lasti gabariitidest valitakse teede laiuseks 600 kuni 1000 mm. Rullteede kõrgus on harilikult 600...800 mm. Nende asukoht ja üldpikkus sõltuvad tootmisjaoskonna tehnoloogilisest planeeringust.

Läbikäigukohtades on rullteedel ülespööratavad sektsioonid, käänukohtades — pöördsektsioonid.

Raskete lastide edasitoimetamise hõlbustamiseks tehakse rulltee liikumissuunas 2...4° kaldu.

Agregaadid demonteeritakse sõlmedeks ja detailideks konveieritel (tööde organiseerimisel voolumeetodil) ja stendidel. Suurtes remondiettevõtetes kasutatakse sel otstarbel vankerkonveiereid. Autode veosildade lahtivõtmise (koostamise) vertikaalringlusega vankerkonveier on näidatud joonisel 17. Selle veoelementideks on kaks ketti, mille külge on kinnitatud veosildade jaoks 12 vankrit. Ajamiseadme elektrimootori võimsus on 1 kW, tigureduktori ülekandearv $i=30$. Reduktori ja konveieri vedava ketiratta vahel kasutatakse kettülekannet. Veokettide arvutuslik kiirus on 9,25 m/min.

Joonisel 18 on näidatud mitmesuguste agregaatide lahtivõtmise universaalne vertikaalringlusega vankerkonveier koos eemaldatud detailide transportööriga. Konveier on katkendliku liikumisega ja ette nähtud kahe agregaatide lahtivõtmise tehnoloogilise liini teenindamiseks. Eemaldatud detailide transportimiseks on konveierliinide vahele paigutatud plaattransportöör *6*. Konveier koosneb üksikutest sektsioonidest. Sõltuvalt konveieri pikkusest võib keskmiste sektsioonide *11* arv olla mitmesugune. Vankrid *4* liiguvad koos neile asetatud detailide kinnitamise vahenditega *5* veoketi toimel mööda ülemist juhtteed *12*. Äravõetavad kinnitusvahendid *5* võimaldavad kiiresti agregaadi töötamiseks sobivasse asendisse seada. Sõltuvalt demontaažiliini postide arvust võib vankrite *4* arv olla mitmesugune.

Vankrid ühendatakse veoketi külge vedruhaaratsitega, mis on arvestatud kõige raskema agregaadi edasitoimetamiseks vajalikule jõule. Kui haaratsi koormus on töötamisel piirkoormusest suurem (vanker jääb suunajatele kinni jms.), hakkab vedru tööle ja haarats lahutab vankri veoketist automaatselt. Enne töö algust võtavad töölised igal töökohal haaratsid lahti ja pidurdavad vankrid.

Pärast ettenähtud lahtivõtmistööde lõpetamist katkestatakse vooluliini taktiga määratud ajavahemiku järel vankrite pidurdamine, haaratsid ühendatakse külge, lülitatakse veoketi ajam *10* sisse ja vankrid liiguvad mööda juhtteed järgmistele vooluliini töökohtadele. Lahtivõetud agregaatide detailid asetatakse transportööri lindile (väikedetailid võrkkorvidesse), mis viib need pesemismasina transportöörile. Transportööri käitab elektrimootor ajami *8* kaudu. Agregaatide lahtivõtmise konveierliini transportööri lint peab asuma pesemismasina transportööri lindist kõrgemal. Transportööri lindi kõrgust muudetakse spetsiaalse seadisega *7*. Viimaselt lahtivõtmiskohalt liiguvad vankrid mööda alumist juhtteed *13* konveierliini algusse tagasi.

Vankrid viiakse ülemiselt juhtteelt alumisele (tagastavale) pneumoajamiga pööramisseadmete *9* abil, mida juhitakse kraaniga *14*. Vankrid peavad olema kinnitatud pööramisseadmeile enne nende kummulikeeramist. Jõud kantakse pneumosilindrite varrastelt edasi hammaslati *2* ja hammasratta *3* kaudu. Vankrite ohutu pööramise tagavad võrkpiirded *1*.

Konveieri tehnilised andmed

Linttransportöör

Lindi kiirus m/min.	5
Elektrimootori võimsus n=930 p/min juures kW	1
Reduktori ülekandearv	48; 57
Transportööri keskmise sektsiooni kõrgus mm	600

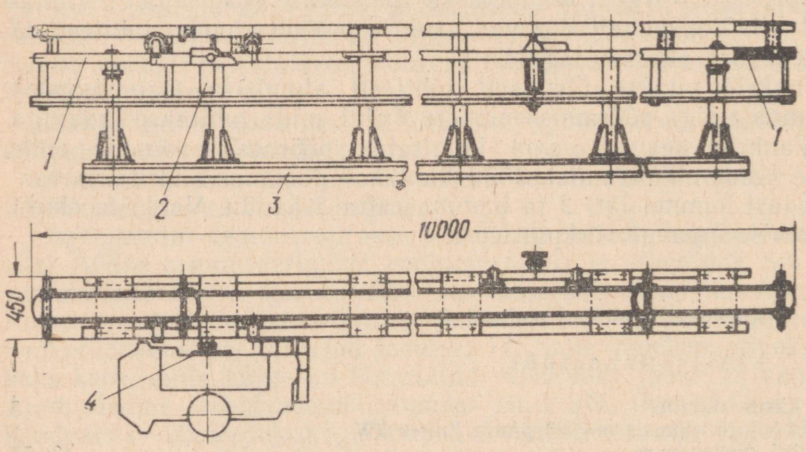
Vankri kiirus m/min	5
Elektrimootori võimsus $n=1410$ p/min juures kW	0,6
Reduktori ülekandearv	41
Rõhk pööramisseadme pneumosilindrites kG/cm²	2...4
Kummulipööramise kestus s	2...3
Konveieri gabariitmõõtmed mm:	
pikkus	4700+2000 n
(n — keskmiste sektsioonide arv)	
laius	2100
kõrgus	950

Agregaatide lahtivõtmise (koostamise) stendid võivad olla mitut tüüpi ja mitmesuguse konstruktsiooniga. Stendi tüüp sõltub agregaatide konstruktsioonist, mõõtmetest ja kaalust, samuti lahtivõtmise viisist (voolumeetodil või statsionaarsetel kohtadel).

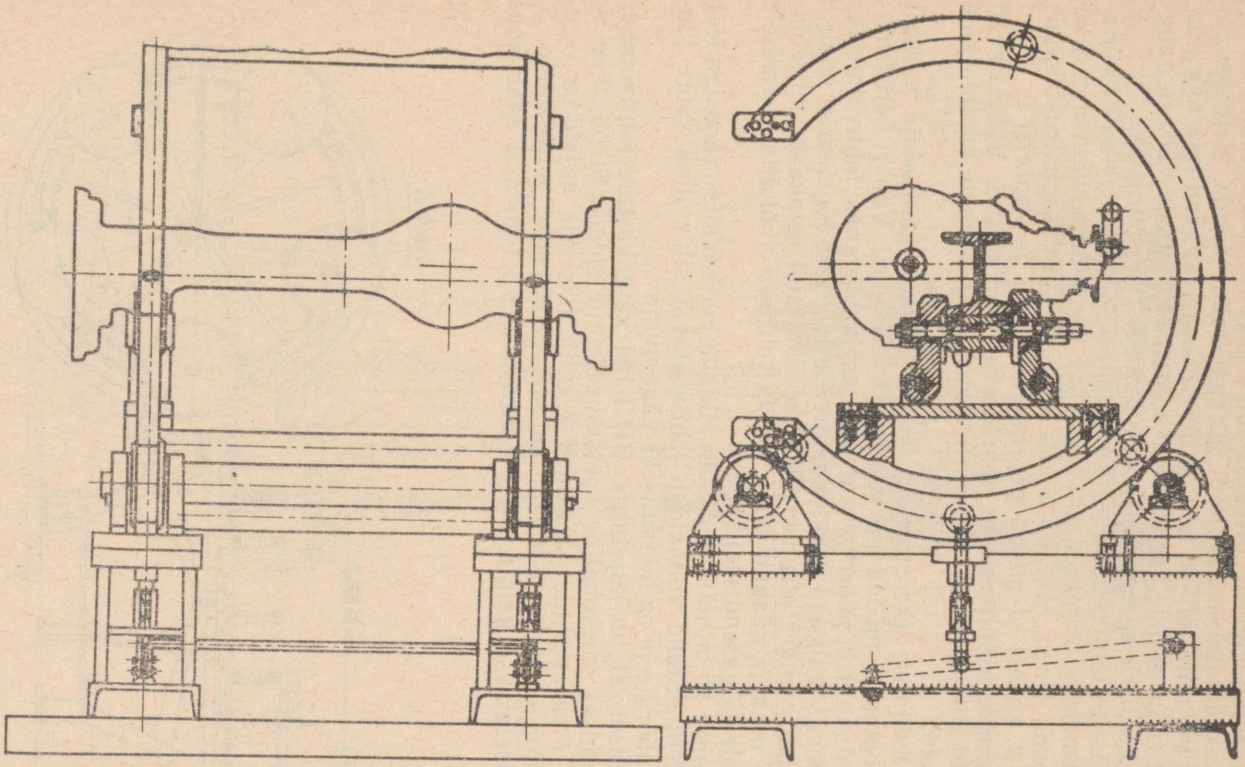
Stendi konstruktsioon peab tagama ohutu ja mugava töötamise ning minimaalse ajakulu agregaadi kohaleasetamiseks ja äravõtmiseks. Paljudel juhtudel peab olema võimalik agregaati töötamiseks sobivasse asendisse pöörata. Agregaatide ootamatu pöördumise tõkestamiseks on stendidel stopperseadised. Sõltuvalt ülesandest võivad stendid olla universaalsed ja spetsiaalsed. Universaalseiks loetakse neid stende, mis on ette nähtud mitme automargi samatüübiliste agregaatide või ühe automargi erinevate agregaatide remontimiseks. Suure tootmisprogrammiga remondiettevõtteis kasutatakse harilikult spetsiaalstende.

Stendid võivad olla paiksed (liikumatu alusega) ja liikuvad. Viimased saavad liikuda mööda juhtteid ühelt töökohalt teisele.

Pealeasetatavate agregaatide arvu järgi jagunevad stendid ühe- ja mitmekohalisteks. Kui tootmisprogramm on suur ja lahti-



Joon. 19. Mootori lahtivõtmise (koostamise) estakaadstend



Joon. 20. Auto sildade lahtivõtmise (koostamise) pöördstend

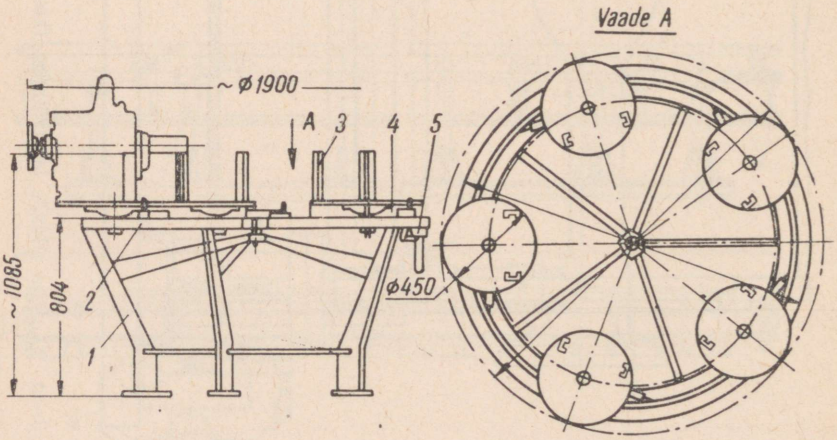
võtmise tehnoloogiline protsess tuleb jagada operatsioonide rühmadeks, kasutatakse harilikult mitmekohalisi stende. Neid teenindab üks või mitu töölist, nad on mugavad ja tagavad laia töörinde. Esimest tüüpi stende kasutatakse suhteliselt lihtsate väikese gabariidi ja kaaluga agregaatide lahtivõtmisel (koostamisel).

Mootorite lahtivõtmiseks (koostamiseks) voolumeetodil kasutatakse remondiettevõtteis mitme töölise poolt teenindatavaid estakaadstende (joon. 19). Estakaad koosneb keeviskonstruktsioonis alusest *3*, kahest otsmisest pöördeseadisest *1* ja vankrist *2*, millel on mootorite kinnitamiseks vahetatavad kandurid *4*. Vahetatavad kandurid võimaldavad lahti võtta (koostada) mitmete automarkide mootoreid.

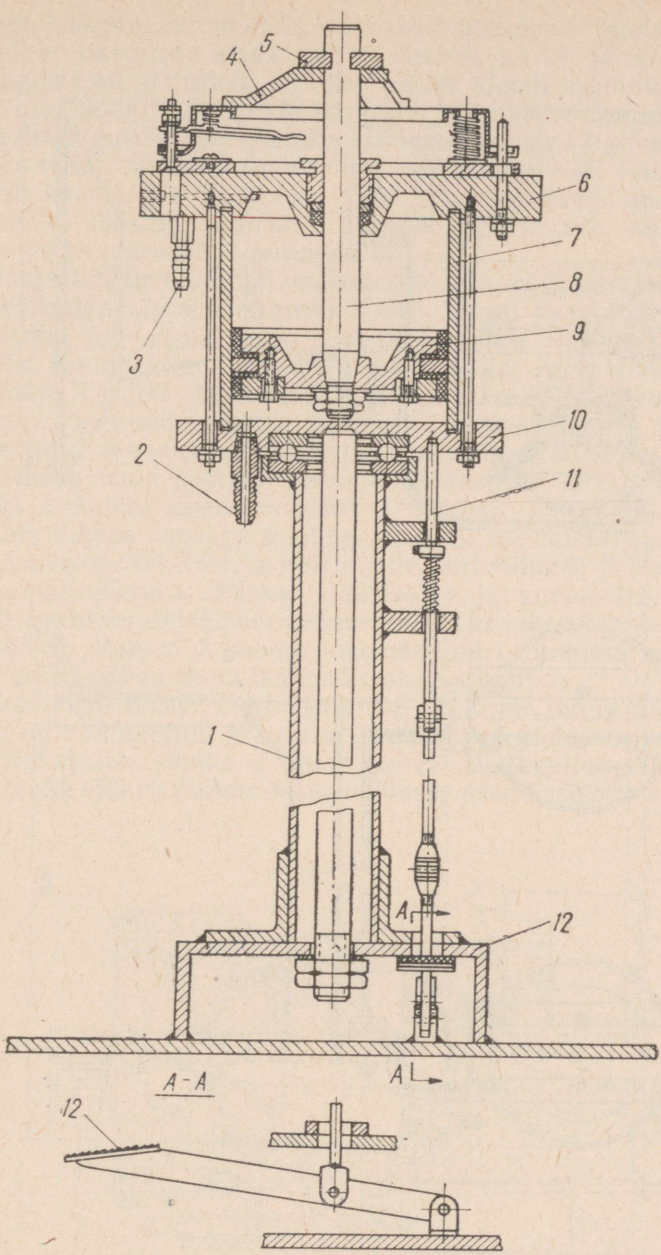
Lahtivõtmise (koostamise) käigus lükkab monteerija vankrit koos mootoriga mööda estakaadi juhtteed edasi. Vankri konstruktsioon võimaldab pöörata mootorit vertikaalpinnas lahtivõtmiseks vajalikku asendisse. Pärast mootori lahtivõtmise lõpetamist viiakse vabanenud vanker otsmise pöördeseadme abil estakaadi mittetöötavasse ossa ja saabub sealt mööda juhtteed vooluliini esimesele töökohale (algasendisse) tagasi.

Joonisel 20 on näidatud auto sildade lahtivõtmise (koostamise) pöördstend. Stend võimaldab lahtivõetavat silda ilma suure jõukuluta pöörata ja on töötamiseks väga mugav.

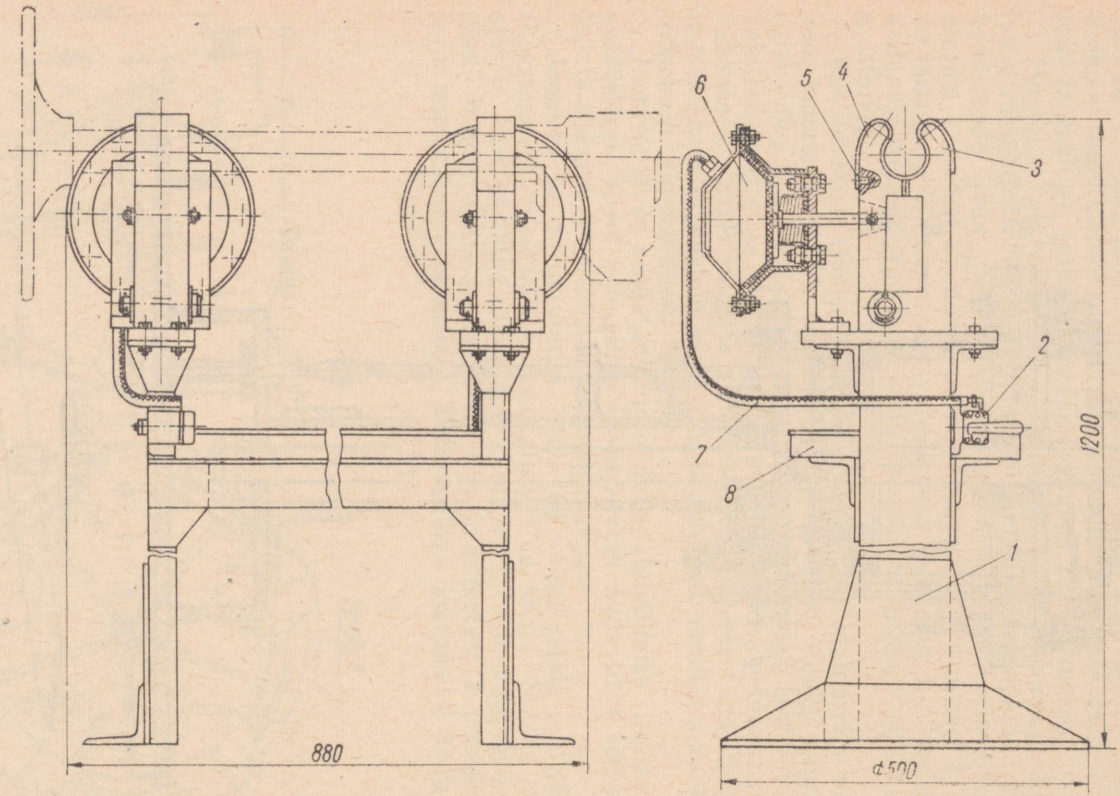
Joonisel 21 on kujutatud ЗИЛ-164 käigukastide lahtivõtmise (koostamise) viiekohaline spetsialiseeritud stend. Stendi keevisalusele *1* on asetatud pöördlaud *2*, mille fikseerib vajalikku asendisse stopperseadis *5*. Laual on viis pöördketast *4* pesadega *3*, kuhu asetatakse käigukastid. Lahtivõetava käigukasti saab koos



Joon. 21. Käigukastide ЗИЛ-164 lahtivõtmise (koostamise) viiekohaline spetsialiseeritud stend



Joon. 22. Sidurite lahtivõtmise (koostamise) stend



Joon. 23. Roolimehhanismide lahtivõtmise (koostamise) stend:
1 — sammas; *2* — juhtimiskraan; *3* — pihtide liikumatu põsk; *4* — pihtide liikuv põsk; *5* — nahkvooder; *6* — pneumokamber; *7* — vooliik; *8* — pann

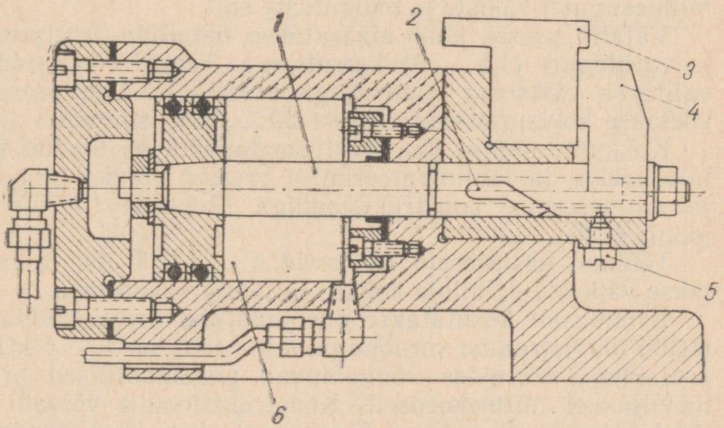
kettaga pöörata töötamiseks vajalikku asendisse. Konstruktsioon võimaldab fikseerida ketast neljas asendis iga 90° järel.

Kogemused näitavad, et üks sellist stendi teenindav tööline võtab ilma kohalt lahkumata lahti viis käigukasti. Seejuures sooritab ta ühesuguseid operatsioone kordamööda iga käigukasti juures. Näiteks võtab ta järjekorras kõigil viiel käigukastil esialgu maha ülemise kaane, siis lisaajami luugi külgmise kaane jne.

Sellisel töö korraldamisel lüheneb tööriistade vahetamiseks kuluv aeg ja suureneb tööviljakus.

Joonisel 22 on näidatud ühekohaline sidurite lahtivõtmise (koostamise) paikne (statsionaarne) stend. Stendi kasutatakse järgmiselt. Enne töö algust peab varras *8* asuma äärmises ülemises asendis. Komplektne sidur asetatakse stendi tugiplaadile *6*. Siis asetatakse vardale *8* surveäärik *4* nii, et selle kõik kolm käppa toetuksid vastu siduri kesta. Seejärel asetatakse varda väljalõigetele kergesti ära võetav seib *5*, mis lukustab surveääriku. Pneumokraani käepideme pööramisel suundub suruõhk mööda torustikku stutseri *3* kaudu pneumosilindri *7* ülaossa. Õhurõhu mõjul liigub kolb *9* koos vardaga *8* kõige alumisse asendisse, surub siduri kesta vastu surveketast ja hoiab selle lahtivõtmise perioodil kindlalt samas asendis. Pärast sidurikesta ja surveketta ühenduspoltide lahtikeeramist pööratakse pneumokraani käepidet ja suruõhk pääseb stutseri *2* kaudu pneumosilindri alumisse ossa. Nüüd liigub kolb koos vardaga tagasi ülemisse asendisse.

Samal ajal tõuseb siduri kest survevedrude mõjul üles. Stendi ülaosa on valmistatud liikuvana ja võib pöörduda horisontaalpinnas torukujulise samba *1* pesas asuval tugikuullaagril. Seetõttu on võimalik sidurit töötamiseks sobivasse asendisse pöörata. Stendi



Joon. 24. Lukksepa pneumokruustangid

liikuv osa kinnitatakse vajalikku asendisse alumise plaadi *10* auku mineva fiksaatoriga *11*. Plaadi aukude arv vastab siduri võimalikele asenditele lahtivõtmisel (koostamisel). Fiksaatori viimiseks auku vajutatakse jalaga pedaalile *12*.

Stendi tehnilised andmed

Õhurõhk kG/cm²	4...6
Pneumosilindri läbimõõt mm	200
Varda jõud kG õhurõhu puhul 4 kG/cm²	1200
Siduri ülesseadmiseks kuluv aeg min.	0,5

Joonisel 23 on näidatud roolimehhanismide lahtivõtmise (koostamise) stend.

Lahtivõtmisel eemaldatud sõlmede ja alagruppide demonteerimist jätkatakse pneumo- või käsikruustangidega varustatud töölaudadel ja spetsiaalstendidel, kus kasutatakse mitmesuguseid rakiseid ja tööriistu. Üks pneumokruustangide konstruktsioon on näidatud joonisel *24*. Vardale *1* kinnitatud liikuv pakk *4* võib liikuda pneumosilindri *6* kolvikäigu võrra. Liikuva paki silindrilisel osal on kruvisoon *2*, millesse läheb kruvi *5* väljaulatuv ots. Sellise konstruktsiooni puhul pöördub liikuv pakk vasakult paremale liikumisel 90 kraadi võrra ning detaile ja sõlmi on hõlbus eemaldada või kohale asetada. Vastassuunalise kolvikäigu perioodil pöördub kruustangide liikuv pakk esialgu tööasendisse, seejärel pigistab aga detaili või sõlme kinni. Pneumaatilise käitamisega lukksepakruustangide kokkupigistamiseks on vaja 6...8 sekundit, kusjuures kehalist jõudu kulub minimaalselt. Tavaliste paralleelkruustangidega, millel on kruviajam, kulub detaili või sõlme kinnipigistamiseks 20...30 sekundit ja vajatakse töölise lihasejõudu 12...16 kG.

Liikumatute istudega detailid võetakse lahti pressidel või mitmesuguste rakiste ja tõmmitsate abil.

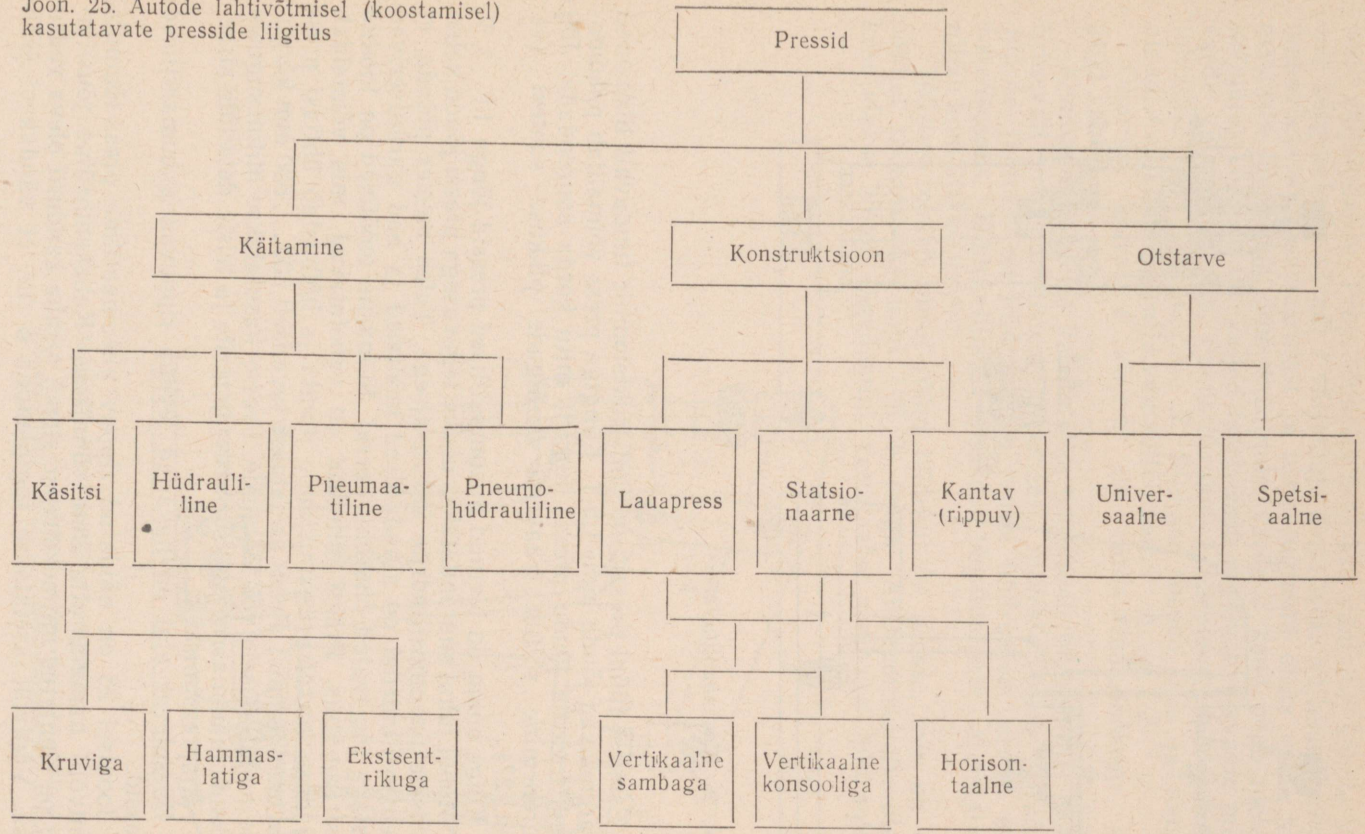
Vajalik pressi jõud määratakse detailide lahtipressimise jõu ja varuteguri (1,5...2) korrutisega. Teguri suuremad väärtused valitakse väiksema võimsusega pressidele. Lahtipressimise jõud võetakse kokkupressimise jõust 20...25% suurem.

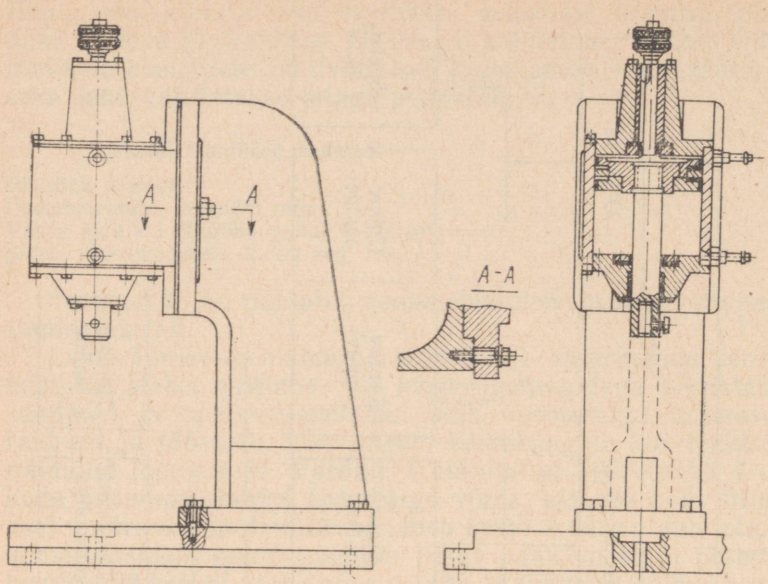
Kokkupressimise jõu arvutusmetoodika on toodud § 24. Detailide kokku- ja lahtimonteerimise pressid võivad olla mitut tüüpi ja mitmesuguse konstruktsiooniga. Presside liigitus on toodud joonisel 25.

Töölaua käsipressid tekitavad 1...1,5 T jõu ja neid kasutatakse väikeste detailide kokku- ja lahtipressimiseks.

Laialdaselt kasutatakse pneumaatilisi presse, mida käitatakse tsehhi magistraalist suruõhuga, mille rõhk on 4...6 kG/cm². Käsipressidega võrreldes võimaldavad pneumaatilised pressid tõsta tööviljakust mitmekordselt. Konstruktsioonilt võivad pneumaatilised pressid olla otsese tegevusega, kus jõud kandub pneumosilindri vardalt vahetult liugurile (joon. 26), ja kangiga (joon. 27).

Joon. 25. Autode lahtivõtmisel (koostamisel) kasutatavate presside liigitus





Joon. 26. Pneumaatiline press

Esimest tüüpi pressid on konstruktsioonilt tunduvalt lihtsamad ja arendavad jõudu kuni 1,5 T. Kangiga press võimaldab pneumosilindri varda jõudu pressi liuguril mitu korda suurendada. Jõu suurenemine sõltub traaversi *3* õlgade pikkuse suhtest (vt. joon. 27).

Kõige enam on levinud pneumaatilised pressid jõuga 1 . . . 3 T.

Mõnel juhul suurendatakse otsese tegevusega pressi jõudu kahekordsete pneumosilindrite kasutamisega. Tuleb meeles pidada, et pneumosilindritel on standardsed mõõtmed ja nad garanteerivad vastava jõu teatud õhurõhu korral. Silindrite mõõtmed on toodud käsiraamatuis. Pressi silindrid on vahetatavad, mis võimaldab vajaduse korral pressimisjõudu muuta ja hõlbustab ühtlasi pressside teenindamist. Press asetatakse tavaliselt 500 . . . 600 mm kõrgusele metallalusele või töölauale. Presse kasutatakse mitmesuguste pukside, hammasrataste, sõrmede, laagrite ja teiste detailide sisse- ja väljapressimiseks.

Käesoleval ajal on hakanud levima rippuvad pneumaatilised pressid.

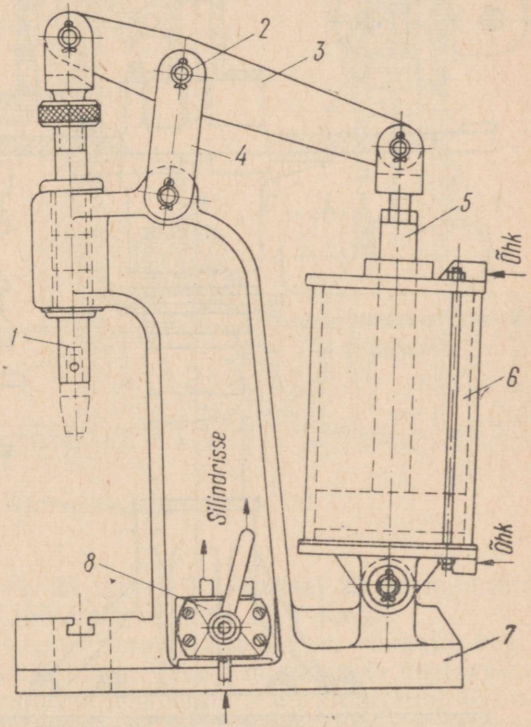
Joonisel 28 on näidatud rippuv pneumaatiline press-tõmmits väntvõlli hammasratta mahavõtmiseks. Kahekambriline jõusilinder on riputatud mitmekohalise stendi samba kanduril oleva vedru otsa. Väntvõll asetatakse tugiplaadile *5* nii, et vändakael jääb

selle väljalõikesse. Press-tõmmits seatakse väntvõlli kohale sellisele kõrgusele, et plaadi *4* väljalõige ümbritseks võllikaela allpool mahavõetavat hammasratast ja tema tugipind oleks vastu hammasratta lauppinda. Pneumosilindri varda *3* kand peab toetuma seejuures võlli otsale. Teljed tsentreerib põrkmuhvi avasse minev varda väljaulatuv ots. Pneumokraani *1* käepideme pööramisega juhitakse õhk jõusilindrisse *2*. Silinder tõuseb üles ja tõmbab plaadi *4* abil hammasratta väntvõlli otsalt.

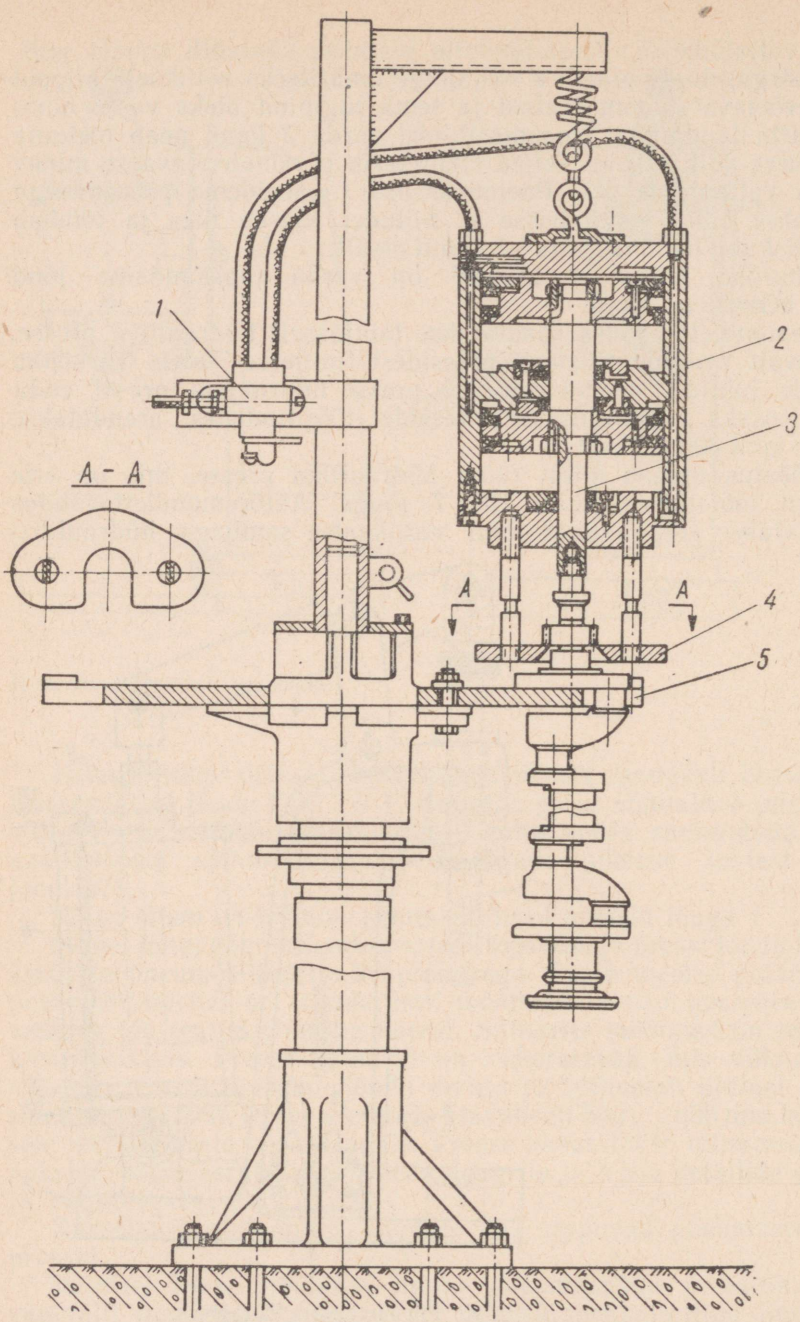
Õhurõhu korral 4 kG/cm² on varda maksimaalne jõud 2400 kG.

Remondiettevõtetes kasutatakse laialdaselt hüdraulilisi presse. Erinevalt pneumaatilistest pressidest, millesse tuleb suruõhku juurde juhtida, on hüdraulilise pressi hüdroajam pressi enda koostisosaks. Hüdrauliliste presside töösilindrites arendatakse rõhku kuni 300 kG/cm².

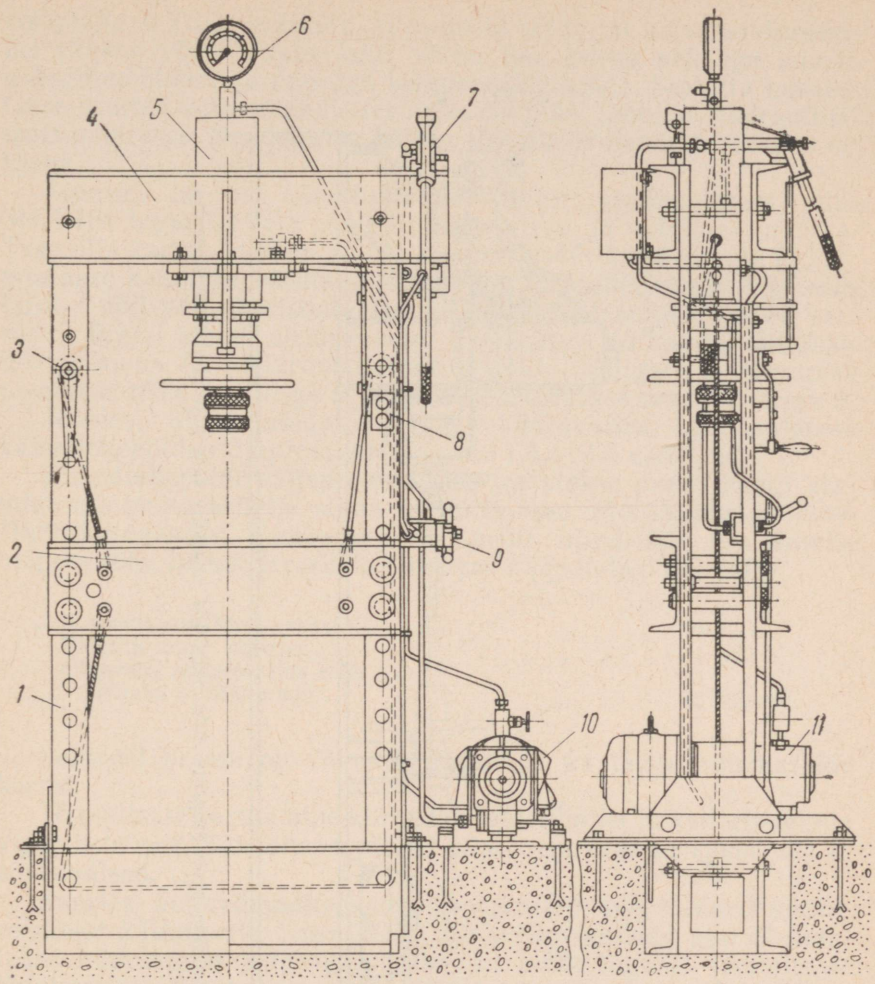
Tööstus toodab mitut tüüpi hüdraulilisi presse, mis on ette nähtud töötamiseks kuni 100 T jõuga. Autoremondiettevõtetes kasutatakse kõige sagedamini vertikaalse sambaga hüdraulilisi



Joon. 27. Pneumaatiline kangpress:
1 — liugur; *2* — sõrm; *3* — traavers; *4* — lüli; *5* — pneumosilindri varras; *6* — pneumosilinder; *7* — alus; *8* — juhtimiskraan



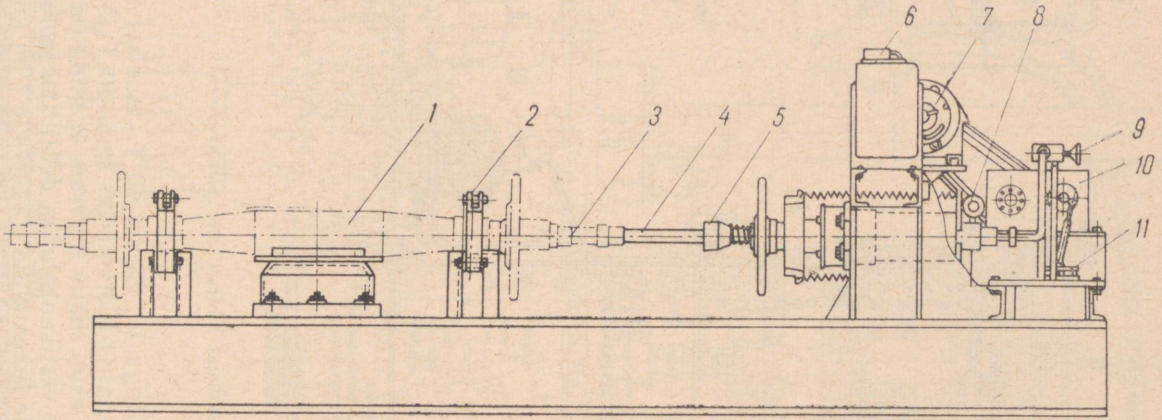
Joon. 28. Rippuv pneumaatiline press-tõmmits väntvõlli hammasratta eemaldamiseks



Joon. 29. Vertikaalse sambaga hüdrauliline press

presse pressimise jõuga 10, 25 või 40 T. Joonisel 29 on näidatud press, mis on arvestatud töötamiseks kuni 40 T jõuga.

Pressi raamil *1* asub liikuv traavers *2*, mida on võimalik käsivintsiga *3* nihutada vertikaalsuunas detaili mõõtmetele vastavasse asendisse. Ülemisele liikumatule traaversile *4* on kinnitatud hüdrosilinder *5*, millesse pump *11* surub läbi siiberjagaja *9* õli. Pumpa käitab elektrimootor *10* ja ta iülitatakse sisse lüliti nupule *8* vajutamisega. Hüdrosüsteemi maksimaalne rõhk on 300 kG/cm². Õlirõhku kontrollitakse manomeetriga *6*. Pressil on veel käsiajamiga



Joon. 30. Hüdrauliline spetsiaalpress auto ЗИЛ-164 tagasilla tala poolteljekatete sisse- ja väljapressimiseks

kolbpump 7. Tuleb märkida, et mitmeid sõlmi on universaalpressidel tülikas või võimatu lahti võtta. See kehtib eelkõige suurte gabariitmõõtmete ja massiga keredetailide kohta. Seetõttu kasutatakse suurtes autoremondiettevõtetes paljudel juhtudel hüdrauliilisi spetsiaalpresse. Nendega on hõlbus töötada ja nende tootlikkus on kõrge.

Joonisel 30 on näidatud hüdrauliline spetsiaalpress auto ЗИЛ-164 tagasilla tala poolteljekatete sisse- ja väljapressimiseks. Tagasilla karter *1* toetub reduktori kinnitusäärikuga alusele ja kinnitatakse kahe ärapööratava klambriga *2*. Poolteljekatte *3* pressib torni *4* abil välja horisontaalse silindriga hüdraulilise pressi varras *5*. Pressi käitab elektrimootor *7* reduktori *10* kaudu. Õlirõhku tekitab pump *11*. Elektrimootor käivitatakse lülitiga *6*. Kolvivarras pannakse tööle ventiiliga *9*. Rõhku kontrollitakse manomeetriga *8*.

Joonisel 31 on näidatud rippuv hüdrauliline spetsiaalpress käändteljepoldi väljapressimiseks auto ГАЗ-51А esiteljest.

Käändteljepoldi väljapressimiseks toetatakse pressi haagi alumine ots vastu esitelje silma ja lülitatakse hüdroagregaat sisse. Hüdroagregaadist pumbatakse värtnaõli silindrisse, kus kolvile mõjuva rõhu toimel pressib kolvivarras käändteljepoldi välja.

Maksimaalne jõud vardal	15 T
Elektrimootori võimsus	1 kW
Õlipumba maksimaalne rõhk pööretel $n=950$ p/min	65 kG/cm².

Selliseid presse on võimalik kasutada ka teiste automarkide korral.

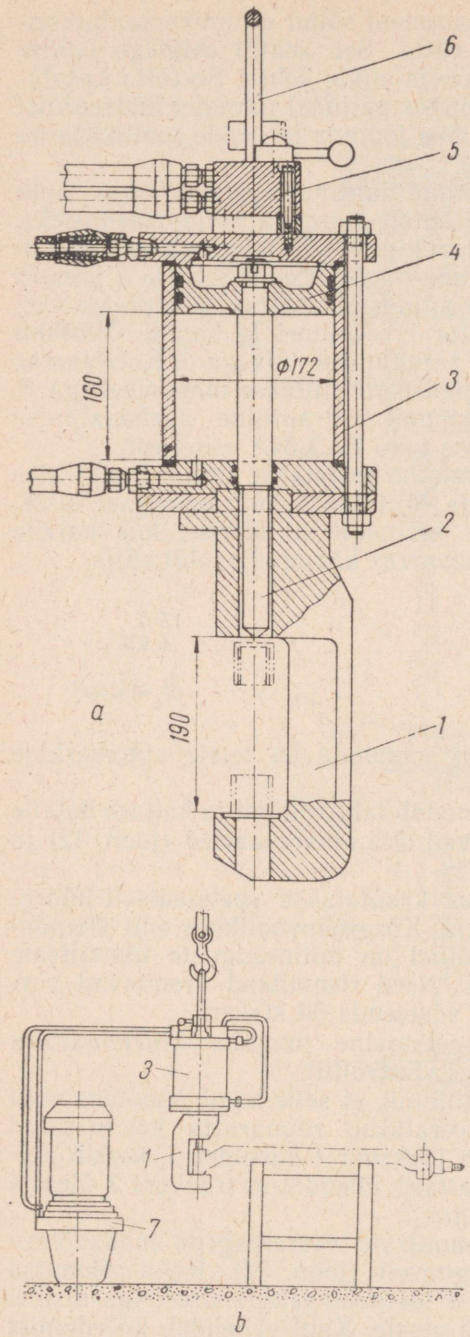
Tõmmitsate kasutamine kiirendab lahtivõtmist ja kaitseb detaile vigastuste eest. Tõmmitsad võivad olla universaalsed (joon. 32) ja spetsiaalsed.

Suurtes autoremonditehastes kasutatakse spetsiaalselt hüdroseadmelt käitatavaid tõmmitsaid. Kõrgrõhuvoolikute abil ühendatakse hüdroseade jõupeaga, millel on mitmesuguste tõmmitsate kinnitamiseks spetsiaalne lukk. Need tõmmitsad arendavad vardal jõudu 2000 kG. Õlirõhk on süsteemis 50 kG/cm².

Joonisel 33 on näidatud spetsiaalne tõmmits kiilrihmaratta eemaldamiseks mootori ЗИЛ-164 väntvõllilt.

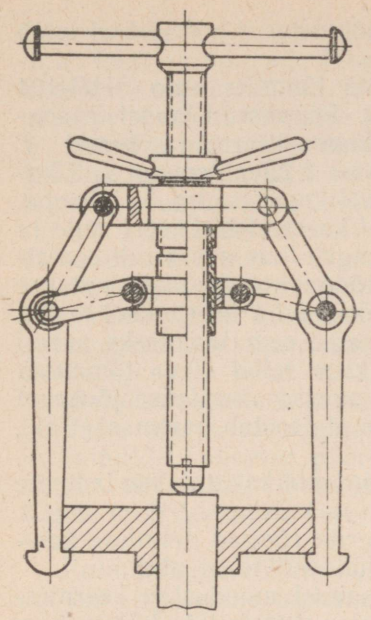
Tõmmits asetatakse väntvõllile nii, et selle kand *1* toetuks võlli otsale. Niisuguses asendis keeratakse rihmaratta keermetatud avadesse poldid *3*. Kui pöörata jõukruvi *4* käepidet *5*, kerkib poltide *3* abil väntvõlli kiilrihmarattaga ühendatud traavers *2* üles ja rihmaratas tuleb väntvõllilt maha.

Laialdaselt kasutatakse tõmmitsaid veerelaagrite mahavõtmiseks. Laager võetakse ära järgmiselt (joon. 34). Kolm tõmmitsa traaversile *2* kinnitatud käppa *1* toetuvad laagri siserõnga otsale, kruvi *3* kuuli *5* kaudu aga võlli otsale. Kuul vähendab hõõrdumist

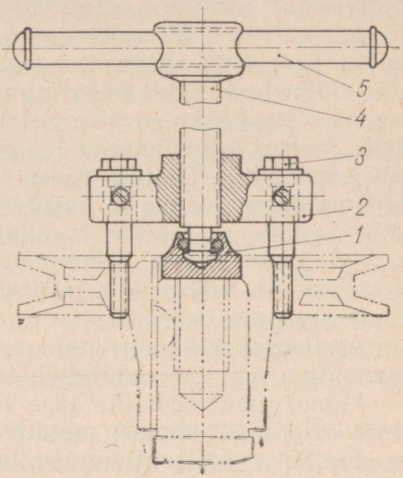


Joon. 31. Rippuv hüdrauliline spetsiaalpress käändteljepoldi väljapressimiseks auto ГАЗ-51А esiteljest:

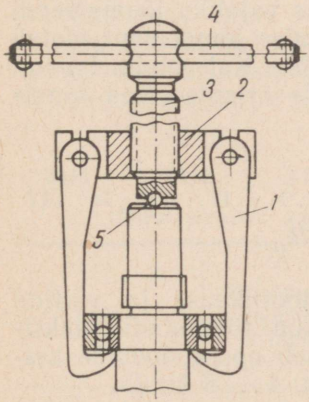
a — pressi konstruktsioon; *b* — seadme skeem; *1* — haak; *2* — varras; *3* — silinder; *4* — kolb; *5* — juhtimiskraan; *6* — sang; *7* — hüdroagregaat



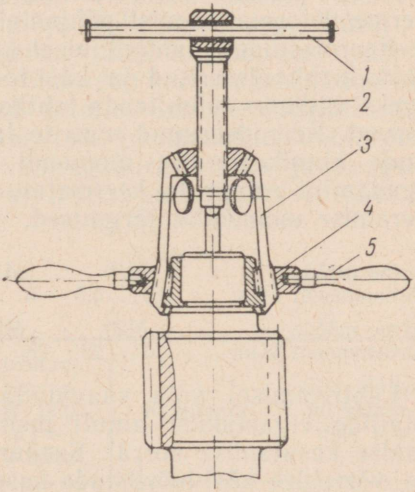
Joon. 32. Universaalne kruvitõmmits



Joon. 33. Tõmmits kiilrihmaratta eemaldamiseks mootori ЗИЛ-164 väntvõllilt



Joon. 34. Veerelaagri mahavõtmise tõmmits, mis tõmbab laagri siserõngast



Joon. 35. Tõmmits koonusrull-laagri mahavõtmiseks auto ЗИЛ-164 peaülekande vedavalt silinderhammasrattalt

TRÜ Raamatukogu

ja kaitseb võlli otsa vigastuste eest. Käepideme *4* pööramisel tekib võllil telgjõud ja laager tuleb ära.

Joonisel 35 on näidatud spetsiaalne tõmmits auto ЗИЛ-164 reduktori vedava silinderhammasratta koonusrull-laagri mahavõtmiseks. Tõmmits koosneb välise koonuskeermega kerest *3*, rõngasmutrist *4* käepidemega *5* ja kruvist *2* käepidemega *1*. Tõmmitsa kere on valmistatud nelja väljalõikega tsangi kujulisena. Väljalõiked võimaldavad rõngasmutri *4* keeramisel laagri rulle ja separaatorit kokku suruda. Selleks et laagrit hammasrattalt eemaldada, asetatakse tõmmits laagri välisrõnga kohale ja keeratakse rõngasmutrit *4*. Seejärel tuleb laager jõukruvi *2* keeramisel maha. Tõmmitsat on võimalik kasutada ka laagri eemaldamiseks pressi abil. Selleks asetatakse hammasratas koos sellel oleva tõmmitsa kerega pressi lauale. Tõmmitsa kere *3* avasse asetatakse jõukruvi *2* asemel sile silindriline torn, mille üks ots toetub hammasrattale, teine aga pressi vardale.

Analoogilise konstruktsiooniga tõmmitsaid kasutatakse laagrite eemaldamiseks auto käändtelgedelt.

Mõnel juhul eemaldatakse veerelaagrite rõngad detailide keredest hõlpsasti pehmest metallist vahetüki või torni abil.

Tunduva osa lahtivõtmistööde üldmahust moodustab keermesliidete lahtivõtmine. Umbes 75% kõigist autodetailide liidetest on keermetatud. Näiteks moodustab mootori lahtivõtmisel keermesliidete lahtivõtmine demontaažitööde üldmahust 45...47%.

Neid operatsioone on tülikas sooritada. See tuleneb autoremondi spetsiifikast. Lahtivõtmisel on lisaks normaalsele pingutusmomendile vaja ületada korrosioonist, kinnipõlemisest, mustumisest ja keerme deformatsioonist põhjustatud lisamoment.

Keermesliidete lahtivõtmisel kasutatakse mitmesuguseid seadmeid, mehhaniseeritud ja käsi-tööriistu. Seadmete ja tööriistade õigeks valikuks tuleb teada lahtikeeramiseks vajaliku jõumomendi suurust. Korrodeerunud mutrite lahtikeeramise jõumoment ületab nende kinnikeeramise momendi 20...25%. Katseandmetel on sagedamini esinevate keermetatud detailide orienteerivad kinnikeeramise momendid järgmised.

Keerme mõõde	M10	M12	M14	M16	M18
Pöördemoment kGm	3,0...3,5	5...6	8...9	12...14	14...17
Keerme mõõde	M20	M22	M24		
Pöördemoment kGm	20...23	28...32	36...40		

Lahtivõtmisel võib saavutada kõrge tootlikkuse ja vältida detailide vigastamist ainult mehhaniseeritud tööriistade maksimaalse kasutamise korral. Seejuures lüheneb operatsioonide kestus, võrreldes käsi-tööriistade kasutamisega, 4...5 korda.

Keermesliidete lahtivõtmiseks (koostamiseks) kasutatakse autoremondiettevõtetes mitmesuguseid mutrikeerajaid. Sõltuvalt mootori tüübist jagatakse mutrikeerajad elektrilisteks, pneumaatilis-

teks ja hüdraulilisteks. Konstruktiivselt kujunduselt võivad nad olla käsi-, rippuvad, liikuvad ja paiksed mutrikeerajad; ülesandelt — universaalsed ja spetsiaalsed. Pöördemomendi ülekandmise printsiibist lähtudes jagunevad mutrikeerajad kolme rühma.

Esimene rühm — need on mutrikeerajad, milles pöörlemine antakse mootori võllilt vahetult tööriista spindlile. Kui töötamisel takistus tõuseb, seiskub mootor iseenesest. Selle rühma mutrikeerajatel kasutatakse ainult pneumomootoreid, sest need ei karda ülekoormusi. Nende eeliseks on asjaolu, et nad pingutavad ühtlaselt, kuid arendatav reaktiivmoment kantakse täielikult üle töölise kätele. Kui mutrikeerajatest moodustada plokk, saadakse mitmespindliline mutrikeeraja. Sel juhul ei anta momente edasi töölisele, vaid need tasakaalustuvad. Selliseid mutrikeerajaid kasutatakse peamiselt koostamistöödel.

Teise rühma moodustavad mutrikeerajad, millel on reduktor ja spindlile kantavat pöördemomenti piirav sidur. Reguleerimisseadis võimaldab tareerida sidurit kindlale pöördemomendile. Nende mutrikeerajate sidur kaitseb elektrimootorit ka ülekoormuse eest.

Kolmandasse rühma kuuluvad löökimpulssmutrikeerajad. Nendel on spetsiaalne mehhanism, mis muundab pöörleva liikumise mutrikeeraja spindlile antavateks pöördimpulssideks. Selliste mutrikeerajate kasutamisel sõltub lahtikeeramise (pingutamise) jõud saadud löökimpulsside arvust, s. t. mutrikeeraja töötamise kestusest. Impulssmutrikeerajatel on kõrge energiamahutavus (arendavad väikeste mõõtmete ja kaalu juures suurt võimsust). Löögid suurendavad lahtikeeramise (kinnikeeramise) momenti 50...70% ja reaktiivmoment ei mõju töölisele peaaegu üldse.

Impulssmutrikeerajad on teistest täiuslikumad, sest pöördemomendi tõukeline rakendamine võimaldab keerata lahti kaua ekspluatatsioonis olnud keermetatud detaile. Selliste mutrikeerajate käitamiseks on otstarbekohane kasutada pneumaatilisi rootormootoreid. See muudab tööriista väiksegabariidiliseks ja kergeks. Niisuguste mootorite puuduseks on madal kasutegur (vt. tabel 1).

Tabel 1

Mutrikeerajate andmed

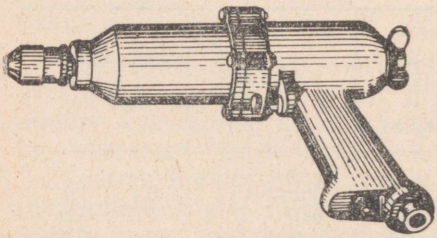
Tüüp	Eripöördemoment kGm/kg	Tarbitav võimsus kW (kui M_p = = 3 kGm)	Kasutegur	Ühe töötunni maksumus kop.
Elektriline . .	0,7...1,0	0,75...1,0	kuni 0,5	0,7...1,1
Pneumaatiline .	2,0...2,5	4,0...6,0	0,07...0,11	4,0...6,3
Hüdrauliline .	2,5...3,5	0,7...0,8	0,56...0,65	0,7...0,8

Kõigi elektriliste mutrikeerajate konstruktiivne skeem on peaaegu ühesugune. Elektrimootori pöördemoment kantakse mutrikeeraja spindlile kaheastmelise hammasratasreduktori, tareerimissiduri ja lülitussiduri kaudu. Elektriliste mutrikeerajate mootoriteks on ühefaasilised universaalsed kommutaatormootorid või kolmefaasilised lühisrootoriga asünkroonmootorid. Selliste mootorite puuduseks on nõrk magnetväli. Mootoreid toidetakse 220- või 36-voldise tööstusvooluga, mille sagedus on 50 Hz. Madalama pinge kasutamine muudab töötamise ohutumaks, kuid suurendab ühtlasi mutrikeeraja kaalu. Kaalu vähendamiseks püütakse elektrilistes mutrikeerajates kasutada kõrge sagedusega (180 . . . 200 Hz) voolu, kuigi selleks läheb vaja spetsiaalseid muundeid. Tuleb märkida, et kõrgendatud sagedusel töötavad elektritööriistad on tunduvalt efektiivsemad nendest, mis töötavad tavalisel tööstusvoolu sagedusel. Kõrgemal sagedusel töötav elektritööriist on sama võimsusega harilikust elektritööriistast kaks kuni kolm korda kergem.

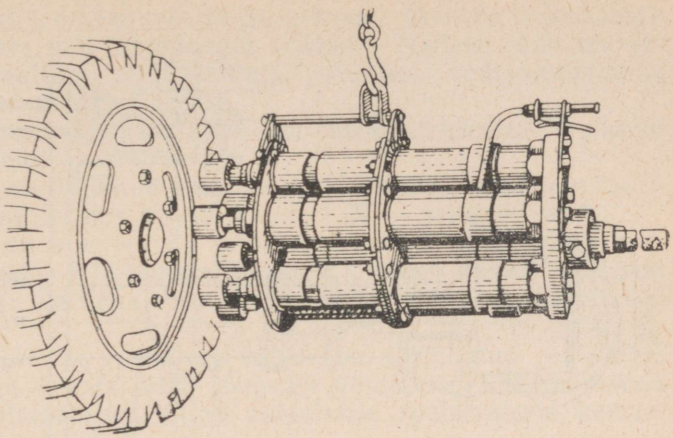
Ühtlasi võimaldab kõrge sagedusega voolu kasutamine tõsta elektrimootori pöörded 12 000 . . . 18 000-ni minutis, mis tekitab omakorda vajaduse suurendada reduktori ülekandearvu 30 . . . 40-ni. See muudab tööriista mõnevõrra keerukamaks. Elektriliste mutrikeerajate kaal kõigub kahest kuni 24 kg-ni, elektrimootorid on neil kuni 1,2 kW võimsusega. Elektriliste tööriistade toitmiseks kõrgendatud sagedusega vooluga kasutatakse statsionaarseid või väiksegabariidilisi sagedusmuundeid.

Pneumotööriistad töötavad tehase suruõhumagistraalist saadava suruõhuga.

Enamikul pneumaatilistel mutrikeerajatel on järgmine skeem. Pneumaatiliselt labadega rootormootorilt kantakse pöörlemine planetaarreduktori, pöördemomendi tareerimissiduri ja lülitussiduri kaudu mutrikeeraja spindlile. Mootor on reversiivne. Rootori pöörlemissuunda saab muuta suruõhuvooluse muutmisega kraani või jaotussiibri abil. Pneumotööriistade võimsus kaaluühiku kohta on suurem kui elektritööriistadel. Väikese kaalu ja mõõtmete tõttu on nendega mugav töötada. Pneumotööriistade puuduseks on tüütu müra töötamisel ja suhteliselt madal kasutegur. Pneumotööriistade töötunni maksumus on kuus-seitse korda kõrgem kui elektrilistel.



Joon. 36. Ühespindliline pneumaatiline mutrikeeraja



Joon. 37. Mitmespindliline pneumaatiline mutrikeeraja

Nimetatud puudustele vaatamata on pneumaatilised impulssmutrikeerajad autoremondiettevõteteš laialt levinud. See seletub nende suure töökindluse (ei karda ülekoormusi) ja ohutusega.

Ühespindlilise pneumaatilise mutrikeeraja üldvaade on näidatud joonisel 36.

Suure võimsusega autoremondiettevõtteis on sageli otstarbekohane kasutada mitmespindlilisi mutrikeerajaid, mis on häälestatud teatud kindlate operatsioonide sooritamiseks. Sel juhul tõuseb tööviljakus tunduvalt. Mitmespindlilised kantavad mutrikeerajad monteeritakse kokku üksikutest elementidest.

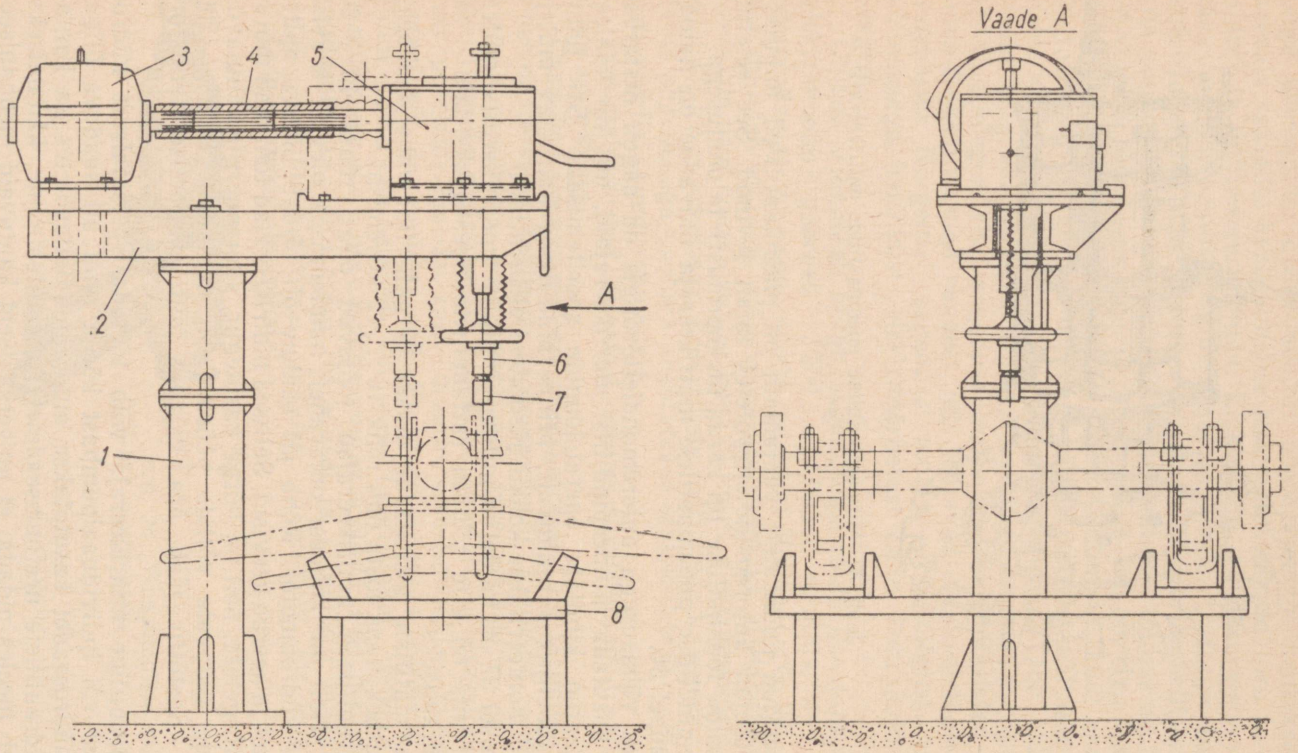
Joonisel 37 on näidatud mitmespindliline pneumaatiline mutrikeeraja, mis on ette nähtud rattamutrite üheaegseks lahti- või kinnikeeramiseks.

Pneumaatiliste tööriistade massi ja gabariidi vähendamiseks on otstarbekohane tõsta õhu rõhk 10 . . . 12 kG/cm²-ni.

Hüdraulilised mutrikeerajad töötavad õliga rõhul 40 . . . 60 kG/cm². Neil on kolmest omavahel hambumises olevast kruvist koosnev hüdromootor. Rõhu all saabuv õli täidab liikuva mutri ülesannet ja keerab kruvisid. Sellised mutrikeerajad töötavad müratult ja tõrgeteta, neil on kõrge kasutegur, suur energiamahutavus ja nende vedavate võllide pöörded on madalad (1000 . . . 1200 p/min). Seetõttu jääb ära vajadus mitmeastmelise reduktori järele.

Hüdrauliline mutrikeeraja võib töötada spetsiaalsest hüdroseadmest või individuaalpumbast kõrge rõhu all saadava õliga. Sama hüdroseadet kasutatakse autoremondiettevõtetes ka kantavate hüdrauliliste neetimisseadmete, tõmmitsate jne. käitamiseks.

Tuleb meeles pidada, et universaalseid kantavaid mehhanisee-



Joon. 38. Auto ГАЗ-51А vedrukammitsate lahtikeeramise seadme skeem

ritud tööriistu ei saa kasutada kõigil juhtudel. Mõnede liidete lahtivõtmisel ei vasta nad tehnoloogia nõuetele. Näiteks jääb universaalse pneumaatilise mutrikeeraja võimsus vedrukammitsate mutrite lahtikeeramisel väikeseks.

Seepärast on vaja kasutada ka mehhaniseeritud paikseid spetsiaalseadmeid.

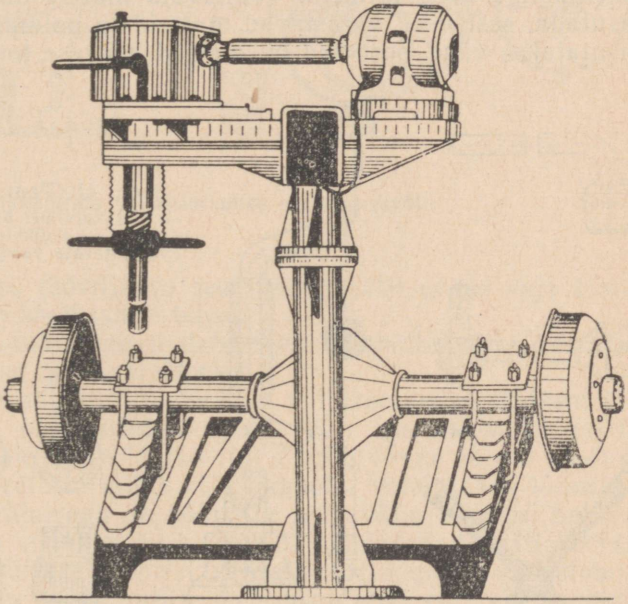
Joonisel 38 on näidatud auto ГАЗ-51А vedrukammitsate lahtikeeramise paikse seadme skeem, joonisel 39 — selle üldvaade.

Sambale *1* on monteeritud pöördplatvorm *2* ning sellele asetatud elektrimootor *3* ja jõupea. Viimane koosneb kahekiiruselisest reduktorist *5* ja vertikaalspindlist *6*, mille külge on kinnitatud mutrivõti *7*.

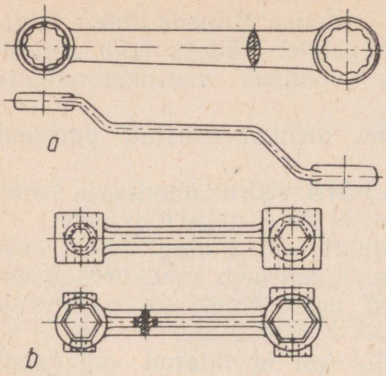
Elektrimootori ja reduktori võllid on ühendatud omavahel hammassiduriga *4*, mis jätab jõupeale võimaluse liikuda mööda suunajaid. Lahtivõetavad sillad asetatakse spetsiaalsele keeviskonstruktsioonis alusele *8*.

Stendi tehnilised andmed

Elektrimootori võimsus kW	4,5
Spindli pöörded minutis	62 ja 450
Jõupea horisontaalse liikumise ulatus mm	240
Spindli vertikaalse liikumise ulatus mm	100



Joon. 39. Auto ГАЗ-51А vedrukammitsate lahtikeeramise seadme üldvaade

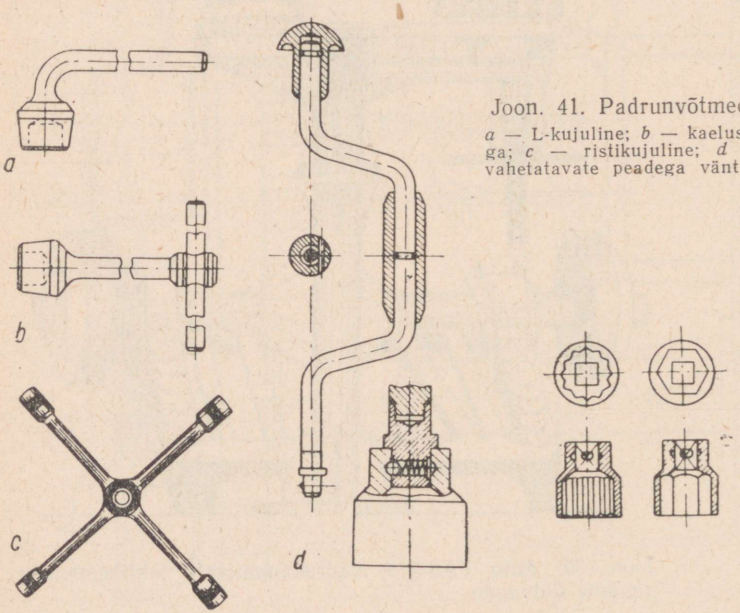


Joon. 40. Silmusvõtmed:
a — kahepoolsed;
b — mitmepoolsed

Samasuguseid seadmeid on võimalik kasutada mutrite lahtikeeramiseks ka teiste automarkide vedrukammitsatelt.

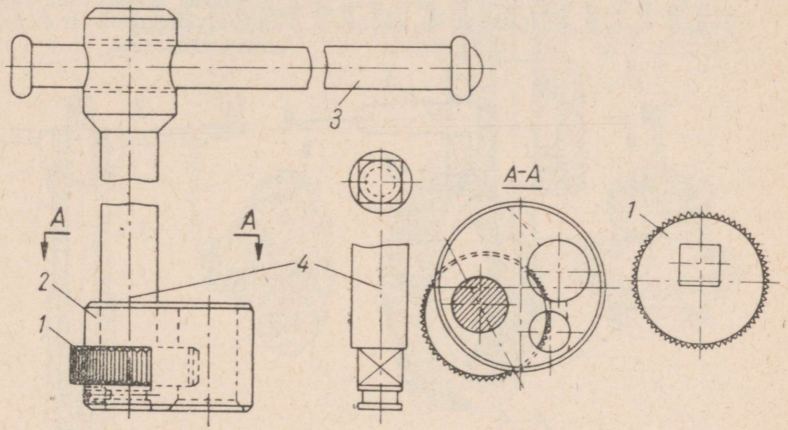
Tootmise seeriaviisilisuse tõttu ei ole autode lahtivõtmisel (koostamisel) ainuüksi mehhaniseeritud tööriistadega võimalik toime tulla. Seepärast tuleb lahtivõtmise (koostamise) töökohad varustada ka täiuslike käsi-tööriistadega, mille konstruktsioonist ja kvaliteedist sõltub suuresti tööviljakus ja tootmiskultuur.

Keermesliidete lahtivõtmiseks kasutatakse mitmesuguse konstruktsiooniga mutrivõtmeid. Tellitavaid mutrivõtmeid ei soovitata kasutada, sest need vigastavad mutreid ja poldipäid. Lihtvõtmeid kasutatakse vähe, sest nad on nõrgad, väikese tootlikkusega ning



Joon. 41. Padrunvõtmed:
a — L-kujuline; *b* — kaelusega; *c* — ristikujuline; *d* — vahetatavate peadega vänt

deformeerivad mutrite ja poldipeade servasid. Kõige sobivamad on silmusvõtmed. Need ümbritsevad mutrite või poldipeade kõiki tahke (joon. 40). Laialdaselt kasutatakse lahtivõtmisel (koostamisel) mitmesuguste käepidemetega padrunvõtmeid. Käepidemed võivad olla L-kujulised, kaelusega, ristikujulised ja vändaga (joon. 41). Ristvõti kujutab endast risti, miile igale harule on kinnitatud erineva mõõtmega võtmepea. Niisugune padrunvõti võimaldab tekitada küllalt suurt pöördemomenti, kuid on madala tootlikkusega. Tootlikumad on vändaga padrunvõtmed. Need valmistatakse enamasti vahetatavate peadega. Vändaga padrunvõtme

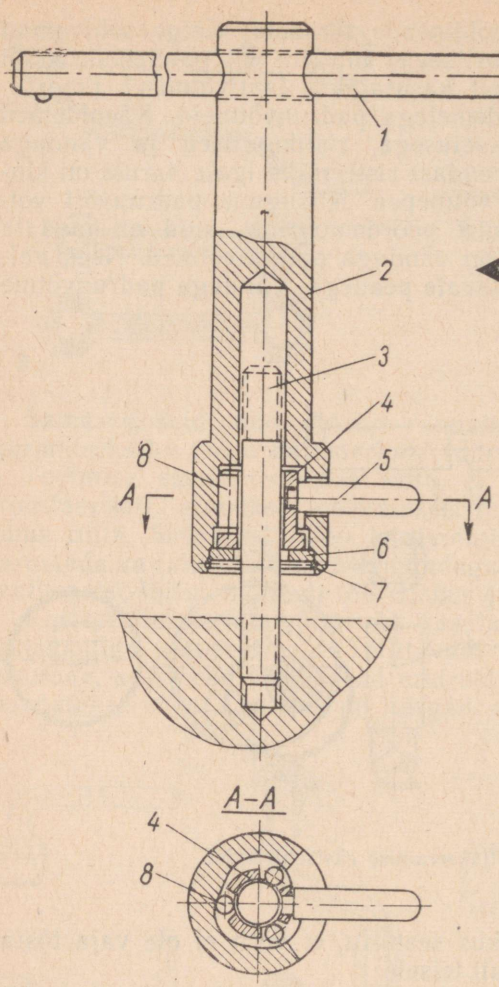


Joon. 42. Tikkpoltide väljakeeramise ekstsentrikvõti

kasutamisel tõuseb tööviljakus seetõttu, et võtit ei ole vaja tõsta poldipea või mutri ühelt tahult teisele.

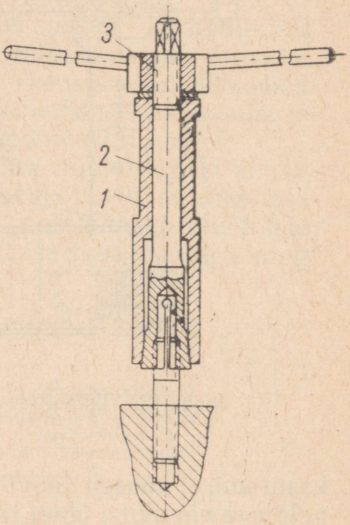
Lahtivõtmisel tuleb sageli detailidest tikkpolte välja keerata. Selleks kasutatakse spetsiaalvõtmeid.

Joonisel 42 on näidatud tikkpoltide väljakeeramise ekstsentrikvõti, mis haarab polti siledast osast. Võti asetatakse tikkpoldi väljaulatuvale osale. Rihveldatud rull *1* asub võtme kere *2* teljel *4* ekstsentriliselt. Seetõttu kiilub rull tikkpoldi võtme avas kinni ja käepideme *3* pööramisega on võimalik polti välja keerata. Sellise konstruktsiooniga võtmetel on järgmised puudused: 1) väljakeeratud tikkpolti on tülikas võtmest vabastada (tikkpoldi vabastamiseks on vaja lüüa vastu rulli); 2) rihveldatud rull jätab poldi pinnale jäljed, mida on vaja viili või smirgelriidega siluda. Seda võtmetüüpi võib soovitada asendatavate tikkpoltide väljakeeramiseks.



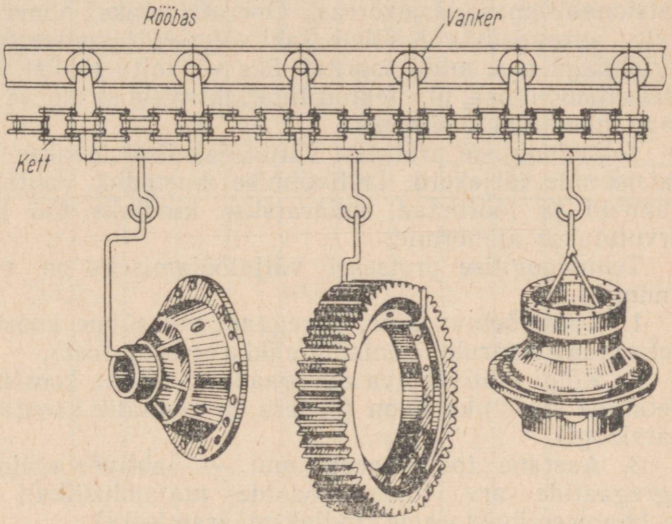
Joon. 43. Tikkpoltide väljakeeramise rullvõti

Joon. 44. Tikkpoltide väljakeeramise võti, mis haarab polti keermetatud osast



Joonisel 43 on näidatud tikkpoltide väljakeeramise rullvõti, mis haarab polti siledast osast. Sel võtmel eespool nimetatud puudusi ei ole. Võtme keres *2* asub separaator *4*, mille väljalõigetesse on asetatud kolm rulli *8*. Rullide väljakukkumist takistab seib *6* ja stopperrõngas *7*. Võti asetatakse tikkpoldile *3* ja pööratakse käepidet *1*. Kere spiraalsete väljalõigete tõttu pigistavad rullid tikkpoldi tihedalt kinni ja viimane pöördub koos võtmega. Pärast tikkpoldi väljakeeramist pööratakse käepideme *5* abil rullidega separaatorit ja tikkpolt vabaneb. Selliste võtmetega tuleb tikkpolti haarata siledast osast. Sellega välditakse keerme vigastusi ja tikkpolti saab hiljem uuesti kasutada. Kui tikkpoldi sileda osa

pikkus ei ole piisav, et sellest võtme rullidega keeret vigastamata kinni võtta, tuleb kasutada võtit, mis haarab tikkpolti keermetatud osast (joon. 44). Võtme keresse *1* on asetatud keermetatud otstega varras *2*. Varda ühel otsal on sise-, teisel väliskeere. Varda sisekeermega osa on valmistatud tsangikujulisena. Võtme keermetatud osa keeratakse tikkpoldile ja pigistatakse mutri *3* keeramisega kokku. Siis asetatakse varda *2* ruudukujulise ristlõikega otsale käepide ja keeratakse tikkpolt avast välja.



Joon. 45. Rippkonveier

Võtmed, mis pigistavad tikkpolti keermetatud osast, keeret ei vigasta. Neid on aga vaja mitmes suuruses, vastavalt keeratava tikkpoldi keerme mõõtmetele.

Tööviljakuse tõstmiseks käitatakse suurtes remondiettevõtetes tikkpoltide väljakeeramise võtmeid pneumaatiliste või elektriliste mutrikeerajatega. Selleks asetatakse võtme ülemine sabaosa mutrikeeraja spindlisse.

Lahtivõetud agregaatide ja sõlmede detailid transporditakse pesemise, rasvatustamise ja puhastamise jaoskondadesse. Tõstetranspordivahenditest kasutatakse selleks plaatkonveierit, rullteed, elektrilise või pneumotõstukiga monorelssi, rippkonveierit (joon. 45) ja konsoolpöördkraanat.

§ 6. LAHTIVÕTMISE TEHNOLOOGILINE PROTSESS

Et saavutada kõrget tööviljakust ja võimalikult vältida detailide vigastamist, on protsesside mehhaniseerimise kõrval suur tähtsus autode ja nende agregaatide lahtivõtmise tehnoloogiliste operatsioonide järjekorral. Seepärast töötatakse demontaažitööde jaoks välja tehnoloogilised protsessid. Auto, agregaadi või sõlme lahtivõtmise tehnoloogiliseks protsessiks nimetatakse tootmisprotsessi osa, mis on vahetult seotud detailideks demonteerimisega kõige ratsionaalsemas järjekorras. Operatsiooniks nimetatakse antud auto, agregaadi või sõlme lahtivõtmise tehnoloogilise protsessi terviklikku osa, mida sooritab üks või mitu töölist ühel töökohal. Operatsiooni osa, ühe teatud liite lahtivõtmist ühe ja sama tööriistaga, nimetatakse siirdeks.

Tehnoloogilise protsessi väljatöötamisel tehakse kindlaks operatsioonide järjekord, lahtivõtmise meetodid, valitakse seadmed, abinõud ja tööriistad, määratakse kindlaks töö kategooria ja arvutatakse ajanormid.

Tehnoloogilise protsessi väljatöötamiseks on vaja järgmisi andmeid.

1. Lahtivõetava auto, agregaadi või sõlme koostamisjoonised (et saada konstruktsioonist täielikku ettekujutust).
2. Kõigi lahtivõetava agregaadi või sõlme koostisse kuuluvate detailide spetsifikatsioon (selleks on võimalik kasutada autoosade kataloogi).
3. Aastane tootmisprogramm — lahtivõetavate autode või agregaatide arv (operatsioonide majanduslikult põhjendatud mehhaniseerimistaseme kindlaksmääramiseks).
4. Seadmete andmed.
5. Auto või agregaadi kaal (tõste-transpordivahendite valimiseks).

Peale dokumentatsiooni on soovitatav kavandatud tehnoloogilise protsessi alusel teostada agregaadi või sõlme näidisel proovilahtivõtmist. See võimaldab kiirendada tehnoloogilise protsessi väljatöötamist ja vältida võimalikke vigu.

Tehnoloogilise protsessi väljatöötamisel on vaja arvestada operatsioonide sooritamise hõlpsust.

Väljatöötatud tehnoloogiline protsess vormistatakse tehnoloogilise kaardina (lk. 63). Suurtes autoremondiettevõtetes töötatakse tehnoloogilised kaardid välja igal vooluliini töökohal sooritatavale operatsioonile või operatsioonide rühmale. Selliseid kaarte nimetatakse töökohakaartideks ja nad pannakse väija töökohtadele.

Tehnoloogilistel kaartidel näidatud operatsioonide kogumik kujutab endast auto või agregaadi lahtivõtmise tehnoloogilist protsessi. Väikestes remondiettevõtetes asendatakse üksikasjalik tehnoloogiline protsess mõnikord operatsioonide loeteluga. Kõigil juhtudel tuleb tehnoloogilisest protsessist rangelt kinni pidada, s. t.

Tehas	Lahtivõtmise (koostamise) tehnoloogilise protsessi kaart			Auto mark	Agregaadi (sõlme) nimetus	Koostamisjoonise nr. . . . .
Tsehh	Jaoskond	Operatsioonide arv	Sõlmede arv agregaadis	Agregaadi (sõlme) kaal kg		

Operatsiooni nr.	Siirde nr.	Operatsioonide nimetused ja siirete sisu	Detailid või sõlmed			Seade	Rakis (abinõu)	Tööriist	Töö kategooria	Ajanorm min	Tööliste arv	Märkused ja tehnilised tingimused
			nimetus	kataloogi nr.	arv							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13

Muudatused				Tehnoloog		TKO ülem		Leht nr.
Nr.	Kuupäev	Sisu	Allkiri	Normeerija, tehnikaosakonna juhataja		Peainsener		Lehtede arv

täita tehnoloogilist distsipliini — tootmise tähtsaimat seadust. Tehnoloogilise protsessi kõrvalekaldumatu täitmine on kõrge tootmiskultuuri üks iseloomustavaid näitajaid. Tehnoloogiliste protsesside väljatöötamisel tuleb püüda töid täielikult ja majanduslikult põhjendatult mehhaniseerida, vähendada igati kulutusi ja kergendada käsitsitööd.

Vaatamata autode, agregaatide ja sõlmede mitmekesisusele koosnevad nende lahtivõtmistööd suhteliselt väikesest ühetüübiliste korduvate operatsioonide hulgast. Siia kuuluvad keermesliidete lahtivõtmine, laagrite demonteerimine, detailide väljapressimine ja liikuvate liidete lahtivõtmine. Nende operatsioonide õige sooritamine kiirendab lahtivõtmist, võimaldab säilitada ja edasi kasutada suurimat hulka detaile, mis lõppkokkuvõttes alandab üldist remondi omahinda. Seepärast on nende tüüpoperatsioonide sooritamise iseärasusi väga oluline teada.

Keermesliidete lahtivõtmisel soovitatakse lasta esialgu kõik mutrid kordamööda järele ja alles siis keerata nad lõplikult lahti. Selline lahtivõtmise järjekord võimaldab paljudel juhtudel vältida lahtivõetavate detailide kaardumist ja kergendab nende äravõtmist. Mõned agregaadi või sõlme keermesliited on detailide elastsest deformatsioonist põhjustatud lisakoormuse all. Näiteks on sidurikesta ja surveketta ühenduspoldid survevedrude mõjul pingestatud olekus. Vedrukammitsad ja nende kinnitusmutrid asuvad vedrude elastsusest põhjustatud koormuse all.

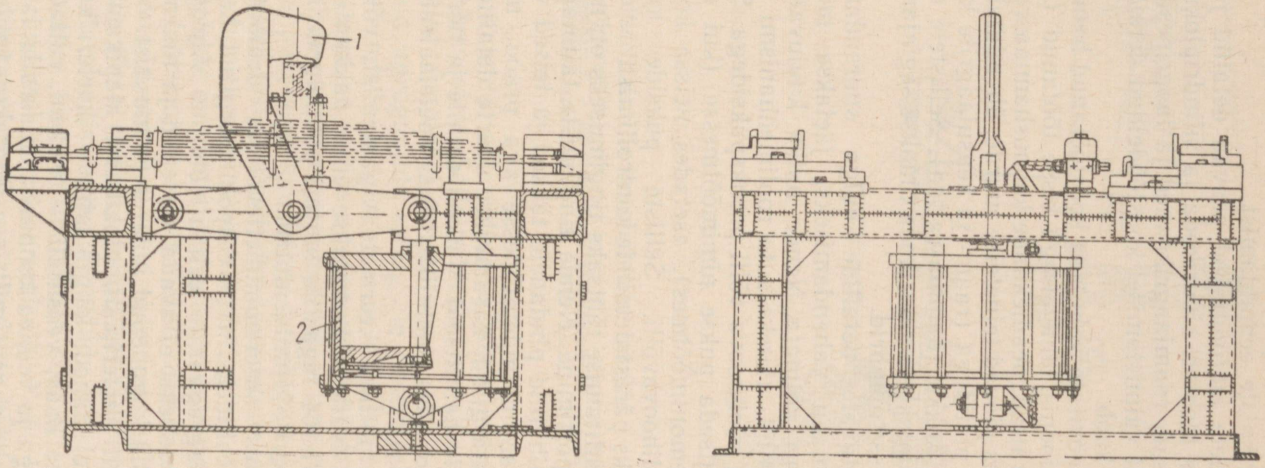
Selliseid liiteid on töölisel ilma detaile koormusest vabastamata raske ja ohtlik lahti võtta. Seetõttu võetakse näiteks sidur lahti spetsiaalsel stendil (vt. joon. 22).

Joonisel 46 on näidatud auto esitelje lahtivõtmise (koostamise) stend. Kui suruõhk suubub pneumosilindrisse *2*, surub esitelje talale asetatud konks *1* selle 4000 kG jõuga tihedalt vastu vedrut. Vedrulehed sirgenevad ja vabastavad kammitsate mutrid lisakoormusest.

Laagrite demonteerimisel tuleb jõud rakendada sellele rõngale, mis on asetatud kohale pinguga. Sel otstarbel kasutatakse mitmesuguseid eespool näidatud tõmmitsaid ja presse. Sageli välditakse laagri sise- või välisrõnga telgnihkumist vedrurõngastega. Enne demonteerimist tuleb need rõngad spetsiaalsete tangide abil eemaldada. Koonusrull-laagrite demonteerimisel pressitakse sise- ja välisrõngas välja eraldi.

Erilist tähelepanu tuleb pöörata detailide väljapressimisele. Katsetused näitavad, et detailide väljapressimisel tekib kriimustusi vähem või neid ei teki üldse, kui väljapressimise suund ühtib sissepressimise suunaga. Seepärast tuleb detail võimaluse korral (näiteks äärikuteta puks läbiulatuvas avas) pressida välja sissepressimise suunas.

Liikuvate liidete lahtivõtmine ei tekita harilikult raskusi. Teh-



Joon. 46. Auto esitelje lahtivõtmise (koostamise) stend

noloogilise protsessi täpsel täitmisel hõlbustab iga eelmise detaili äravõtmine järgmiste eemaldamist.

Mõnede liidete lahtivõtmisel peavad detailid jääma teineteise juurde (näiteks mootori sidurikoda ja silindriplokk, kepsulaagrite kaaned ja kepsud, raamlaagrikaaned ja laagripesad). See on tingitud sellest, et valmistamisel koostöödeldud detailide lahutamisel liite töövõime kaob.

Samuti ei soovitata vahetada koostöötanud hammasrattaid, mis on ekspluatatsioonis teineteisega sisse töötanud (näiteks mootori jaotushammasrattad, peaülekande koonushammasrattad).

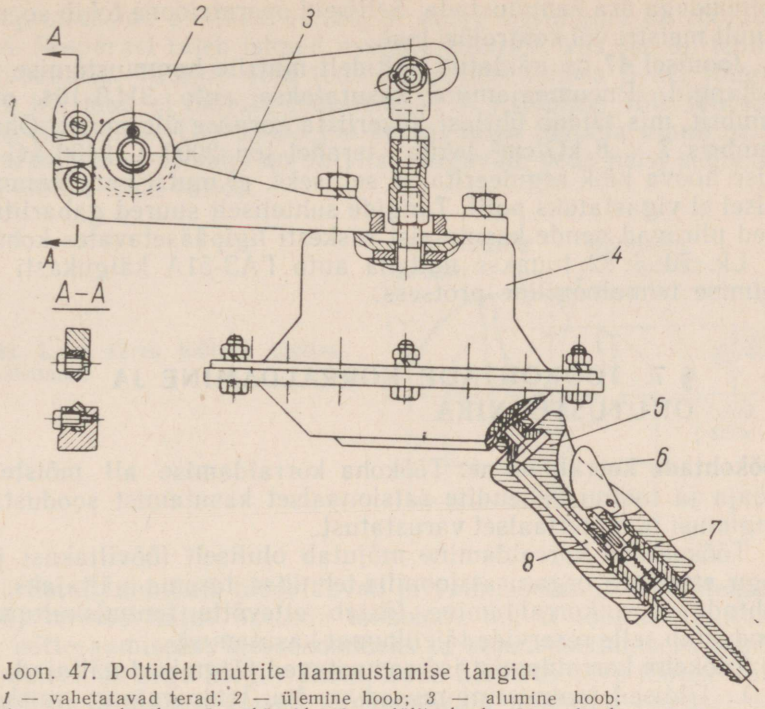
Detailid, mis jäävad teineteise juurde, ühendatakse pärast lahtivõtmist uuesti poltidega (raam- ja kepsulaagrite kaaned) või seotakse traadiga kokku (hammasrattad). Sellistele detailidele nagu mootori silindriplokk ja sidurikoda lüüakse segiajamise vältimiseks teatud kohtadesse numbrid.

Taaskasutatavate detailide hulga suurendamiseks, samuti remonttööde mahu vähendamiseks, jäetakse mõned alagrupid detailideks lahti võtmata. Nende hulka kuuluvad sissepressitud puksidega detailid, näiteks auto roolimehhanismi karter koos sellesse pressitud roolihoova võlli pronkspuksidega. Sellisel juhul on võimalik hõõritseda pukse nimimõõtmesse (kui nad varem olid vähendatud remontmõõtmes), asetades neisse koostamisel nimimõõtmes roolihoovavõlli. Selliste pukside kasutuskõlblikkus tehakse kindlaks pärast detailide kontrollimist.

Detailide säilitamise tähtsaks tingimuseks on nende õige laadimine ja transportimine. Nende tingimuste täitmata jätmisel tekivad detailide lihvitud pindadele täkked ja teised vigastused, õhukeseseinalistesse malmdetailidesse aga praod, murded ja isegi augud. Nagu märgitud, kasutatakse suurte detailide transportimisel spetsiaalseid haaratseid. Väikesi detaile ja normaale transporditakse traatkorvides, metallkastides, spetsiaalsetes konteinerites jne.

Et vältida poltide keermete vigastamist, võib neile mutrid peale keerata. Näiteks keeratakse enne pakkimist ja transportimist auto ЗИЛ-164 tagasilla karteri pooltelgede katete keermetatud otstele laagrite kinnitusmutrid.

Kaasaegsetes autoremondiettevõtetes demonteeritakse põhiagregaadid detailideks, nagu eespool märgitud, kahes järgus. Esialgu toimub agregaatide eellahtivõtmine. Agregaadid võetakse osaliselt lahti selleks, et avada kartereid ja tühemikke, kuhu võib kõige enam olla kogunenud määret ja mustust. Näiteks eemaldatakse mootorilt karteripõhi, plokikaas, klapikambrite ja jaotushammasrataste kaaned; käigukastilt — karteri kaas ja lisaajami luugi külgmine kaas; veosillalt — vedrud, rattad, rummud koos piduritrumlitega ja vedava koonushammasratta laagrite karter või reduktor. Roolimehhanismilt eemaldatakse karteri külgmine ja alumine kaas.



Joon. 47. Poltidelt mutrite hammustamise tangid:
1 — vahetatavad terad; *2* — ülemine hoob; *3* — alumine hoob; *4* — pneumokamber; *5* — käepide; *6* — lülitushoob; *7* — kuulklapp; *8* — suruõhku pneumokambrisse juhtiv kanal.

Agregaatide avamise aste sõltub eellahtivõtmisel nende konstruktiivsetest iseärasustest. Selle määrab kindlaks antud ettevõttes kehtiv lahtivõtmise tehnoloogiline protsess.

Eellahtivõetud agregaatide esialgsele pesemisele ja rasvatustamisele järgneb nende edasine täielik detailideks lahtivõtmine. Kogemused näitavad, et selline agregaatide lahtivõtmise tehnoloogia tõstab detailide pesemise ja puhastamise kvaliteeti, tagab töökohtade puhtuse, parandab tööriistade kasutamist ja töötingimusi, mis lõppkokkuvõttes tõstab tööviljakust ja tootmiskultuuri.

Iga detailide hooletust lahtivõtmisest tingitud defekt tuleb ära märkida. Neid defekte on võimalik avastada detailide kontrollimise ja sorteerimise jaoskonnas või vahetult demontaažijaoskonnas. Siiski tuleb arvestada, et mõnel juhul ei õnnestu sõlme ilma detaile vigastamata lahti võtta (näiteks juhul, kui mutrite ja poldipeade tahud on ekspluatatsioonis saanud vigastada või detailid on keevitatud kokku kohtades, kus konstruktsioon seda ette ei näe, samuti keermesliidete tunduval korrodeerumisel). Neil juhtudel ei ole tavaliste meetoditega võimalik detaile lahti võtta ja need tuleb rauasaega lahti lõigata, meisliga maha raiuda või spetsiaalsete

abinõudega ära hammustada. Selliseid operatsioone tohib sooritada ainult meistri või kontrolöri loal.

Joonisel 47 on näidatud poltidelt mutrite hammustamise pneumotangid. Pneumoajamina kasutatakse auto ЗИЛ-164 pidurikambrit, mis täidab ühtlasi lõikeriista korpuse ülesannet. Õhurõhk kambris 7...8 kG/cm² tekitab teradel jõu 2000...2400 kG. Ülemise hoova käik reguleeritakse selliseks, et mutri katkihammustamisel ei vigastataks polti. Tangide suhteliselt suured gabariitmõõtmed piiravad nende kasutamist raskesti ligipääsetavates kohtades.

Lk. 70...82 tuuakse näitena auto ГАЗ-51А käigukasti lahtivõtmise tehnoloogiline protsess.

§ 7. TÖÖKOHTADE KORRALDAMINE JA OHUTUSTEHNIKA

Töökohtade korraldamine. Töökoha korraldamise all mõistetakse tööaja ja tootmisvahendite ratsionaalset kasutamist soodustavaid tingimusi ja materiaalset varustatust.

Töökohtade korraldamine mõjutab oluliselt tööviljakust ja on kogu ettevõtte organisatsioonilis-tehnilise taseme näitajaks. Töökohtade õige korraldamine tõstab ettevõtte tootmiskultuuri ja soodustab selle reservide täielikumat kasutamist.

Töökoha korraldamist iseloomustavad järgmised näitajad.

1. Üldised tootmistingimused — õhu temperatuur, -niiskus ja -vahetus, ruumi kubatuur, valgustatus, ümbritsevate esemete värvus, töö ohutus, puhtus, töödistsipliin ja töörežiim.

2. Töökoha tootmispinna mõõtmed ning seadmete ja tootmisinventari olemasolu (pingid, stendid, töölauad, kapid, riiulid, alused, taara jms.).

3. Seadmete, inventari ja tööobjekti (autode, agregaatide, detailide, toorikute) ning tööriistade õige asetus töökohal, nii et see tagab töölise ratsionaalse liikumise.

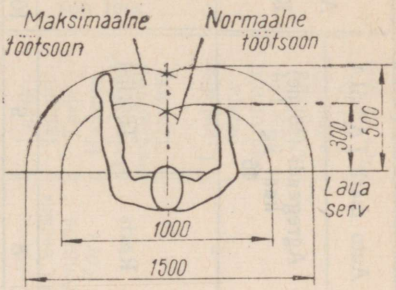
4. Töökoha varustatus tehnoloogilise protsessi sooritamiseks vajalike täisväärtuslike tööriistade ja rakistega.

5. Tehniliste ja tootmis-arvestuslike dokumentide olemasolu (joonised, tehnoloogilise protsessi kaardid, juhendid, töökäsud, tööriistade raamat, margid jms.).

6. Töökoha õigeaegne varustamine tööobjektidega (remondifond, detailid, toorikud, materjalid jms.), tööriistade ja tehnilise dokumentatsiooniga; tehnoloogianõuetele vastav tehniline kontroll; seadmete ja rakiste süstemaatiline remontimine jms.

Kogemused näitavad, et eesrindlike tööliste tööviljakus ületab keskmise taseme eelkõige töökoha parema korraldamise tõttu. Need töölised analüüsivad oma töövõtteid kriitiliselt ja asendavad selle põhjal vähetootlikud liigutused tootlikumatega, liigsetest aga loobuvad hoopis.

Tööprotsesside analüüs näitab, et kõige kasulikum on töötada istudes. Seepärast tuleb istmed asetada kõikjale, kus see on tehniliselt võimalik. Tööline võib töötada istudes umbes 5 kG jõuga. 5...10 kG jõud ei mõjuta töötulemusi, s. t. tööline võib töötada istudes või seistes. Üle 10 kG jõu korral tuleb töötada ainult seistes. Kui mõlemad asendid on ühtviisi mugavad, peab neist sobivam jääma töölise enda valida.



Joon. 48. Laua ääres töötava töölise käte töötsoonid

Tööriistad, abinõud, töödeldavad ja valmisdetailid (komplektid, sõlmed) on soovitatav asetada töökohale nii, et tööline kulutaks nende kättesaamiseks, ülesseadmiseks ja kohaleasetamiseks jõudu minimaalselt ja aega kõige vähem. Laua ääres töötava töölise käte normaalsed ja maksimaalsed töötsoonid on näidatud joonisel 48. Sõltuvalt töölise kasvust võivad need tsoonid ühele või teisele poole mõnevõrra muutuda.

Töökoht peab olema korraldatud selliselt, et töölise keha telgjoon langeks ühte töötsooni telgjoonega, enamik liigutusi asuks aga normaalse töötsooni piirkonnas. Seejuures tuleb kasutada kõige väiksemat jõukulu nõudvaid liigutusi. Selliste hulka kuuluvad käte liigutused ilma õlgade ja keha osavõtuta. Võimaluse korral peavad mõlemad käed alustama ja lõpetama liikumist korraga. Käte ja jalgade jõudu tuleb rakendada võrdselt. Sel eesmärgil kasutatakse mitmesuguseid töötamist kergendavaid ja kiirendavaid abinõusid. Töölise liigutused olgu lihtsad ja rütmilised.

Töökoha parem korraldamine tõstab peale tööviljakuse ka toodangu kvaliteeti.

Üldised tootmistingimused peavad vastama töötaja energia kõige efektiivsema kasutamise ning tervishoiunõuetele. Normaalsete töötingimuste loomiseks on kehtestatud õhuvahetuse, ruumi temperatuuri, valgustatuse ning seadmete ja inventari paigaldamise normid. Kaasaegses ettevõttes on ühe töökoha ratsionaalne korraldamine lahutamatu jaoskonna, tsehhi ja kogu ettevõtte tootmise organiseerimisest.

Töökohtade ja tootmisruumide kujundus peab vastama tööstusesteetikanõuetele. Seadmete ja inventari värvuse ning kuju vasta-

Tehas	Lahtivõtmise tehnoloogilise protsessi kaart			Auto mark ГАЗ-51А		Agregaadi nimetus Käigukast		Koostisjoonise nr. 51—1700010
Demontaaži-montaaži tsehh	Agregaatide lahtivõtmise jaoskond	Operatsioonide arv 8	Sõlmede arv agregaadis 6	Agregaadi (sõlme) kaal kg 46				

Operatsiooni nr	Siirde nr.	Operatsioonide nimetused ja ja siirete sisu	Detailid või sõlmed			Seade	Rakis	Tööriist	Töö järk	Ajanorm min	Tööliste arv	Märkused ja tehnilised tingimused
			nimetus	kataloogi nr.	arv							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1		**Stendi asetamine**										
	1	Tõsta käigukast kompleksselt üles, viia lahtivõtmise stendi juurde ja asetada stendile	Käigukast	51—1700010	1	0,5 T elektritelferiga monorelss. Käigukastide lahtivõtmise stend	käigukastide haarats		1	0,84	1	
2		**Käsipiduri mahavõtmine**										
	1	Eemaldada splint ja võtta ära käsipiduri varras	Splint	258025-П	1	Käigukastide lahtivõtmise stend	Korv	Lapiktangid Torn Haamer	1	0,38	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	2	Keerata käigukasti ülemisest kaanest välja sektori kinnituspoldid, võtta ära seibid ja tsentraalpiduri hoob	Polt Tsentraalpiduri hoob	201540-П8 51—350815	2 1	Käigukastide lahtivõtmise stend	Korv	L-kujuline padrunvõti 17×300 Vändaga padrunvõti $R=150$ Pea 17 mm	1	0,57	1	
	3	Keerata välja tsentraalpiduri trumlit käigukasti veetava võlli ääriku külge kinnitavad kruvid, võtta tsentraalpiduri trummel ära	Kruvi Tsentraalpiduri trummel	224682П—8 51—3507052—Г	2 1	Sama	„	Kruvikeeraja 7 mm	1	0,45	1	
	4	Võtta ära splint ja keerata lahti veetava võlli ääriku kinnitusmutter, võtta seib ja äärik ära	Splint Mutter Seib Äärik	258055—П 292940—П8 51—2406064 51—1701240—В	1 1 1 1	„	Veetava võlli ääriku tõmmits Korv	Lapiktangid Torn Haamer L-kujuline padrunvõti 32×400	1	1,3	1	
	5	Keerata välja tagumise kaane kinnituspoldid, võtta ära seib, kaas ja tsentraalpidur	Polt Seib Tagumine kaas Tsentraalpidur	201497—П8 252136—П2 51—1701205 51—3507010	4 4 1 1	„	„	L-kujulise peaga padrunvõti 12×180 Vändaga padrunvõti $R=150$. Pea 12 mm	1	0,8	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
3		**Käigukasti lahtivõtmine**										
	1	Keerata välja käigukasti ülemise kaane kinnituspoldid ja võtta ära seibid	Polt Seib	201497—П8 252136—П2	6 6	Käigukastide lahtivõtmise stend	Korv	L-kujulise peaga padrunvõti 14×250 Vändaga padrunvõti $R=150$ Pea 12 mm	1	1,12	1	
	2	Võtta ülemine kaas ära	Ülemine kaas	51—1702000	1	Sama	„		1	0,15	1	
	3	Võtta ära ülemise kaane tihend	Tihend	51—1702016	1	„	„		1	0,09	1	
	4	Keerata välja hammasrataste telje stopperi polt ja võtta ära seib	Polt Seib	201495—П8 252136—П2	1 1	„ „	„ „	Padrunvõti 14×250	1	0,23	1	
	5	Lüüa hammasrataste telje stopper välja	Stopper	AA—7155	1	„	„	Haamer 400 g Torn	1	0,06	1	
	6	Keerata välja lisaajami luugi kaane kinnituspoldid ja võtta ära seibid	Polt Seib	201495—П8 252136—П2	6 6	„	„	L-kujuline padrunvõti 14×250	1	1,12	1	
	7	Võtta lisaajami luugi kaas ära	Luugi kaas	AA—7165	1	„	„		1	0,06	1	
	8	Võtta ära tihend	Tihend	AA—7166	1	„	„		1	0,09	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	9	Keerata välja vedava võlli laagri kinnituspoldid ja võtta ära seibid	Polt	201458—П8	4	Käigukastide lahtivõtmise stend	Korv	L-kujuline võti 12×250 Vändaga võti $R=150$. Pea 12 mm	1	1,2	1	
	10	Võtta ära siduri lülitusmuhvi tõmbevedru hark	Hark	51—1601190	1	Sama	„		1	0,06	1	
	11	Võtta ära käigukasti vedava võlli laagri kaas	Kaas	51—7050—B	1	„	„		1	0,10	1	
	12	Võtta ära tihend	Tihend	51—7051	1		„		1	0,07	1	
	13	Lüüa vedav võll koos laagriga karterist välja	Vedav võll koos laagriga	51—7017	1		„	Vasktorn Haamer 400 g	1	0,29	1	
	14	Võtta vedava võlli eesmiselt otsalt ära rull-laager	Rull-laager	AA—7120—A2	1	„	„		1	0,44		
	15	Võtta ära seaderõngas	Seaderõngas	AA—7063	1	„	„		1	0,06	1	
	16	Lüüa veetav võll koos laagriga karterist välja	Veetav võll	51—7060—B	1	„	„	Vasktorn Haamer 400 g	1	0,29	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	17	Võtta ära 3. ja 4. käigu liughammasratas	3. ja 4. käigu liughammasratas	51—1701114	1	Käigukastide lahtivõtmise stend	Korv		1	0,09	1	
	18	Võtta ära 1. ja 2. käigu liugplokk	1. ja 2. käigu liugplokk	51—1701112	1	Sama	„		1	0,1	1	
	19	Võtta ära tagurpidikäigu lülituskahvli telje splint	Splint	258041—П	1	„	„	Lapiktangid Torn Haamer 400 g	1	0,49	1	
	20	Lüüa välja tagurpidikäigu lülituskahvli telg	Tagurpidikäigu lülituskahvli telg	AA—7244	1	„	„	Vasktorn ∅ 10 mm Haamer 400 g	1	0,3	1	
	21	Võtta tagurpidikäigu lülituskahvel välja	Tagurpidikäigu lülituskahvel	AA—7243	1	„	„		1	0,06	1	
	22	Lüüa välja vahevõlli hammasratasploki telg	Vahevõlli hammasratasploki telg	51—7111—A	1	„	„	Haamer 400 g Vasktorn Ø 16 mm	1	0,42	1	
	23	Võtta vahevõlli hammasratasplokk välja	Vahevõlli hammasratasplokk	51—1701050	1	„	„		1	0,08	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	24	Võtta vahevõlli hammasratasplokist välja rull-laagrid ja distantspuks	Rull-laagrid Vahevõlli laagritevaheline distantspuks	AA—7118—A2 AA—7115—A2	2 1	Käigukastide lahtivõtmise stend	Korv		1	0,18	1	
	25	Lüüa välja tagurpidikäigu hammasratasploki telg	Tagurpidikäigu hammasratasploki telg	AA—7140—A	1	Sama	„	Haamer 400 g Vasktorn ∅ 16	1	0,22	1	
	26	Võtta tagurpidikäigu hammasratasplokk karterist välja	Tagurpidikäigu hammasratasplokk	AA—7141	1	„	„		1	0,08	1	
	27	Võtta laagripesadest välja stopperrõngad	Stopperrõngad	AA 7030 AA 7070	1 1		„	Kruvikeeraja 7 mm	1	0,20	1	
	28	Keerata välja õlitäiteava ja väljalaskeava korgid	Täiteava ja väljalaskeava korgid	262513—П	1	„	„	Spetsiaalne 17 mm võti	1	0,46	1	
	29	Võtta käigukasti karter stendilt maha	Käigukasti karter	51—1701015—Б	1	„	„		1	0,24	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
4		**Veetava võlli tagumise laagri kaane lahtivõtmine**										
	1	Asetada veetava võlli tagumise laagri kaas kruustangide vahele	Veetava võlli kaas	51—1701205	1	Töölaud	Kruustangid Korv		1	0,15	1	
	2	Keerata välja stutseri stopperi kinnituspolt, võtta ära seib ja stopper	Polt Stopper	290490—П8 51—3802031	1 1	„	Sama	Mutrivõti 9×11	1 1	0,38 0,06	1 1	
	3	Seada kaas kruustangide vahel teise asendisse				„	„		1	0,10	1	
	4	Võtta ära spidomeetri veetav hammasratas koos stutseriga	Spidomeetri veetav hammasratas Stutser	51—3802034 51—3802030	1 1	„	„		1	0,32	1	
	5	Lahutada stutseri juhtpuks spidomeetri ajami veetavast hammasrattast				„	„		1	0,22	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	6	Lüüa välja käigukasti tagumise kaane tihend ja võtta kaas kruustangide vahelt	Tihend	51—1701210		Töölaud	Kruustangid Korv	Haamer 400 g Torn	1	0,61	1	
5		**Veetava võlli lahtivõtmine**										
	1	Asetada veetav võll koos laagriga pressile	Veetav võll	51—7060—B	1	Pneumaatiline press	Alus Korv		1	0,19	1	
	2	Pressida võllilt spidomeetri ajami hammasratas	Spidomeetri ajami vedav hammasratas	51—3802033	1	Sama	Sama		1	0,8	1	
	3	Pressida võllilt kuullaager ja võtta võll pressilt	Kuullaager	AA—7065	1	„	„		1	1,0	1	
	4	Võtta ära veetava võlli õlitõrjeseib	Õlitõrjeseib	AA—7080	1	Töölaud	Korv		1	0,1	1	
	5	Võtta käigukasti veetavalt võllilt tugirõngas	Tugirõngas	AA—7062	1	„	„		1	0,12	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
6		**Käigukasti vedava võlli lahtivõtmine**										
	1	Kinnitada vedav võll kruustangide vahele	Vedav võll	51—7015	1	Töölaud	Kruustangid Korv		1	0,22	1	
	2	Võtta vedavalt võllilt kuullaagri tugirõngas	Tugirõngas	AA—7045	1	„	Sama	Lapik-tangid Kruvi-keeraja 7 mm	1	0,13	1	
	3	Võtta vedav võll kruustangide vahelt ja asetada pressile				Pneumaatiline press	Alus Korv		1	0,30	1	
	4	Pressida vedavalt võllilt kuullaager ja võtta ära õlitõrjeseib	Kuullaager Õlitõrjeseib	AA—7025 AA—7043	1 1	Sama	„		1	0,60	1	
	5	Võtta vedav võll pressilt	Vedav võll	51—7015		„	Korv		1	0,13	1	
7		**Ülemise kaane lahtivõtmine**										
	1	Asetada ülemine kaas töölauale	Ülemine kaas	51—1702000	1	Töölaud	„		1	0,14	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	2	Keerata ära ülemise kaane kuppel	Kuppel	11—7220	1	Töölaud	Korv	Spetsiaal-võti	1	0,30	1	
	3	Eemaldada käigukang	Käigukang	51—1702114	1	„	„		1	0,51	1	
	4	Asetada käigukasti ülemine kaas rakisele	Ülemine kaas	51—1702010	1		Korv Spetsiaalne rakis		1	0,14	1	
	5	Võtta ära lülitusharkide stopperkruvide splindid	Splinditraat	257851—П	3		Sama	Lapik-tangid	1	0,48	1	
	6	Keerata välja lülitusharkide stopperkruvid	Kruvi	AA—7245	3		„	Mutrivõti 9×11	1	0,97	1	
	7	Lüüa välja lülitushargi varda ava korgid	Kork	260307—П	6		„	Haamer 400 g Torn	1	0,68	1	
	8	Pressida kaanest välja tagurpidikäigu liugur	Tagurpidi-käigu liugur	51—1702042	1		„	Haamer 400 g Vasktorn	1	0,21	1	
	9	Pressida kaanest välja 1. ja 2. käigu liugur	1. ja 2. käigu liugur	51—1702040	1		„	Haamer 400 g Vasktorn	1	0,21	1	
	10	Pressida kaanest välja 3. ja 4. käigu liugur	3. ja 4. käigu liugur	51—1702046	1		„	Haamer 400 g Vasktorn	1	0,21	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	11	Võtta kaanest välja 1. ja 2. käigu lülitushark	1. ja 2. käigu hark	AA—7131	1		Korv Spetsiaalne rakis		1	0,06	1	
	12	Võtta kaanest välja 3. ja 4. käigu lülitushark	3. ja 4. käigu hark	AA—728	1		Sama		1	0,06	1	
	13	Võtta kaanest välja tagurpidikäigu lülitushargi ülemineku pea	Tagurpidikäigu lülitushargi ülemineku pea	51—1702095	1		„		1	0,06	1	
	14	Võtta kaane avadest välja stopperkuulid ja vedrud	Stopperkuulid	263014—П	3		Spetsiaalne rakis		1	0,10	1	
			Vedrud	AA—7234	3				1	0,13	1	
	15	Võtta kaane avadest välja stoppertihvtid	Tihvtid	AA—7233—B	2		Sama		1	0,16	1	
	16	Võtta käigukasti ülemine kaas rakiselt maha	Ülemine kaas	51—1702015	1		„		1	0,15	1	
8		**Käigukangi lahtivõtmine**										
	1	Kinnitada käigukang kruustangide vahele	Käigukang	51—1702114	1	Töölaud	Kruustangid Korv		1	0,11	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	2	Keerata ära käigukangi käepide	Käigukangi käepide	51—1703088	1	Töölaud	Kruustangid Korv		1	0,19	1	
	3	Keerata ära lukustusriivi sõrme mutter	Mutter	25179—54	1	„	Sama	Mutrivõti 10×22	1	0,26	1	
	4	Võtta ära seib	Seib	252133—П2	1	„	„		1	0,04	1	
	5	Lüüa välja käigukangi lukustusriivi sõrm	Sõrm	AA—7216	1	„	„	Haamer 400 g Torn	1	0,10	1	
	6	Võtta lukustusriiv käigukangilt	Kangi lukustusriiv	AA—7215	1	„	„		1	0,06	1	
	7	Võtta kangilt riivi tapp	Riivi tapp	AA—7217	1	„	„		1	0,14	1	
	8	Võtta ära seib	Seib	AA—7208	1	„	„		1	0,06	1	
	9	Võtta ära ülemise kaane kuppel	Ülemise kaane kuppel	11—7220	1	„	„		1	0,19	1	
	10	Võtta ära vedrupesa	Vedrupesa	AA—7228	1	„	„		1	0,19	1	
	11	Võtta ära vedru	Vedru	AA—7227	1	„	„		1	0,05	1	
	12	Eemaldada alumiselt otsalt hoova kaitse	Hoovakaitse	AA—7218	1	„	„		1	0,10	1	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	13	Võtta ära kaitse vedru	Kaitse vedru	AA—7219	1	Töölaud	Kruustangid Korv		1	0,05	1	
	14	Võtta ära kaitse vedru seib	Kaitse vedru seib	AA—7226	1	„	Sama		1	0,06	1	
	15	Võtta ära kaitse varras	Kaitse varras	51—1702012	1	„	„		1	0,10	1	
	16	Võtta käigukang kruustangide vahelt ära	Käigukang	51—1702114	1	„	„		1	0,11	1	
								Kokku		29,3	—	

vus esteetikanõuetele kergendab inimese tööd ja muudab selle meeldivaks.

Kaasaegne tehnika nõuab selle kasutajatelt üha suuremat tähelepanelikkust, kiiret reageerimist, oskust silmapilkselt õigeid otsuseid teha. Koos lihaste jõu vähenemisega kasvab nägemise ja närvisüsteemi osatähtsus. Ümbritsevate esemete värvus mõjutab inimeste töövõimet. Tsehhide ilus ja ratsionaalne kujundus ning seadmete ja inventari sobiv värvus võimaldavad parendada tootmisruumide valgustatust, vähendada silmade väsimist, tõsta tööliste toonust ja lõppkokkuvõttes tõsta sama energiakulu puhul tööviljakust. Uurimused on näidanud, et nende tegurite oskusliku rakendamisega on tööviljakust võimalik tõsta 15 ... 17%.

Inimese silmadele ja närvisüsteemile mõjuvad eriti soodsalt kollakasroheline ja rohekassinine värvus. Laed, seinte ülaosa ja aknaavad on soovitatav värvida heledaks (valgeks, helesiniseks, kreemiks). Tööruumide nurgad soovitatakse värvida valgeks. Värvuse mõju tugevdamiseks tuleb neid kohti tugevasti valgustada. Valge värvus peegaldab ligikaudu 80% temale langevast valgusest ja võimaldab hoida kokku elektrienergiat. Peale selle kaitseb ta tootmisruumi risustamise eest. Seinte paneelid soovitatakse värvida 2,5 ... 3,0 m kõrguselt heleroheliseks, seadmete liikumatud osad heleroheliseks või rohekassiniseks, liikuvad osad aga heledaks (kreemiks ja kollaseks). Juhtimispultide hoovad ja nupud peavad olema värvitud kontrastsete värvidega, riistakapid ja töölauad — helekollaseks või valgeks. Tsehhidesse paigutatud riiulite värvus peab sobima põhiseadmete värvusega.

Ohutute töötingimuste tagamiseks ja tootmistraumade vältimiseks kasutatakse hoiatusvärvusi: punast, oranži, kollast ja rohelist.

Punane värvus tähendab «tuli», «stopp», «keelatud». Seda kasutatakse tulekustutusvahendite, mehhanismide viivitamatu peatamise hoobade, pidurdusseadmete ning ettenähtud rõhu, temperatuuri jms. ületamist keelavate näiturite värvimiseks.

Oranž värvus tähendab «ohtu» ja seda kasutatakse materjalide ja detailide tähistamiseks, mis võivad töölisi vigastada. Oranžiks tuleb värvida teravad servad, masinate sisepinnad ja katteta rakised, samuti osad, millega kokkupuutumine võib tekitada elektrilöögi. Oranži värvust kasutatakse ka mürgistuse ja radioaktiivse kiirguse ohu tähistamiseks.

Kollane värvus tähendab «ettevaatust», «tähelepanu». Seda kasutatakse materjalide ja osade märgistamiseks, mis võivad kukkuda, tõugata, muljuda ja mille vastu võib end lüüa ja komistada. Kollaseks värvitakse tõste-transpordivahendid, kraanad, vankrid, elektrikärud, monorelsid, samuti tumedate treppide esimesed ja viimased astmed. Märgatavuse parendamiseks kasutatakse kollaseid triipusid vaheldumisi mustadega laiuse suhtega 1 : 1 või 1,5 : 1.

Roheline värvus tähendab «tee on vaba», «esmaabi» ja seda

kasutatakse ohutute materjalide, kohtade, suundade, samuti esmaabivahendite märgistamiseks. Roheliseks värvitakse ruumist ohutu ja lühima väljapääsu viidad, välisuksed ja esmaabipunktide uksed, esmaabikappide välispinnad, sanitaarkanderaamide asukohad.

Iga värvuse tähendus peab olema töölistel teada. Teatud värvusega tuleb värvida ka vedelike ja gaaside torustikud.

Olenevalt sisust näeb ГОСТ 3464-63 torustikele ette järgmised värvused.

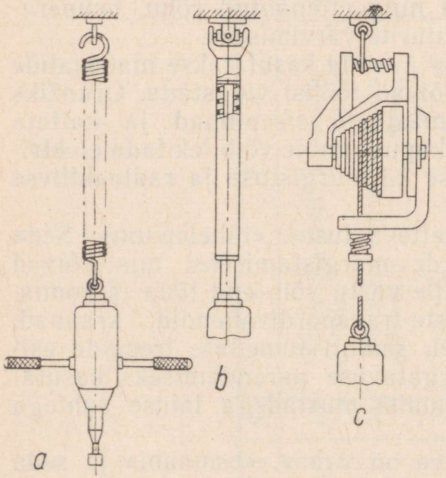
Torustiku sisu	Värvus	Torustiku sisu	Värvus
Vesi	Roheline	Õli	Pruun
Aur	Roosa	Vedelkütus	Kollane
Õhk	Helesinine	Atsetüleen	Oranž
Hapnik	Sinine	Tuletõrje-torustik	Punane
Leelis	Hallikaspruun		

Sõltuvalt tehtavate tööde iseloomust on töökohtade korraldust kirjeldatud autode remontimise ja detailide taastamise vastavate etappide vaatlemisel.

Demotaažilukkseppade töökohtade korraldamine. Autode ja agregaatide lahtivõtmise spetsiifika seisneb selles, et tehnoloogilisest protsessist mittekinnipidamisel (hooletu väline pesemine, karterite ebakvaliteetne läbiaurutamine, nendest õli puudulik eemaldamine jms.) tekib töökohtadele pori. Nagu märgitud, alandab see üldist tootmiskultuuri mitte ainult antud jaoskonnas, vaid ka kogu ettevõttes, mis omakorda madaldab tunduvalt kvaliteeti ja tööviljakust. Seepärast tuleb lahtivõtmise töökohtadel osutada puhtusele ja korrale erilist tähelepanu.

Demontaažilukksepa töökoha õigele korraldamisele on iseloomulikud järgmised nõuded.

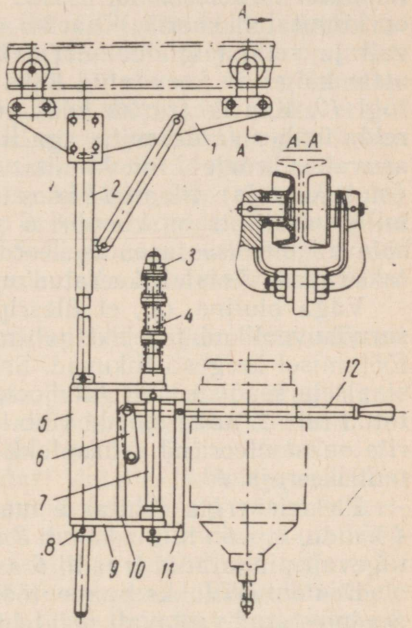
1. Vaja on spetsialiseerida, s. t. kinnistada igale töölisele



Joon. 49. Mehhaniseeritud tööriista elastsetele riputusvahenditele riputamise viisid:
a — vabalt vedrul; *b* — teleskoopilisel vedruseadmel; *c* — vedruplokil

teatud tööliigid. Spetsialiseerimine lühendab töö ettevalmistusaega, võimaldab kasutada tootlikumaid tööriistu ja abinõusid ning planeerida töökohta ratsionaalselt. Töölisel tekivad teatud harjumused ja tootlikumad töövõtted.

2. Remondifond (demonteeritavad autod ja agregaadid) peab saabuma lahtivõtmisele tehnoloogilise protsessi kohaselt ettevalmistatuna (pestuna, porist puhtana, ilma karteriõlita jms.). See mõjutab demonteerija töökoha puhtust tunduvalt.



Joon. 50. Jäigale riputusvahendile riputatud mehhaniseeritud tööriist

3. Autode, sõlmede ja agregaatide lahtivõtmiseks tuleb maksimaalselt kasutada seadmeid, mis võimaldavad lahtivõetavat objekti töötamiseks sobivasse asendisse seada ja sellega vähendada töölise liigutusi. Operatsioonide sooritamisel peavad liigutused olema lühikesed ega tohi olla väsitavad. Tööline peab töötama mõlema käega. Töökoht tuleb varustada tõste-transpordivahenditega. Seal peavad olema kiiresti töötavad tõmmitsad, mehhaniseeritud tööriistad, rakised jms.

Mugavamaks töötamiseks riputatakse mehhaniseeritud tööriistad mitmesugustele töökoha kohal olevatele riputusvahenditele. Konstruktsioonilt võivad need olla elastsed või jäigad. Joonisel 49 on näidatud mehhaniseeritud tööriistade riputusviisid elastsetele riputusvahenditele. Viimased tagavad tööriista automaatse tõusmise, kui seda enam ei kasutata, ja hoiavad tööriista vajalikul kõrgusel (harilikult töölise poolkõveras tõstetud käe kõrgusel).

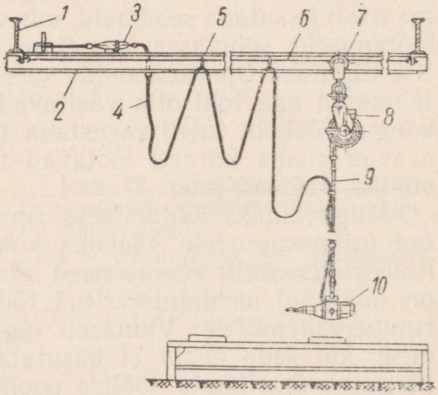
Sageli on neil seadis, mis lülitab tööriista vabanemisel (tõusmisel) voolu automaatselt välja. Elastsed riputusvahendid on mugavad, kuid koormavad riista töötamisel töölist reaktiivmomendi ja tõugetega. Seetõttu kasutatakse neid kuni 10 kGm pöördemomenti arendava tööriista ülesriputamiseks.

Kui tööriist arendab 10...22 kGm pöördemomenti või töötab suurte tõugetega, riputatakse ta jäigale riputusvahendile (joon. 50). Vanker *1* koos sellele kinnitatud vardaga *2* võib veereda rullidel piki töökoha kohal asuvat monorelssi. Varda alumisele otsale on kinnitatud kaarik. Kaariku rumm *5* on asetatud vardale liikuvalt ja selle telgnihkumist takistavad stopperrõngad *8*. Rummu otste külge on keevitatud kaks põske *9*, mida ühendab omavahel tugi *10*. Kaarik (rumm koos põskede ja toega) võib vabalt pöörelda ümber varda, mitte aga liikuda piki varrast. Põskede avades asuvale vardale *7* on kinnitatud plaat *11* ja selle külge tööriist (mutrikeeraja). Plaati *11* koos tööriistaga liigutatakse hoovaga *12*, mille vasak ots on klambri *6* abil ühendatud toega *10*. Tööriista hoiavad ülemises asendis keerdvedrud *4*. Nende pinget reguleeritakse varda *7* otstele keeratud mutriga *3*.

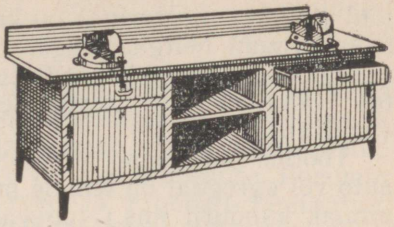
Väga oluline on, et ülesriputatud mehhaniseeritud tööriista suruõhuvoolikud ja elektrijuhtmed ei kuhjuks töökohta ja oleksid töötamisel kergesti liikuvad. Selleks riputatakse nad üles ka spetsiaalsete seadiste abil (vt. joon. 51). Laetalade *1* külge on kinnitatud tala *2*, mida mööda võib kahel rullil liikuda vanker *7*. Vankrile on monteeritud vedruplokk *8* ja sellele trossi *9* abil riputatud mutrikeeraja *10*.

Elektrienergia juhitakse mutrikeerajasse neljasoonelise kaabli *4* kaudu, mis on lülituskahvli *3* abil võrku ühendatud. Kaabel ripub tugevalt pingutatud traadil *6* asuvatel metallrõngastel *5*.

Demontaažilukkseppade töökohad peavad olema mugavad ja seadmestatud vastavalt neil tehtavatele töödele. Kõige otstarbekam on kasutada ühe- või kahekohalisi töölaudu (joon. 52). Suurema



Joon. 51. Elektrimutrikeeraja juhtme riputusseadise skeem



Joon. 52. Kahekohaline lukksepatööde laud

töökohtade arvuga lauad on liiga rasked ja kohmakad. Töölaud peab olema stabiilne. Selle karkass keevitatakse kokku nurkterasest või torudest. Mõnel juhul valatakse töölaua jalad malmist. Lauaplaat kaetakse lehtterasega. Plaadi all asuvad väljatõmmatavad tööriistasahtlid. Nendes on iga liiki tööriistade jaoks eraldi pesad. Töölaua optimaalsed mõõtmed on järgmised: kõrgus umbes 0,8 m ja laius vähemalt 0,75 m. Lauale asetatud paralleelkruustangide kõrgus peab vastama töölise kasvule, sest töötada tuleb loomulikus asendis. On soovitatav, et kruustangide ülemine pind oleks töölise küünarnuki kõrgusel. Sellega tagatakse mugav töötamine. Laua äärde töölise jalgade alla asetatakse stabiilne puitrest.

Vajalikke tööriistu hoitagu spetsiaalselt selleks ette nähtud kohas, kus ei tohi olla midagi liigset.

Iga tööline peab harjuma korda hoidma. Lahtivõetud agregaatide sõlmed ja detailid tuleb asetada spetsiaaltaarasse või riiulitele. Keredetailid (karterid, silindriplokid jt.) asetatakse erilistele alustele, mis kujutavad endast detaile üksteisega kokkupõrkamise ja vigastumise eest kaitsvaid puitaluseid või paralleelseid prusse. Demontaažijaoskondades on soovitatav kasutada sõeljat metalltaarat. Selline taara on kerge ja suhteliselt tugev. Ta keevitatakse harilikult kokku metallvarbadest. Väikedetailidele (kinnitusdetailid, vedrud, nukid jms.) tehakse taara seinad võrgust. Kasutatud puhastusmaterjalide jaoks peavad olema spetsiaalsed kaantega metallkastid.

Töökohale peab olema riputatud lahtivõtmise tehnoloogilise protsessi töökohakaart ja ohutustehnika eeskirjad.

Ohutustehnika põhinõuded. Seadmestik ja inventar tuleb asetada tootmisruumi sellise arvestusega, et vahekäigused, läbikäigud ja töötamise ruum vastaksid kehtivatele seadmete paigutuse normidele.

Tootmisruumidesse ei ole lubatud kuhjata suurt hulka agregaate, sõlmi ja detaile. Sõlmede ja detailide virna kõrgus ei tohi ületada 1 m. Keelatud on läbikäigu- ja läbisõidukohti täis kuhjata, sest see võib põhjustada õnnetusjuhtumeid.

Tootmisruumide põrandad peavad olema kõva kattega, tasased (ilma lävepakkudeta), siledad ja kareda pinnaga. Neid on vaja süstemaatiliselt pesta ning puhastada määrdest ja porist.

Autod tuuakse lahtivõtmiskohale spetsiaalseadmete abil. Omal

jõul (töötava mootoriga) on keelatud sisse sõita, sest see saastaks tootmisruumi heitgaasidega. Etüülitud bensiiniga kokkupuutunud agregaadid, sõlmed ja seadmed tuleb enne lahtivõtmist spetsiaalsetes vannides või seadmetes petrooleumiga kahjutuks teha (neutraliseerida).

Tööline peab enne lahtivõtmisele asumist veenduma selles, et auto või agregaat on temale määratud kohal (vankril, stendi tugipinnal, kanduril jms.) tugevasti kinnitatud ja stabiilses asendis. Üle 16 kg raskusi agregaate, sõlmi ja detaile tuleb maha võtta, transportida ja kohale asetada spetsiaalsete tõste-transpordivahenditega. Keelatud on võtta tõste-transpordiseadmeile riputatud autosid ja agregaate lahti ilma erilisi stabiilseid tugesid alla panemata. Samuti ei tohi tugedena kasutada juhuslikke esemeid (autodetaile, seadmeid jms.).

Keelatud on olla konveierite ja teiste transpordiseadmete liikuvatel osadel. Hüdrotõstukit ei tohi sisse lülitada isikud, kellel ei ole õigust selle teenindamiseks. Enne auto ülestõstmist hüdrotõstuki abil on vaja kontrollida auto kinnitust platvormile. Pärast seda, kui auto on tõstetud vajalikule kõrgusele, tuleb tõstuki platvormi alla asetada kaitsetoed või kasutada spetsiaalset seadet, mis takistab tõstuki ootamatut allalangemist.

Enne kui alustada töötamist tõstukil asetseva auto all tuleb tõustuki juhtimismehhanismile riputada tahvel: «Mitte puutuda, töötan auto all!»

Lasti tõstmisel ja allalaskmisel peavad kraanade ja tõstemehhanismide lastitrossid olema täpselt vertikaalasendis. Keelatud on lasti lohistada tõstemehhanismi konksul kaldu rippuva trossi otsas.

On lubatud kasutada ainult korras tööriistu. Lukksepahaamrid peavad olema veidi kumera pinnaga (mitte kaldu ega ära taotud) ja tugevasti kinnitatud kõvast ning sitkest puidust (vaher, pöökpuu, noor tamm jms.) varrele. Okaspuust ja toorest materjalist on haamrivarsi valmistada keelatud.

Taotavatel tööriistadel (meislitel, tornidel) ei tohi olla pragusid ja löökidest (kalestumisest) tekkinud teravaid servi. Karastatud detailide väljapressimiseks valmistatakse tornid vasest ja valgevasest. See on vajalik selleks, et töötamisel ei tekiks metallikildusid.

Mutrivõtmete tööpindade mõõtmed valitakse vastavalt keeratavate mutrite ja poldipeade mõõtmetele.

Keelatud on pikendada mutrivõtit lisahoobadega (torud, võtmed jms.), samuti on keelatud taguda mutreid haamri ja meisliga.

Kantavaid elektritööriistu (trille, mutrikeerajaid jt.) tohib kasutada ainult siis, kui nad on terved ja nende pinge ei ületa 36 V. Erandina on lubatud kasutada kuni 220 V pingega elektritööriistu juhul, kui peetakse kinni järgmistest nõuetest:

a) tööriista kere on kindlalt nullitud või maandatud;

b) töötatakse kummikinnaste ja dielektriliste kalossidega (dielektriliste kalosside asemel on lubatud asetada jalgade alla kummivaip).

Üle 36 V pingega elektritööriista tohib töölisele välja anda ainult koos individuaalsete kaitsevahenditega (kummikindad, kalossid või kummivaip). Sel tööriistal peab olema lülituspistik, mis lülitab kõigepealt sisse maanduse või nullib korpuse. Pneumotööriista voolikud peavad olema terved ja tugevalt kinnitatud. Enne töö alustamist tuleb kontrollida tööriista töötamist tühikäigul, samuti padrunipea ja puuri või võtme kinnitust.

Agregaate, sõlmi ja mehhanisme, mille koostisse kuuluvad keerdvedrud (sõltumatu esivedrustus, sidur, mootori klapimehhanism jt.) tuleb lahti võtta spetsiaalstendidel või spetsiaalsete seadmetega, mis tagavad ohutu töötamise.

Hüdraulilistel pressidel ei tohi detailide väljapressimiseks kasutada ülemäära suurt jõudu (selleks jälgida manomeetri näitu!), sest detail võib ootamatult puruneda ja töölist vigastada.

Splintide eemaldamiseks tuleb kasutada splinditõmmitsaid, lapik- ja lõiketange. Splinte ja splinditraati on keelatud raiuda meisliga.

Töökohtadel peab olema kunstlik kohtvalgustus, mille pinge ei ületa 36 V. Kandelambid olgu varustatud kaitsevõrega. Nende toitevoolu pinge ei tohi ületada 36 V. Kandelampi tohib sisse lülitada ainult pistikuga. Lambipesale lüliteid monteerida ei lubata. Juhe peab olema kogu pikkuses ümbritsetud kummivoolikuga ja lambi sokkel peidetud sügavalt pesasse, nii et teda ei saaks puudutada.

Kõik seadmete metallosad, mis võivad sattuda pinge alla, peavad olema nullitud või maandatud.

Kasutatud puhastusmaterjal tuleb asetada spetsiaalsetesse kaantega metallkastidesse. Et vältida materjali isesüttimist, tuleb kastid vahetuse lõpul tühjendada. Õliseid puhastusmaterjale on keelatud hoida töölaudadel, tööriistakappides ja teistes sellistes kohtades.

5. PEATÜKK

DETAILIDE PESEMINE JA PUHASTAMINE

Lahtivõetud agregaatide ja sõlmede detailid peavad enne kontrollimist olema rasvatustatud ja pestud, samuti puhastatud nõest, katlakivist, roostest ja vanast värvist. Detailide pinnal olev rasvakile raskendab detailide puhastamist, kontrollimist ja taastamist. Seepärast on rasvakile vaja eemaldada esmajärjekorras.

Rasvatustamine. Eellahtivõetud ja osaliselt avatud agregaadid läbivad esmase rasvatustamise ja pesu. Lõplik rasvatustamine ja puhastamine toimub pärast agregaatide täielikku detailideks lahtivõtmist.

Niisugune tööde järjekord võimaldab tõsta detailide pesemise ja puhastamise kvaliteeti, tootmiskultuuri ja demontaažitööliste tööviljakust. Seda kõike arvestades tuleb agregaatide esmast pesemist autoremondiettevõtetes laiemalt juurutada.

Eellahtivõetud agregaadid rasvatustatakse 75 ... 85° C temperatuurini kuumutatud 5-protsendilise seebikivilahusega. Sel eesmärgil kasutatakse spetsiaalseadmeid, millesse antakse leeliselahust 4 ... 5 kG/cm² rõhu all. Selline rasvatustamise režiim on optimaalne. Uurimused on näidanud, et lahuse kontsentratsiooni ja rõhu edasine tõstmine, samuti temperatuuri tõstmine ei parenda rasvatustamise kvaliteeti ega lühenda selle kestust. Nimetatud parameetrite alandamine aga halvendab rasvatustamise kvaliteeti järsult ja pikendab ka selle kestust. Seda tuleb agregaatide ja detailide pesemisseadmete kasutamisel arvestada.

Leelise jääkide kõrvaldamiseks soovitatakse pesta lahtivõetud agregaate kuuma veega. Olenevalt agregaatide liikumisviisist eristatakse tupik- ja läbitavaid pesemisseadmeid. Tupikseadmeis on pestav agregaat liikumatu, liigub edasi-tagasi või pöörleb. Neid kasutatakse suhteliselt väikese võimsusega ettevõtetes. Läbitavates pesemisseadmetes liiguvad agregaadid ripp- või vankerkonveieritel. Antud juhul on rippkonveierid progressiivsemad transpordivahendid kui vankerkonveierid. Nad võimaldavad lahtivõtmispesemisjaoskondades transportimist komplekssselt mehhaniseerida. Stendilt võetud agregaat riputatakse pärast eellahtivõtmist haaratsite abil rippkonveierile, mis transpordib selle läbitavasse pesemisseadmesse ja sealt agregaatide detailideks lahtivõtmise töökohtadele. Kui samal otstarbel kasutada vankerkonveierit, suureneb tõste-transpordioperatsioonide hulk. Peale selle paraneb eellahtivõetud agregaadi rippasendi puhul rasvatustamise ja pesemise kvaliteet. Agregaatide soovitatav liikumiskiirus läbitavates pesemisseadmetes on 0,4 ... 0,7 m/min.

Pesemisseadmeil on spetsiaalsed seadised agregaatide rasvatustamisjärgseks kuuma veega pesemiseks. Pesemislahust kasutatakse pesemisseadmeis korduvalt.

Lahtivõetud agregaatide detailid on enamasti mustunud mineraalse päritoluga rasv- ja vaikainetega. Erinevalt loomsetest ja taimsetest rasvadest kuuluvad need mitteseebistuvate ainete rühma, s. t. leeliste toimel ei teki vees hästi lahustuvaid sooli.

Seetõttu kasutatakse detailide rasvatustamiseks lahuseid, mille koostisse kuuluvad peale leeliste ka spetsiaalsed ained — emulgaatorid. 75 ... 85° C temperatuuriga leeliselahus kuumutab õlikilet, mis kiiresti paisub. Pindpinevusjõud purustavad õlikile ja tekitavad detaili pinnale piisad. Tekkinud rasvapiisad kattuvad emulgee-

rivate ainetega, eemalduvad veejoa toimel detailide pinnalt ja tekitavad vesiemulsiooni.

Detailide rasvatustamiseks kasutatakse leeliste lahuseid, orgaanilisi lahusteid ja ultraheli. Rasvatustamislahuste koostised on toodud tabelis 2.

Tabel 2

Detailide rasvatustamislahuste koostised

Komponendid	Alumiiniumisulamist detailid			Mustmetallidest detailid		
	Koostise nr. (tinglikult)					
	1	2	3	1	2	3
	Sisalduvus vees %					
Naatriumhüdroksiid (seebikivi NaOH)	—	—	—	0,75	2,0	—
Kaltsineeritud sooda (Na_2CO_3)	0,4	1,0	4,0	5,5	—	10
Trinaatriumfosfaat (Na_3PO_4)	—	—	—	1,0	5,0	—
Vesiklaas (Na_2SiO_3)	—	—	0,15	—	3,0	—
Majapidamisseep	—	—	—	0,15	—	—
Kaaliumdikromaat ($K_2Cr_2O_7$)	—	0,05	—	—	—	0,1

Emulgaatoriteks (protsessi aktiviseerijateks) on vesiklaas, trinaatriumfosfaat ja majapidamisseep. Kaaliumdikromaadi ülesandeks on kaitsta detaile korrosiooni eest.

Lahuse temperatuur peab olema piirides 75 ... 85° C. Rasvatustamine kestab 15 ... 20 min. Leelise jääkide eemaldamiseks soovitatakse detaile pärast rasvatustamist kuuma veega pesta.

Seebikivi sisaldavaid lahuseid ei tohi kasutada alumiiniumisulamitest detailide puhastamiseks, sest leelis söövitab alumiiniumi.

Suurt huvi pakuvad uued pindaktiivseid aineid sisaldavad pesemisvahendid. Viimasel ajal kasutatakse neid edukalt seebikivi asemel. Uutest pesemisvahenditest tuleb esmajärjekorras soovitada järgmist segu:

Pindaktiivne aine ДС-РСА g 1
Kaltsineeritud sooda g 15
Vesiklaas g . . . . . 2 ... 5
Vesi l 1

Vedeliku temperatuur 85 ... 95° C. Lahusejoa rõhk 4 kG/cm². Detailide töötlemise kestus 15 ... 20 min.

Kasutatakse ka järgmise koostisega vesilahust:

Pindaktiivne aine ОП-7 (polüetüleenglükoolester) 0,3%
Kaltsineeritud sooda 1,5%

Rasvatustamisrežiim on samasugune kui eelmise segu kasutamiselgi.

Naatriumhüdroksiidiga (seebikivi) võrreldes on neil segudel mõningaid eeliseid.

Nad ei jäta detailide pinnale aineid, mis on kahjulikud nahale või mis korrodeerivad metalli. Seepärast ei ole detaile kuuma veega vaja pesta. Ühtlasi on võimalik lihtsustada pesemismasinate konstruktsiooni, sest ei ole vaja detailide loputusseadiseid. Kahe kambri (rasvatustamis- ja pesemis-) asemel tuleb kasutada ainult üht rasvatustamiskambrit. Peale selle jääb pesemislahuse kontsentratsioon kogu kasutamise perioodil peaaegu muutumatuks, sest seda ei lahjendata veega. Kahekambrilistes pesemismasinates on leelislahuse lahjenemine paratamatu.

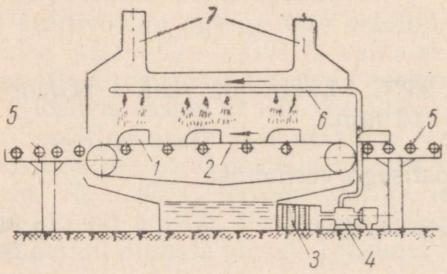
Kogemused on näidanud, et pindaktiivset ainet ДС-РСА sisaldav pesemislahus tõstab pesemise tootlikkust kaks korda ja ühtlasi tõuseb selle kvaliteet. Nimetatud segud on detailide rasvatustamisel ökonoomsemad kui leelised.

Detailide rasvatustamine on füüsikalis-keemiline protsess, milles lahuse keemiline toime liitub lahusejoa dünaamilise toimega. Seepärast kasutatakse rasvatustamiseks spetsiaalseid pesemismasinaid ja seadmeid. Pesemismasinad võivad olla ühe-, kahe- või mitmekambrilised. Ühekambrilises masinas detaile ainult rasvatustatakse, kahekambrilises aga peale selle pestakse kuuma veega; kolmekambrilises toimub detailide kahekordne rasvatustamine ja pesemine.

Pesemismasina kambrid valmistatakse eraldi sektsioonidena, millest on võimalik koostada ühe-, kahe- või kolmekambrilist masinat.

Läbitavaid pesemisseadmeid kasutatakse suure tootmisprogrammiga autoremondiettevõtetes.

Joonisel 53 on näidatud ühekambrilise läbitava pesemismasina põhimõtteskeem. Masin koosneb keeviskonstruktsioonis karkassist, millel on lehtterasest vooder. Karkassi ja voodri vahe on täidetud termoisolatsiooniga. Karkassi sees asub piserditega torustik, mille kaudu pumbatakse kambrisse 5 kG/cm² rõhu all kuum pesemislahus. Pesemislahust kuumutatakse auruga. Pesemisseadised (piser-



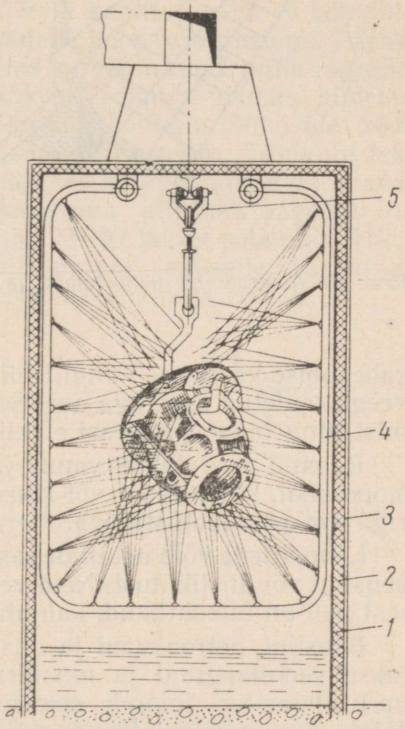
Joon. 53. Ühekambrilise läbitava pesemisseadme põhimõtteskeem:

1 — puhastatavad detailid; *2* — plaatkonveier; *3* — pesemislahuse filtrid ja settepaagid; *4* — pump; *5* — rulltee; *6* — piserditega kollektor; *7* — ventilatsiooni tõmbetorud

did) võivad olla liikuvad ja liikumatud. Masina alumises osas on pesemislahuse kogumiseks kaldpõhi.

Pesemislahust ja vett kasutatakse masinates korduvalt. Selleks on masinal settepaagid ja filtrid.

Läbitavates pesemismasinates võivad detailid liikuda plaat- (joon. 53) või rippkonveierite abil. Konveierite pikkus võib olla mitmesugune.

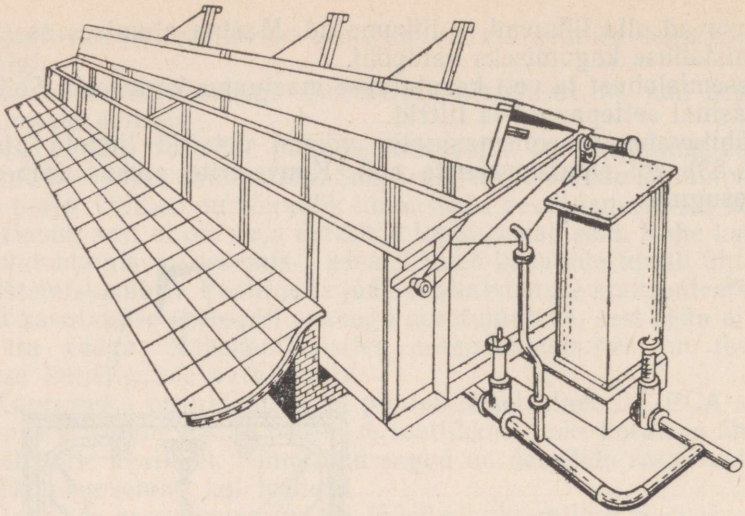


Joon. 54. Rippkonveieriga läbitava pesemismasina skeem:
1 — karkass; *2* — termoisolatsioon; *3* — metallvooder; *4* — piserditega kollektor; *5* — rippkonveier

Joonisel 54 on näidatud rippkonveieriga varustatud läbitava pesemismasina skeem. Piserdite paigutus võimaldab pesta detaile pesemislahuse ja veega igast küljest, mis on eelmise masinaga võrreldes eeliseks.

Suured detailid (silindriplokid, karterid jt.) asetatakse vahetult konveieri plaatidele või riputatakse rippkonveieri konksude otsa. Väikedetailid saabuvad pesemismasinasse võrkkorvides.

Autoraamide puhastamine, pesemine ja neilt värvi eemaldamine toimub erilistes terasvannides (joon. 55), mis suuruselt vastavad raami mõõtmetele. Vann koosneb kahest sektsioonist, üks leeliselahuse ja teine vee jaoks. Vanni külgedel on tõmbeventilatsioon, pealt aga on ta kaetud pneumaatiliselt või elektriliselt suletava



Joon. 55. Autoraamide puhastamise ja pesemise vann

kahepoolse kaanega. Vanni leeliselahusega ossa juhitakse suruõhk, veega täidetud ossa aga aur. See aktiviseerib pesemist ja puhastamist ning tagab protsessi efektiivsuse.

Raamid asetatakse vanni ja võetakse sellest välja harilikult monorelsil, sildkraanal või konsoolpöördkraanal oleva elektritelferiga või pneumotõstukiga.

Lahustitena võib detailide rasvatustamisel kasutada petrooleumi, bensiini või diislikütust. Neid vedelikke kasutatakse siiski piiratult, sest nad on tuleohtlikud, kahjulikud tööliste tervisele ja kallid.

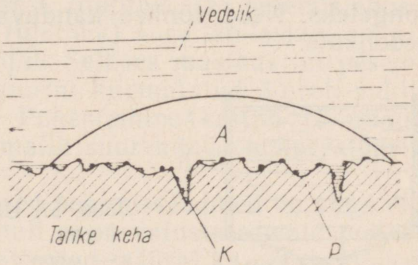
Bensiini, petrooleumi ja diislikütusega pestakse ja rasvatustatakse veerelaagreid ja mootori toitesüsteemi detaile (kolvipaare jm.). Pesemine toimub spetsiaalsetes seadmetes või vannides. Mõnes remondiettevõttes pestakse mootori väntvõlli ja silindriploki õlikanaleid täiendavalt erilistes seadmetes surve all voolava petrooleumiga, kuna detailide kanaleid rasvatustatakse ja pestakse pesemismasinates puudulikult. Kohaseks lahustiks detailide rasvatustamisel on ka petrooleumkontakt (nn. Petrovi kontakt), mida toodetakse markidena КПк-1 ja КПк-2 (ГОСТ 463-53). Väliselt on see tumekollase kuni pruuni värvusega väikese viskoossusega vedelik. Petrooleumkontakt lagundab rasvu ja tekitab veega segunemisel heade pesemisomadustega lahuseid. Petrooleumkontakt ei ole tuleohtlik.

Petrooleumkontakti koostis: naftasulfoonhapete segu 40%, vaseliinõli 15%, väävelhapet 3%, vett 42%.

Selleks et kaitsta detaile korrosiooni eest, soovitatakse petroo-

leumkontaktile lisada kuni 1% kaaliumdikromaati. Petrooleumkontaktiga rasvatustatakse detaile spetsiaalsetes vannides. Rasvatustamine kestab 10 ... 15 minutit.

Käesoleval ajal rasvatustatakse mitmesuguseid autodetaile edukalt ultraheli abil järgmiselt. Detailid laotakse pesemislahusega täidetud vanni. Ultraheli toimel tekivad vedelikus ultraheli lainete suunas levivad surve ja hõrenduse tsoonid. Hõrenduse tsoonis, detaili pinna ja peseva vedeliku vahelisel piiril, tekib tühik *A* (joon. 56), kuhu saabub pooridest *P* ja kapillaaridest *K* kohaliku rõhu mõjul kiiresti väljuv pesemisvedelik koos rasvainetega. Pärast võnke poolperioodi tekib samas kohas survepiirkond, mille tagajärjel tühikud (mullid) surutakse kokku. Toimub võimas hüdrauliline löök, mis on võimeline tekitama kohalikku rõhku üle 1000 kG/cm². Selle nähtusega kaasneb iseloomulik müra. Tühikute tekkimist vedelikus ja nende tekkepiirkonnas keskkonnale avaldatavat toimet nimetatakse kavitatsiooniks. Kuna ultraheli sagedus on 20 kHz, toimuvad sellised protsessid 20 000 korda sekundis. Hüdraulilised löögid purustavad detaili pinnal rasvakile, rasvained emulgeeruvad ja kantakse koos pesemisvedelikuga eemale.



Joon. 56. Ultraheli toimel vedelikku tekkinud tühik

Pesemise kiirus ja kvaliteet sõltub suurel määral pesemisvedeliku keemilisest aktiivsusest. Keemiliselt neutraalse vedeliku puhul põhineb protsess ainult lööklainete mehaanilisel toimel. Kui vedelik on keemiliselt aktiivne, s. t. lahustab rasvaineid, kiireneb rasvatustamine tunduvalt. Seepärast lisatakse pesemisvedelikule aktivisaatoreid.

Katseandmete põhjal võib ultraheliga rasvatustamisel soovitada järgmiste koostistega pesemisvedelikke.

Terasdetailidele

Trinaatriumfosfaati	30 g/l
Emulgaatorit OП-7 või OП-10	3 g/l
Lahuse temperatuur 55 ... 60° C	

Alumiiniumist, vasest ja nende sulamitest detailidele

Trinaatriumfosfaati	5 g/l
Kaltsineeritud soodat	5 g/l
Emulgaatorit ОП-7 või ОП-10	3 g/l

Lahuse temperatuur 50 ... 55° C.

Tsingisulamitest detailidele

Trinaatriumfosfaati	3 g/l
Emulgaatorit ОП-7 või ОП-10	5 g/l

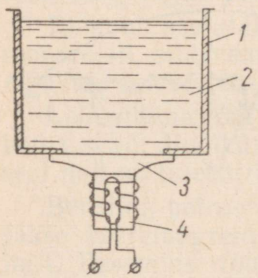
Mitmesugustest metallidest ja sulamitest koosnevate detailide rasvatustamiseks ultraheliga võib soovitada järgmise koostisega universaalset lahust:

Kaltsineeritud soodat	30 g/l
Trinaatriumfosfaati	30 g/l
Emulgaatorit ОП-7 või ОП-10	5 ... 10 g/l

Lahuse temperatuur 50 ... 55° C.

Ultraheliga rasvatustamise seadmed koosnevad ultrahelivannist (UHV) ja ultraheligeneraatorist (UHG). Vannid on valmistatud roostekindlast lehtterasest. Ultraheli allikaks on vannide põhja ehitatud muundurid (kiirgurid).

Viimased muundavad ultraheligeneraatori elektrilised võnkumised elastse keskkonna sama sagedusega mehaanilisteks ultrahelivõngeteks. Need võnked kanduvad edasi vanni valatud pesemisvedelikule.



Joon. 57. Ultraheliga puhastamise vanni põhimõtteskeem:

1 — vann; *2* — pesemislahus; *3* — membraan; *4* — magnetostriktsioonmuundur

Ultrahelivanni põhimõtteskeem on näidatud joonisel 57. Kasutatakse magnetostriktsioon- ja piesoelektrilisi muundureid. Kõige enam on levinud magnetostriktsioonmuundurid ПМС. Nende töötamine põhineb magnetostriktsiooni efektil, mis seisneb selles, et mitmed ferromagnetilised metallid ja sulamid muudavad magnetvälja mõjul oma lineaarmõõtmeid. Magnetostriktsioonilised omadused on puhtal niklil ning selle sulamitel kroomi, raua ja koobaltiga, sulamil «permalloi» (45% niklit ja 55% rauda) jt.

Selleks et vähendada muundurite töötamisel tekkivat müra, asetatakse rasvatustamise ultrahelivann heli isoleerivasse kaanega kesta.

Vannidel on servades tõmbeventilatsioon. Rasvatustatavad väikedetailid asetatakse vanni korviga, suured detailid aga vahetult

vanni põhjale. Kõige intensiivsemalt puhastuvad detailide pinnad, mis asuvad muunduri diafragma suunas ja selle lähedal. Seepärast tuleb suuri detaile teatud ajavahemike järel pöörata. Sõltuvalt detailide mõõtmetest, kujust ja mustumise astmest kestab rasvatustamine ultrahelivannis 1 ... 5 minutit, mõnel juhul aga ka 25 ... 30 minutit. Pärast ultraheliga rasvatustamist pestakse detaile kuuma veega.

Autoremonditehastes rasvatustatakse ultraheli abil toiteseadmete (karburaatorite, bensiinipumpade) detaile, diiselmootorite kütuseaparatuuri, elektriseadmeid, klappe, klapitõukureid, klapivedrusid jms.

Eespool märgiti, et detailide rasvatustamine ultraheliga põhineb kavitatsiooni nähtusel (tühikute tekkimisel). Kavitatsioonitühikud võivad tekkida mitte ainult ultraheli mõjul. Vedelas keskkonnas on tühje ja auru või gaasiga täidetud piirkondi võimalik tekitada mitmel viisil. Tühikud tekivad näiteks siis, kui vedelik liigub takistuse lähedal suure kiiruse ja keeristega, auru või suruõhu laskmisel vedelikku läbi väikese ava, mehaaniliste lööklainete, helikiirguse jne. toimel.

Seoses sellega pakub huvi pesemismasin, mis põhineb töödeldavate detailide kiirest pöörlemisest tingitud ja pesemislahusest 0,2 ... 0,3 kG/cm² rõhu all oleva (ülerõhk) auru läbilaskmisest põhjustatud kavitatsioonide koosmõjul. Sellises masinas on pesemisvedelikuks 70 ... 80° C temperatuurini kuumutatud 3-protsendiline kaltsineeritud sooda vesilahus. Puhastamine kestab 15 minutit. Puhastamise efektiivsust on võimalik suurendada temperatuuri ja aururõhu tõstmisega.

Kogemused näitavad, et sellised pesemisseadmed on väga efektiivsed. Nendes detaile mitte ainult ei rasvatustata, vaid puhastatakse ka roostest, vaikainetest ja teatud määral ka nõest. Mõnedes remondiettevõtetes rakendatakse edukalt kirjeldatud põhimõttel töötavaid pesemisseadmeid, milles kavitatsiooni tekitamiseks kasutatakse auru asemel õhku. Nendes seadmetes pöörleb puhastatavate detailidega korv pesemisvedeliku paagis, kuhu juhitakse suruõhk. Detailide puhastamine kestab 10 ... 20 min. Seejärel pestakse neid 2 ... 3 minutit puhta veega.

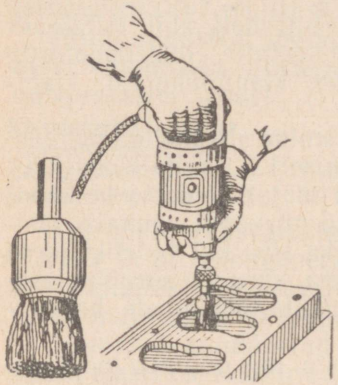
Uurimused näitavad, et ka suuregabariidiliste detailide pesemiseks on otstarbekad pesemisseadmed, milles vedeliku kavitatsioon tekitatakse helisagedusvõnkumistega.

Kirjeldatud kavitatsiooniseadmeile on iseloomulik detailide puhastamise hea kvaliteet, nad on suhteliselt lihtsad ja odavad (ei ole vaja kasutada kalleid ultraheliseadmeid).

Detailide puhastamine nõest. Nõgi tekib mootori põlemiskambri seintele, klapitaldrikutele, klapipeadele, klapivedrudele ning sisse- ja väljalasketorustiku sisepindadele. Ta kujutab endast kütuse ja õli mittetäieliku põlemise saadust. Nõe sadestused rikuvad mootori normaalset soojusrežiimi. Nõe sattumine detailide töötavate pin-

dade vahele võib põhjustada mitmesuguseid kriimustusi. Seepärast tuleb nõgi detailidelt eemaldada. Detaile on nõest võimalik puhastada mehaaniliselt või keemiliselt.

Nõe mehaaniliseks eemaldamiseks kasutatakse metallharju ja kaape, puuviljakivide ja metalli puru, hüdroliivajuga ja pöörlevaid trumleid.



Joon. 58. Nõe eemaldamine metallharjaga

Nõe eemaldamine metallharjade (joon. 58) ja kaapidega annab rahuldavaid tulemusi (harjad pannakse pöörlema elektritrilliga). Sel viisil ei õnnestu siiski nõge detaili raskesti ligipääsetavatest kohtadest täielikult eemaldada. Peale selle tekivad nõe eemaldamisel detaili siledale pinnale kriimustused, mis on ekspluatatsiooni käigus nõe tekkimise kolleteks. Lihtsuse tõttu on detailide nõest puhastamine terasharjade abil väikestes remondiettevõtetes laialt levinud.

Täiuslikumaks meetodiks on nõe eemaldamine puuviljakivide puru abil. See on levinud suurtes remondiettevõtetes. Detaili nõgitunud pinda töödeldakse puuviljakivide puruga spetsiaalsetes seadmetes (joon. 59). Seade töötab järgmiselt. Ventiiliga *13* juhitakse õhk toru *14* kaudu 4 . . . 5 kG/cm² rõhu all segistisse *1*. Õhuvool haarab punkrist *3* puru kaasa ja kannab selle toru *2* kaudu pihustisse *7*. Detailid asetatakse ukse *5* kaudu pöörlevale lauale *6*. Pihusti *7* suunatakse detailidele käsitsi läbi ukses *5* olevate spetsiaalsete kaitsevarrukate. Viljakivide puru põrkab vastu detaili nõgitunud pinda, kusjuures nõgi laguneb ja eemaldub detaililt. Puhastamist jälgitakse läbi vaateakna *9*, kusjuures detaile valgustab valgusti *8*. Nõgi ja puuviljakivide tolm imetakse välja ventilatsioonilõõri *10* kaudu. Töö lõppemisel puistatakse puru klapi *4* kaudu aparaadi punkrisse tagasi. Klappi *4* puhastatakse perioodiliselt suruõhuga, mida puhutakse läbi ventiili *12* ja toru *11*. Nõgi ja puuviljakivide tolm sadestuvad tsüklonisse *15*.

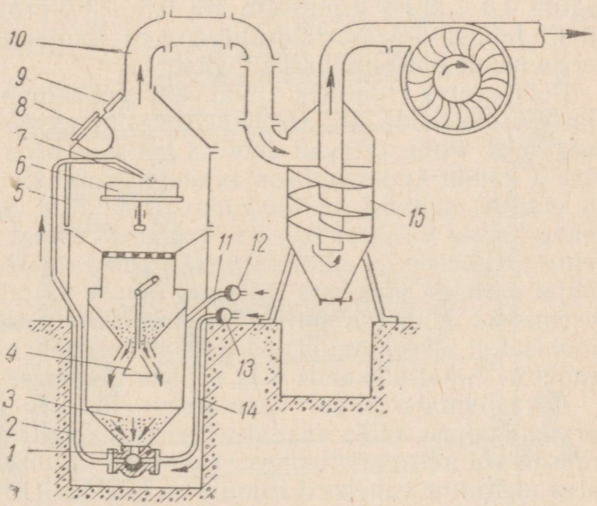
Sellistes seadmetes puhastuvad pinnad kiiresti, kusjuures detai-

lile ei teki mingisuguseid kriimustusi. Pärast puhastamist pestakse detaile veega.

Mitmetes autoremondiettevõtetes puhastatakse teras- ja malmdetaile nõest, roostest ja vanast värvist 0,3 ... 0,8 mm läbimõõduga metallipuru puhumisega detaili pinnale. Metallipuru kujutab endast valgemalmi karastatud osakesi (haavleid), millel on ebasümmeetriliste teravnurksete hulktahukate kuju. Osakeste kõvadus on *HRC* 56 ... 62.

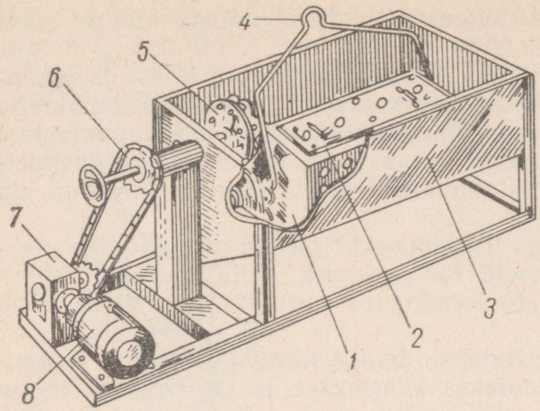
Erinevalt kvartsliivaga töötlemisest * on see meetod väga efektiivne ega riku normaalseid töötingimusi. Metallipuruga töödeldakse detaile spetsiaalsetes seadmetes suruõhu abil, mille rõhk $p = 5 \ldots 6$ kG/cm^2.

Hüdroliivajoaga puhastatakse detaile nõest ja roostest järgmiselt. Detaili pinda töödeldakse kvartsliiva ja vee seguga. Segu antakse ette suruõhuga, mille rõhk on 4 ... 5 kG/cm^2. Suruõhk annab segule vajaliku löögienergia. Segu koostisse kuuluv vesi väldib kvartstolmu tekkimist ja vähendab liivaterade kulumist. Kvartsliiva kõvade abrasiivterade põrkejõud lõhub nõe ja eemaldab rooste. Kogemused näitavad, et kõige paremini puhastab detaile liiv teralisusega 4 ... 25. Liiva ja vee kaaluline vahekord on soovitatav hoida piirides 1 : 4. Sellisel juhul on tootlikkus kõige suurem. Detailide hüdroliivajoaga töötlemise seadmed kujutavad



Joon. 59. Puuviljakivide puru abil detailidelt nõe eemaldamise seadme skeem

* Kuiva liivajoaga detaile ei töödelda, sest sel juhul eraldub rohkesti kvartstolmu ning ei ole võimalik tagada normaalseid ja ohutuid töötingimusi.



Joon. 60. Puhastustrummel

endast hermeetilisi kambreid, mis on varustatud abrasiivsegu etteandmise seadistega. Väljaspool kambrit asuv tööline pöörab vastava ava kaudu vooliku otsa niisugusesse asendisse, et abrasiivsegu suundub puhastatavatele pindadele.

Joa energia täielikumaks ärakasutamiseks peab joa kaldenurk olema töödeldava pinna suhtes 42 ... 45° ja joa pikkus 80 ... 100 mm.

Puhastatavate detailide korrodeerumise vältimiseks lisatakse segule 0,3 ... 0,4% emulsooli või 0,5 ... 1,0-protsendilist naatriumnitriti lahust. Pärast hüdroliivajoaga töötlemist pestakse detaile veega nende puhastamiseks liivast.

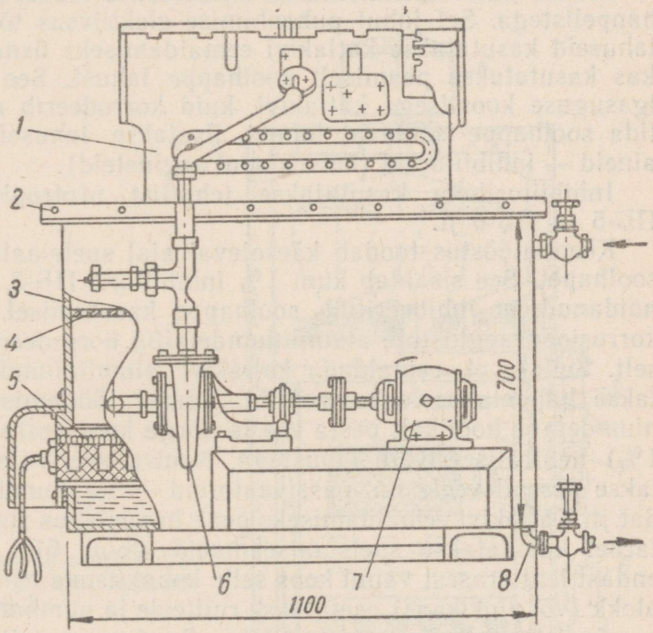
Pöörlevates trumlites (joon. 60) puhastuvad detailid nõest ja roostest detailide ja abrasiivosakeste vastastikuse hõõrdumise tagajärjel. Puhastatavad detailid lastakse koos abrasiivosakestega ukse *2* kaudu kuuetahulisse avadega trumlisse *1*. Avade mõõtmed on valitud sellised, et töödeldavad detailid ja abrasiivosakesed nende kaudu välja ei kukuks. Trummel asetatakse lahusevanni *3*. Tema tõstmiseks ja allalaskmiseks kasutatakse haaratsit *4*. Vanni põhjal on kalle ning ava töötanud lahuse väljalaskmiseks ja vanni pesemiseks. Vanni alumisse ossa on monteeritud soojendusseade (joonisel ei ole näidatud). Trumli paneb pöörlema elektrimootor *8* reduktori *7*, kettülekande *6* ja vedava hammasratta *5* kaudu.

Abrasiivmaterjalina kasutatakse 6 ... 15 mm läbimõõduga keraamikapuru, mida saadakse keraamikatehaste jäätmete peenestamisel, või marmori tükikesi. Detailide ja abrasiivmaterjali soovitatav mahuline vahekord trumlis on piirides (1 : 3) ... (1 : 5). Trummel peab olema täidetud $^2/_3$ ulatuses. Vanni valatakse järgmise koostisega lahus: 3 ... 3,5 kg majapidamisseepi ja 2 ... 3 kg kaltsineeritud soodat 150 liitri vee kohta. Lahuse temperatuur on 60 ... 70° C. Lahust vahetatakse vastavalt saastumisele. Väikesed detailid puhastamisel ei vigastu. Et suuri detaile mitte vigastada, tuleb trumlite valmistamisel nende jaoks ette näha kinnitamisvõi-

malus. Trummel teeb 16 p/min. Puhastamine kestab 1,4...1,5 tundi. Puhastusseadet on hõlbus valmistada ka autoremonditehase oma jõududega. Pärast puhastamist pestakse detaile vesilahusega, milles on 0,2...0,3% kaltsineeritud soodat ja 1,5...2,0% naatriumnitritit. Selline meetod on lihtne, ei vaja suuri kulutusi, tagab puhastamise kõrge kvaliteedi ja teda võib kasutada mis tahes võimsusega ettevõtetes.

Nõe keemilisel eemaldamisel hoitakse detaile 3...4 tundi mitmesuguste keemiliste ainete (kaltsineeritud sooda, vesiklaas, kaaliumdikromaat jt.) lahusega täidetud vannis temperatuuril 90...95° C. Lahustes nõgi pehmeneb ja on jõhv- või terasharja abil kergesti eemaldatav. Suhtelise keerukuse ja väikese tootlikkuse tõttu ei ole selline nõe eemaldamise meetod autoremonditehastes levinud.

Katlakivi eemaldamine. Aja jooksul tekib mootori jahutussüsteemi katlakivi, mis sadestub radiaatori ning silindriploki ja plokikaane jahutussärgi siseseintele. Katlakivi tekib mitmesuguste soolade eraldumisel veest tahkete setetena. Tema koostisse võivad kuuluda kaltsiumkarbonaat ($CaCO_3$), magneesiumkarbonaat ($MgCO_3$), kips ($CaSO_4$) ja silikaadid (SiO_2). Sõltuvalt



Joon. 61. Katlakivi eemaldamise seade:

1 — silindriplokk; *2* — rulltee; *3* — vann; *4* — alus; *5* — elektriline kuumutuselement; *6* — happepump; *7* — elektrimootor; *8* — väljalasketoru

antud kohas kasutatava vee koostisest võivad nimetatud ained kuuluda katlakivisse mitmesuguses vahekorras. Katlakivi on halb soojusjuht ja takistab mootori normaalset jahutamist, rikkudes niiviisi soojusrežiimi, mis põhjustab omakorda võimsuse langemist ning kütuse ja õli erikulu suurenemist, kiirendab nõe sadestumist ja mootori detailide kulumist. Seetõttu tuleb katlakivi detailidelt eemaldada.

Katlakivi eemaldatakse keemiliselt. Keemiliste ainete mõjul katlakivi lahustub või laguneb ja teda on hõlbus seejärel eemaldada suruveega. Katlakivi eemaldatakse spetsiaalseadmetes või vannides. Selleks kasutatakse leelisesi või happelisi lahuseid, samuti petrooleumkontakti. Leelisese lahusena kasutatakse 10-protsendilist seebikivilahust, temperatuuriga 75...85° C. Soovitatav vee sundringvool jahutussärgis tekitatakse sel juhul eriseadme abil. Niisuguse lahusega saab siiski eemaldada ainult sellist katlakivi, mille koostisse kuuluvad silikaat- ja kipssadestused. Karbonaatsadestustele ta ei mõju. Peale selle korrodeerib seebikivilahus intensiivselt alumiiniumisulamist detaile. Seetõttu tohib temaga eemaldada katlakivi ainult malmist silindriplokkidelt ja plokikaantelt.

Mõnes autoremonditehases kasutatakse leelisesi lahuseid koos happelistega. Sel juhul puhastamise efektiivsus tõuseb. Happelisi lahuseid kasutatakse katlakivi eemaldamiseks üsna laialt. Praktikas kasutatakse peamiselt soolhappe lahust. See lahustab hästi igasuguse koostisega katlakivi, kuid korrodeerib metalli. Et vältida soolhappe sööbivat toimet, lisatakse lahusele spetsiaalseid aineid — inhibiitoreid (korrosiooni aeglusteid).

Inhibiitoritena kasutatakse tehnilist urotropiini, preparaate ПБ-5 ja ПБ-6 jt.

Keemiatööstus toodab käesoleval ajal spetsiaalset inhibeeritud soolhapet. See sisaldab kuni 1% inhibiitorit ПБ-5. Kogemused on näidanud, et inhibeeritud soolhappe kasutamisel malmdetailide korrosioon aeglustub, alumiiniumdetailid korrodeeruvad aga endiselt. Selleks et eemaldada katlakivi alumiiniumdetailidelt, lisatakse happelahusele urotropiini. Pärast töötlemist tuleb alumiiniumdetaile hoolikalt pesta vee ja nõrga kontsentratsiooniga (kuni 1%) neutraliseerivate lahustega. Neutraliseerivate ainetena lisatakse pesemisveele nn. passivaatoreid — kaaliumdikromaati, soodat jt. Katlakivi eemaldamiseks peab happelahus ringlema. Sel otstarbel kasutatakse spetsiaalseadmeid (joon. 61). Seade kujutab endast lehtterasest vanni koos selle kohal asuva rullteega. Silindriplokk (või plokikaas) asetatakse rullteele ja pumbatakse selle jahutussärgist soolhappe lahust läbi. Seadme metalldetailidel peab olema korrosioonikindel kate (happekindel lakk või kummi).

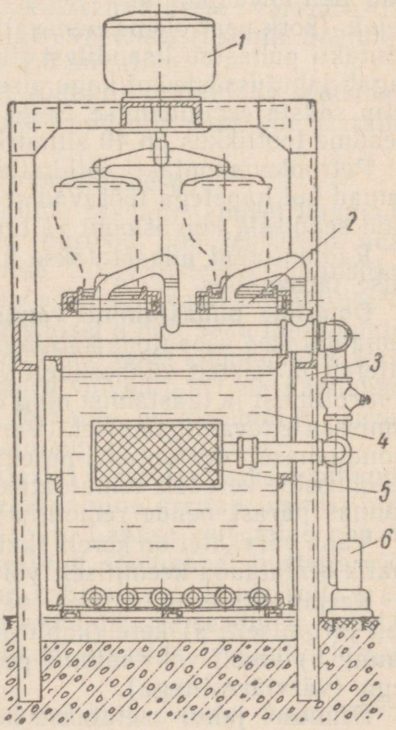
Autoremonditehaste kogemuste põhjal võib katlakivi eemaldamiseks soovitada happelist lahust, mille koostis on järgmine:

Tehniline soolhape l	8 ... 10
Inhibiitor ПБ-5 kg	0,2 ... 0,3
Tehniline urotropiin kg	2,5
Märgaja ОП-7 või ОП-10 kg	0,2 ... 0,3
Vahuärasti (amüül- või isoamüülpiiritus, tärpentin jms.) kg	0,1
Naatriumfluoriid või ammooniumfluoriid (segakatlakivi korral) kg	2,0
Vesi l	100

Inhibeeritud soolhappe kasutamisel ei ole inhibiitorit ПБ-5 lahusele vaja lisada, sest see on happes juba olemas. Lahuse temperatuur peab olema 40° C. Kõrgema temperatuuri korral lahuse toime katlakivile tugevneb, kuid inhibiitori (urotropiini) võime kaitsta metalli korrosiooni eest langeb.

Ühe silindriploki töötlemine happelahusega kestab spetsiaalses seadmes 20 ... 30 min.

Mõnes autoremonditehases eemaldatakse katlakivi malm- ja alumiiniumdetailidelt petrooleumkontakti КПк-1 ja КПк-2 abil. Seda kasutatakse segatuna veega (50 ... 55%) temperatuuril 80 ... 90° C. Petrooleumkontakt ei toimi kõigile katlakivi liikidele ühteviisi. Paremaid tulemusi saadakse sellise katlakivi eemaldamisel, mille koostisse kuuluvad silikaat- ja kipssadestused. Sellist katlakivi kohtab kõige sagedamini Ukrainas ja Kesk-Aasias. Petrooleumkon-



Joon. 62. Mehhaniseeritud seade katlakivi eemaldamiseks silindriplokkidelt petrooleumkontakti abil

takti abil eemaldatakse katlakivi spetsiaalses vannis, mis koosneb kahest sektsioonist. Ühte sektsiooni (väiksemasse) valatakse 50% petrooleumkontaktist ja 50% veest koosnev segu, teise — puhas vesi.

Petrooleumkontakti segu kuumutamiseks on vannil spetsiaalne seadis (S-toru). Silindriplokid, millelt kaaned ja jahutussärgi korgid on eelnevalt eemaldatud, asetatakse petrooleumkontaktiga täidetud sektsiooni nii, et liitepinnad jäävad allapoole. Vedelik peab seejuures täitma kogu jahutussärgi. 40...50 minuti pärast võetakse plokk välja ja asetatakse vanni teise, puhta veega täidetud sektsiooni. Siin loputatakse või pestakse silindriplokki voolikust tuleva veejoaga. Plokid asetatakse vanni ja võetakse välja spetsiaalse haaratsi abil, mis on kinnitatud konsoolpöördkraanal või monorelsil olevale elektritelferile.

Joonisel 62 on näidatud mehhaniseeritud seade katlakivi eemaldamiseks petrooleumkontakti abil. Seade on ette nähtud kahe ploki üheaegseks töötlemiseks. Raami *3* ülaosas on kaks karbitaolist vankrit *2*. Puhastatavad silindriplokid asetatakse vankritele ja kaetakse pealt kaantega. Kaasi suleb ja silindriplokke hoiab vankritel pneumosilinder *1*. Pump *6* suunab petrooleumkontakti ja vee segu ploki jahutussärki 0,1...0,2 kG/cm² ülerõhu all. Jahutussärki läbinud petrooleumkontakti segu voolab tagumise külmakorgi ava kaudu (kork peab olema eelnevalt eemaldatud) vanni *4*. Petrooleumkontakti puhastab lisanditest filter *5*. Petrooleumkontakti ringvool tagab jahutussüsteemi kogu sisepinna töötlemise ning katlakivi ja muu saasta eemaldamise. Segu kuumutamiseks on eraldi seadis. Seadme tootlikkus on 40 silindriplokki vahetuses.

Petrooleumkontakti abil katlakivi eemaldamise seadmed on lihtsamad kui hapetega töötavad seadmed, sest neis ei ole vaja keerukaid seadiseid korrosiooni vältimiseks.

Radiaatoreid puhastatakse katlakivist vahetult nende remontimise jaoskonnas.

Detailide puhastamine vanast värvist. Pärast demonteerimist eemaldatakse veoautode kabiinidelt, sõiduautode keredelt, mootorikatetelt ja teistelt välisosadelt vana värv. See soodustab detailide kontrollimist ja taastamist ning on vajalik operatsioon pindade värvimiseks ettevalmistamisel. Vana värvkate eemaldatakse autoremonditehase demontaaži-pesemisosakonnas. Suuregabariidiliste autobusside keredelt eemaldatakse vana värv harilikult maalriosakonnas pärast nende remontimist.

Vana värvkatet on kerelt (kabiinilt) ja üksikutelt detailidelt võimalik eemaldada keemiliselt või mehaaniliselt.

Keemiliselt eemaldatakse värv vastavate lahustite või segude abil järgmiselt: a) kere (kabiin) asetatakse kuuma seebikivilahuse vanni; b) kerelt või kabiinilt pestakse värv ära vastavate lahustitega (värviärastitega).

Esimesel juhul asetatakse kere spetsiaalse haaratsiga elektri-

telferi või pneumotõstuki abil seebikivi 5-protsendilise lahusega täidetud vanni ja hoitakse selles 20 ... 60 minutit (sõltuvalt värvkatte paksusest). Lahuse temperatuur on 75 ... 85° C. Lahuses värv pehmeneb ja laguneb. Seejärel pestakse kere (kabiin) või üksikud detailid teises vannis kuuma veega puhtaks. Raskesti ligipääsetavatest kohtadest eemaldatakse värvi jäägid kaapide ja harjadega. Meetod on küllalt tootlik ja seetõttu autoremonditehastes laialt levinud.

Üsna tõhus on vana värvkatet eemaldada kere või kabiini pinnale kantavate spetsiaalsete värviärastitega. Need kujutavad endast orgaaniliste lahustite ja parafiini segu. Parafiinikile takistab auramist ja säilitab niiviisi lahustite sööbiva toime. Kõige enam on levinud tööstuslikult toodetavad värviärastid АФТ-1 ja СД.

Eriti otstarbekas on värviärasti АФТ-1, mis tagab mitmesuguse koostise ja paksusega värvkatte täieliku eemaldamise.

Värviärasti kantakse eelnevalt mustusest puhastatud kerele (kabiinile) ja välisosadele värvipihusti või pintsliga. Värviärasti peab imbuma värvkattesse aluseni. Seepärast tuleb värviärasti pealekandmist mõnikord korrata. 3 ... 15 minutit pärast värviärasti pealekandmist värvkate tursub ja tuleb lahti. Pehmenenud värvikihti on hõlbus eemaldada pahtli või metallharjaga. Et vana värvi eemaldamist aktiviseerida, lisatakse standardsele värviärastile АФТ-1 15 ml fosforhapet (H_3PO_4) 1 liitri värviärasti kohta. Sel juhul värvkate pehmeneb ja tursub 1,5 ... 2,0 minutiga.

Mehaaniliselt on vana värvkatet võimalik eemaldada spetsiaalsetes kambrites, kus pinda töödeldakse hüdroliivajoa või metallipuruga.

Nende töötlemisviiside olemust vaadeldi eespool.

Ohutustehnika põhinõuded. Detailide rasvatustamisel kuumade leelislahustega eraldub intensiivselt aurusid, mis tekitavad udu. Nende aurude sissehingamine ärritab hingamisteede limanahka. Leeliste sattumine nahale põhjustab põletusi. Naatriumhüdroksiid (seebikivi) kujutab endast valget kristalset ainet. Seda tohib lahustada ainult külmas vees. Kui seebikivi tükid lasta kuuma vette, tekib tormiline reaktsioon ja lahuse pritsmed võivad põletada näonahka, silmi ja käsi. Orgaaniliste lahustite (bensiini, petrooleumi jt.) aurud on tule- ja plahvatusohtlikud, bensiiniaur aga mürgine.

Nagu märgitud, kasutatakse katlakivi eemaldamiseks soolhappe (HCl) lahust. Soolhappeauru sissehingamine ärritab ülemisi hingamisteid ja kahjustab nina limanahka. Lahuse sattumine nahale tekitab põletusi. Järjekindlalt ja kestvalt soolhappelahustega töötamisel võivad tekkida ka raskemad kahjustused. Peale selle eralduvad hapetega töötavate katlakivi eemaldamise seadmete kasutamisel mürgised ja plahvatusohtlikud gaasid (vesinik, fosforvesinik jt.).

Seepärast on detailide puhastamisel ja pesemisel vaja raken-

dada abinõud tööliste kaitsmiseks leeliste ja hapete ning nende aurude kahjuliku toime eest.

Pesemismasinad, vannid ja mitmesugused katlakivi eemaldamise ja rasvatustamise seadmed tuleb varustada kohtventilatsiooniga. Et lahuste kahjulikku toimet vältida, peavad töölised töötama eririietuses ja kasutama kaitsevahendeid (kummikindaid ja -saapaid, kummeeritud põlli, kaitseprille, respiraatoreid jms.).

Bensiini, petrooleumi ja teiste lahustite aurud tuleb töötsoonist eemaldada kohtventilatsiooni abil. Leeliste ja lahustitega rasvatustamise vannid peavad olema varustatud tihedalt sulguvate kaante ja ustega.

Leelislahusega töödeldud detailid tuleb puhtas vees pesta leelise jääkide eemaldamiseks. Pesemata detailidega töötamine (korduv kätega puudutamine) võib tekitada põletusi.

Agregaate, sõlmi ja detaile lubatakse pesemiseks kohale asetada, transportida ja pesemismasinatest või kambritest välja võtta ainult tõste-transpordivahenditega.

Et vähendada soojuskadusid ja vältida põletusi, peavad kuumad (75 ... 85° C) aurutorud ja vannid olema isoleeritud. Peale kohalike ventilatsiooniäratõmmete on autoremondiettevõtte demontaaži-pesemisosakonnas vajalik ka üldventilatsioon.

Põrandad peavad olema tasased, siledad, kuid mitte libedad, ja kaldu pesemisvee äravoolu trapi suunas.

Detailide rasvatustamisel ultraheliseadmetega võib teenindavatele töölistele mõjuda ultrahelivõngete kahjulik toime. Seejuures võib tekkida nahapõletik, üksikjuhtudel aga ka ühtede või teiste organite kahjustused. Peale selle mõjub ultraheliseadmeid teenindavale personalile kuuldavast ja ultrahelist kõrgsagedusliku müra, mis tunduvalt erineb harilikust tootmismürast. See on sarnane reaktiivmootori poolt tekitatava müraga. Kui ultraheli mõjub inimese organismile lühiajaliselt, siis kuulmine teravneb, kestva mõju korral aga nürineb. Ultraheli on kahjulik kesknärvisüsteemile, põhjustab väsimust, ärrituvust ja peavalu.

Ultraheliseadmeil töötavad isikud peavad olema kaitstud mitte ainult puhastuslahuste ja nende aurude kahjuliku toime eest (nende kaitsevahendeid kirjeldati ülal), vaid ka elektromagnetilise kiirguse ja ultraheli eest. Ultrahelivannidel peab olema heliisolatsioon. Müra vähendamiseks tuleb nad kohe pärast detailide kohaleasetamist või väljavõtmist kaantega sulgeda. Ultraheliseadme töötamise ajal peab vältima käte vahetut kontakti vedelikku, ultrahelivõngete allika ja töödeldavate detailidega. Seepärast tuleb vannide laadimisel ja tühjendamisel ultraheli allikas välja lülitada. Kui sagedane sisse- ja väljalülitamine ei ole tootmislikel kaalutlustel soovitatav, asetatakse detaile vanni ja võetakse välja eriliste võrkude või perforeeritud vannikestega (metallist või kaproonist), millel on elastse kattega (poorne kummi jms.) käepidemed. Käepidemed ei tohi olla võrkude või vannikestega jäigalt ühendatud. Detailide asetamisel

vanni ja sellest väljavõtmisel ei tohi käepidemed vanni kere ja vedelikuga kokku puutuda. Detailide pööramiseks tuleb võrk või vannike ultraheliseadmest välja võtta. Kui töötingimused ei võimalda vanni heliisolatsiooni tagada (näiteks töötamisel ülestõstetud kaantega), peavad töölised kasutama individuaalkaitsevahendeid: panema pähe antifoonid (tihedast hästi vastu kõrvu liibuvast materjalist kõrvaklapid) või kõrvadesse spetsiaalsest kummist (neopreenist) tropid. Sageli kasutatakse vatitroppe. Need on siiski väheefektiivsed ning tekitavad kõrvades ärritust ja valu.

Kuuldava müra tase ei tohi suletud vannidega töötamisel ületada 75 dB.

Kui rasvatustamisel on detaile vaja pöörata, pandagu kätte kaks paari kindaid: alla villased või puuvillased ja nende peale kummist.

Kategooriliselt on keelatud töötada ultraheliseadmeil ilma dielektriliste kinnaste ja jalatsiteta.

Põrandad olgu ultraheliseadmete lähedal kuivad ja puhtad, töötajate jalgade all aga peab olema puitrest või kummivaip. Ultraheligeneraatorid ja muundurid peavad olema nullitud või maandatud ning nende juhtmed asetatud torudesse.

Helikindlalt isoleeritud ultraheliseadmeid tohib paigutada ruumidesse, kus sooritatakse teisi töid, mille juures ultraheli ei kasutata.

Detailide pesemise ja puhastamise jaoskonna üld- ja kohtvalgustus peab olema plahvatuskindel. Jaoskondades, kus detaile puhastatakse puuviljakivide või metalli puruga ja niiske liivaga (hüdroliivajoaga töötlemine) on peamiseks kahjustajaks tolm (tahmaosakesed, metallipuru, peenestatud puuviljakivid või veepiisad). See tolm võib väljuda puhastusseadmete ja kambrite tööavadest või halvasti tihendatud kohtadest. Tolmu vältimiseks tuleb nendesse jaoskondadesse ehitada tõmbeventilatsioon, mis tekitab suletud kambrites ja seadmetes hõrenduse. Kui kabiine ja detaile puhastada vanast värvist metallipuru abil lahtisel töökohal, peab tööline olema kaitstud tolmu eest spetsiaalse torbikuga, millel on õhu juurdevool. Enne detailidelt nõe mehaanilist eemaldamist (metallharjade ja kaapidega) tuleb tolmu vältimiseks detailide nõgitunud pindu petrooleumiga niisutada.

6. PEATÜKK

DETAILIDE KONTROLLIMINE JA SORTEERIMINE

§ 8. ÜLDMÕISTED

Auto remonti andmise peamiseks põhjuseks on detailide kulumine.

Joonisel 63 on näidatud detaili kulumiskõver. See on saadud detaili mõõtmisel vastavalt tema kulumisele töötamisel. Horisontaalteljele on kantud auto läbisõit kilomeetrites, vertikaalteljele aga detaili kulumine.

Kõveral on kaks iseloomulikku punkti *A* ja *B*.

Punkt *A* näitab detaili sissetöötamise lõppu pärast auto läbisõitu Δl_1, punkt *B* aga detaili piirkulumist.

Vahemikus *OA* kulub detail intensiivselt, sest liite sissetöötamise tõttu kuluvad töötavate pindade ebatasasused ja konarused. Vahemikus *AB* detaili kulumine jätkub, kuid väiksema intensiivsusega. Kulumine kasvab aeglaselt ja seda iseloomustav joon on lähedane sirgele. Kulumise juurdekasvu intensiivsust näitab joone kaldenurk α. Kulumise suurus sõltub detaili materjalist, termilisest töötlemisest, liitekoha istust, koormusest, õlitamistingimustest, liitekoha reguleerimisest jms.

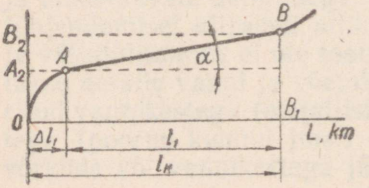
Punktis *B* saavutab detaili kulumine sellise väärtuse, et detaili edasine kasutamine on juba ohtlik, sest kulumine võib põhjustada avariidefekti. Järelikult iseloomustab lõik B_1B detaili piirkulumist, mille puhul ta tuleb taastada või asendada.

Detaili piirkulumiseks nimetatakse sellist kulumist, mille korral detaili edasine kasutamine on võimatu. Lõik OB_1 näitab antud detaili tööeale vastavat auto läbisõitu.

Uute detailide liitekohtades on auto või agregaadi ekspluatatsiooni alguses normaalne (joonisega kehtestatud) lõtk. Ekspluateerimisel liitekoha detailid kuluvad. Kui kulumine saavutab piirväärtuse, tekib liitekoha detailide vahel piirlõtk.

Piirlõtkuks nimetatakse sellist lõtku, mille puhul liitekoha edasine kasutamine on võimatu.

Piirlõtku suurus määratakse kindlaks sõltuvalt liite töötamise tingimustest. Näiteks liitekoha laager—väntvõllikael piirlõtku suurus on määratud kloppimise alghetkel. Kolvirõnga luku piirlõtku suurus on määratav mootori karterisse tungivate gaasıde hulgaga.



Joon. 63. Detaili kulumiskõver:

OA_2 — detaili kulumine sissetöötamise perioodil; OB_2 — detaili piirkulumine; Δl_1 — auto läbisõit sissetöötamise perioodil; l_1 — auto läbisõit sissetöötamisest kuni detaili piirkulumiseni; l_K — auto läbisõit kapitaalremondini; α — sirge *AB* kaldenurk, mis iseloomustab detaili kulumise intensiivsust

Auto või agregaadi mõnede detailide liitekohtades on kulumine pärast remontidevahelist läbisõitu piirkulumisest väiksem. Neid lubatud kulumisega detaile tohib auto või agregaadi remontimisel kasutada ilma taastamata.

Lubatud kulumiseks nimetatakse kulumist, mille puhul on võimalik detaili asetada liitekohta ilma taastamata. Sellises liitekohas ei tohi lõtk pärast auto või agregaadi remontidevahelisele tsüklile vastavat läbisõitu piirlõtku ületada.

Kui autodetailide kulumise iseloom, nende tööiga ja auto remontidevaheline läbisõit on teada, saab detailide lubatud kulumised kindlaks määrata.

Detailide taastamisviis tuleb valida selline, et taastatud detailide tööiga oleks võrdne auto remontidevahelise tsükliga või ületaks selle. Kaasaegsed taastamismeetodid võimaldavad seda ülesannet edukalt täita.

§ 9. DETAILIDE KONTROLLIMINE

Pärast auto lahtivõtmist saabuvad rasvatustatud, pestud ja puhastatud detailid kontrollimis- ja sorteerimisjaoskonda.

Kontrollimis- ja sorteerimisjaoskond on autoremondiettevõttes üheks põhiliseks ja vastutavaks jaoskonnaks. Ta allub tehase tehnilise kontrolli osakonnale ja kontrollib lahtivõtmisjaoskonna tööd.

Kontrollimis- ja sorteerimisjaoskonda suunatakse peaaegu kõik lahtivõetud agregaatide detailid. Ainult toite- ja elektriseadmeid, keredetaile, vedrusid, radiaatoreid, kütusepaake ja ka raame kontrollitakse ning sorteeritakse vahetult nendes jaoskondades, kus neid remonditakse.

Kontrollimise põhiülesandeks on kindlaks määrata detailide tehniline seisukord ja sorteerida nad kõlblikeks, kõlbmatuiks ja remonti vajavateks.

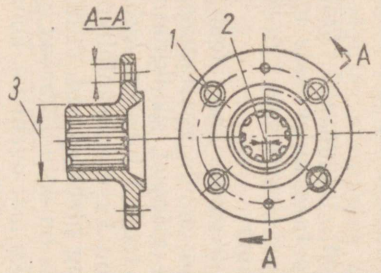
Kontrollimise-sorteerimise tehnilised tingimused töötatakse välja detailide kulumiste, vigastuste ja taastamisviiside uurimise ning praktiliste andmete alusel. Tehnilised tingimused kinnitab kõrgemalseisev organisatsioon (ministeerium).

Tehnilised tingimused koostatakse üksikute kaartidena, millel on näidatud detaili võimalikud defektid, nende avastamise viisid, kontrollimiseks vajalikud tööriistad ja abinõud, üksikjuhtudel ka spetsiaalne seadmestik. Kaartidel on toodud lubatud kulumised, detailide mõõtmed, mille juures nad on kasutamiskõlblikud ilma taastamiseta ja taastamiskõlblikud, ning piirmõõtmed, mille puhul detailid tuleb välja praakida. Peale selle on antud lubatud kõrvalekalded detailide õigest geomeetrilisest kujust: ovaalsus, koonilisus, paine jm.

Näitena on toodud tabelis 3 auto ГАЗ-51А käigukasti veetava võlli ääriku kontrollimise-sorteerimise kaart.

Tabel 3

Auto ГАЗ-51А käigukasti veetava ääriku kontrollimise-sorteerimise tehniliste tingimuste kaart



Detail: käigukasti veetava võlli äärik

Detaili nr.: 51-1701240-Д

Materjal: teras 40 | Kõvadus: vähemalt *HRC* 48

Tähis eskiisil	Defekti nimetus	Defekti avastamise viis ja mõõteriistad	Mõõtmed mm: Nimimõõde	Mõõtmed mm: lubatud ilma taastamiseta	Mõõtmed mm: lubatud taastamiseks	Otsus
1	Ääriku murded ja praod	Ülevaatus	—	—	—	Välja praakida
2	Hammastevaheliste süviste kulumine . .	Kaliiber 5,13 mm	5,00 / 5,05	5,13	—	Välja praakida, kui mõõde on üle 5,13 mm
3	Tihendi aluse kaela kulumine	Hark 50,60 mm või nihkmõõdik	50,60 / 51,00	50,60 juhul, kui ei ole kriimustusi ega ebaühtlast kulumist	Vähem kui 50,60 mm või esineb kriimustusi ja ebaühtlast kulumist	Taastada Mõõtme puhul alla 50,60 mm lihvida võimalikult siledaks, kroomimine, terastamine, elektriimpulsspealesulatamine, puksi asetamine

Detailide kontrollimisest ja sorteerimisest sõltub mitte ainult auto remontimise kvaliteet, vaid ka ettevõtte tehnilis-majanduslikud näitajad.

Kui kõlbmatud detailid satuvad ekslikult kõlblike hulka ja sealt agregaatide koostamisele, langeb paratamatult remondi kvaliteet. Kui kontrollija kannab kõlblikud või taastamist vajavad detailid ekslikult kõlbmatute hulka, väheneb kõlblike detailide arv. Seetõttu läheb vaja täiendav kogus uusi detaile, mis aga omakorda tõstab remondi maksumust.

Detailide kulumise ja kõlblikkuse kindlaksmääramise kontrolloperatsioone sooritatakse välise ülevaatusega ning rakiste ja tööriistade abil.

Välise ülevaatusega tehakse kindlaks detaili üldine tehniline seisukord ja avastatakse välised defektid: praod, mõlgid, augud, kriimustused jms.

Mõõteriistadega tehakse kindlaks detaili geomeetrilised mõõtmed ja kõrvalekaldumised õigest geomeetrilisest kujust (paine, ovaalsus, vääne).

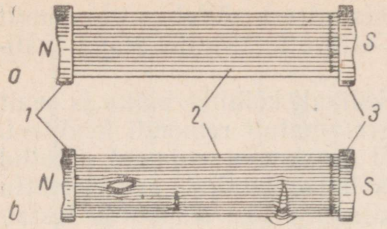
Spetsiaalseadmete ja abinõudega avastatakse varjatud defektid, nagu materjali struktuuri muutused (vedrude elastsuse vähenemine), sisemised tühikud, poorid, praod jms. Eriti on varjatud defekte vaja kontrollida auto vastutavatel märkimuutvate koormuste tingimustes töötavatel detailidel. Selliste detailide hulka kuuluvad väntvõllid, kepsud, kolvisõrmed ja klapid. Suurt tähelepanu tuleb osutada nende detailide varjatud defektidele, millest sõltub liiklusohutus. Näitena on allpool toodud auto ГАЗ-51А vastutusrikaste detailide loetelu ja näidatud pragude tekkimise kohad.

Detailide nimetus	Pragude asukoht
Käändtelg	Õndlad, silmad
Roolihoob	Koonilise osa lõpu piirkond; kiilusoon
Käändteljehoob	Koonilise osa lõpu piirkond; kiilusoon
Roolihoova võll	Õndlad, rull, võlli kere

Spetsiaalsete seadmete abil kontrollitakse ka plokikaane ja silindriploki jahutussärgi hermeetilisust. Detailide kontrollimist alustatakse välise vaatlusega, mille juures kasutatakse lihtsaid ja binokulaarseid luupe.

Varjatud defektide ja pragude avastamiseks rakendatakse magnetdefektoskoope. Magnetdefektoskoopia paistab silma küllaldaselt kõrge täpsuse ja aparatuuri lihtsuse poolest ning kontrollimiseks kulub vähe aega.

Magnetdefektoskoopia meetodi põhimõte on järgmine. Läbi kontrollitava detaili lastakse magnetvoog. Kui detailis on pragusid, siis ei ole magnetiline läbitavus ühtlane ning selle tagajärjel muutub

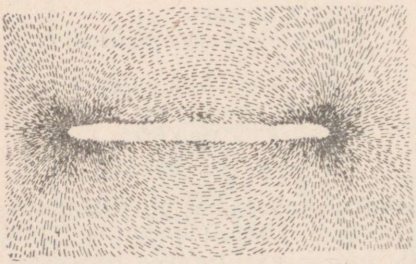


Joon. 64. Detaili läbivate magnetjõujoonte skeem:
a — defektide puudumisel; *b* — defektide olemasolu korral (praod, sisemised tühikud); *1* ja *3* — elektromagneti poolused; *2* — kontrolliitav detail

magnetvoo tugevus ja suund (joon. 64). Tekib kohalik hajumisvoog, pragude äärtel aga magnetpoolused. Pärast välise magnetvälja eemaldamist tekitavad need poolused defekti kohal oma magnetvälja. Defekt avastataksegi selle kohaliku magnetvälja registreerimisega.

Kohaliku magnetvälja registreerimise mitmesuguste viiside hulgas on kõige enam levinud ferromagnetilise pulbri meetod. See võimaldab kontrollida kõige mitmesugusema kuju ja mõõtmetega detaile. Magneeditud detailile kantakse ferromagnetiline pulber — tavaliselt hõõgutatud raudoksiid (krookus) — või valatakse detail üle spetsiaalse suspensiooniga — vedelikuga (petrooleumi või trafoõliga), milles heljub pisiosakesteks peenestatud raudoksiidi pulber. Pulbri ja vedeliku mahuline vahekord on suspensioonis 1 : 30; 1 : 50.

Detaili katmiseks magnetilise pulbriga kastetakse ta 1 ... 2 minutiks suspensiooniga täidetud anumasse. Magnetilise pulbri terad sadestuvad joontena kohaliku magnetvälja kohale ja joonestavad defekti asukoha teravalt välja. Seejärel on defekti hõlbus avastada välise ülevaatusega (joon. 65).



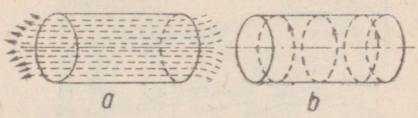
Joon. 65. Defekti ümbritseva ferromagnetilise pulbri asetus magnetvälja mõjul

Legeeritud terastest valmistatud termiliselt töödeldud detailid kaetakse suspensiooniga pärast nende magneetimist. Sel juhul tekib magnetväli defektide kohale jääkmagnetismi mõjul. Pindmiste pragude avastamiseks, samuti väikese kõvadusega detailide kontrollimisel kaetakse detail suspensiooniga hetkel, kui ta asub magnetvälja mõju all.

Ristsuunaliste defektide avastamiseks (ristpraod) tuleb detail

magneetida pikisuunas (joon. 66, *a*), pikuti või põiki asetsevate defektide avastamiseks aga ringsuunaliselt (joon. 66, *b*).

Võimalik on ka kombineeritud magneetimine (piki- ja ringsuunaline). Siis saab ühe magneetimisega avastada mistahes suunaga defekte.



Joon. 66. Magnetjõujoonte suund detailis:
a — pikisuunalisel magneetimisel; *b* — ringsuunalisel magneetimisel

Pikisuunaliselt on võimalik magneetida elektromagneti (joon. 67, *a*) või solenoidi väljas (joon. 67, *b*). Ringsuunaliseks magneetimiseks lastakse detailist läbi suure tugevusega alalis- või vahelduvvool (joon. 67, *c*). Voolu võib lasta ka läbi õõnsa detaili, näiteks läbi kolvisõrme pistetud metallvarda (joon. 67, *d*). Detaili kombineeritud magneetimise skeemid on näidatud joonistel 67, *e* ja 67, *f*.

Ringsuunalise magneetimise seadme põhimõtteskeem on toodud joonisel 68. Piisava magnetvälja tekitamiseks vajatakse tugevat voolu, mis ulatub (sõltuvalt kontrollitava detaili ristlõikest) 2000 ... 3000 amprini. Seda saadakse keevitustrafost *6*.

Pärast magnetdefektoskoopia meetodil kontrollimist tuleb detailid demagneetida. Detaile demagneeditakse samal seadmel, millel neid magneediti, või spetsiaalse seadme, demagnetisaatori abil. Demagneetimise kvaliteeti kontrollitakse spetsiaalse seadmega või tolmutatakse detaili rauapulbriga. Täielikult demagneeditud detail ei tõmba pulbrit külge.

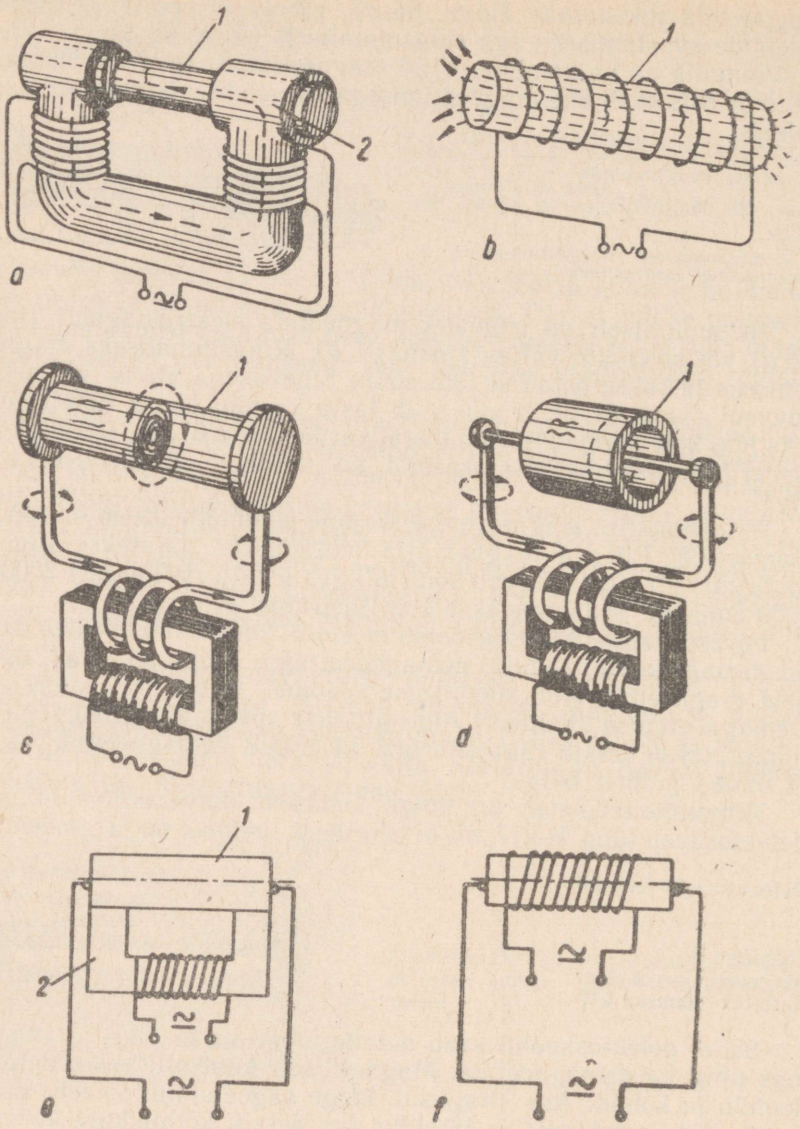
Remondiettevõtetes on kõige kohasem universaalne magnetdefektoskoop tüüp M-217, mille tehnilised andmed on järgmised:

Defektoskoobi toitmine	ühefaasilisest vahelduvvooluvõrgust pingega 220 V
Tööpinge V	5
Magneetimisvool A	5 ... 1500
Tarbitav võimsus kW	7,5

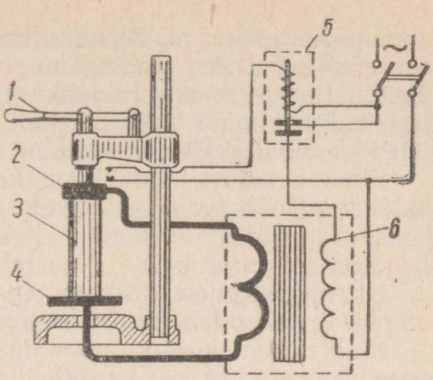
Sellel defektoskoobil saab detaile magneetida piki- ja ringsuunas ning ka demagneetida. Magnetiliselt kontrollitavate detailide loetelu ja kohad, kus pragusid kõige sagedamini esineb, samuti kontrollimise režiimid ja järeldus iga detaili kõlblikkuse kohta on toodud tehnilistes tingimustes.

Näitena on tabelis 4 toodud mõnede autodetailide magnetilise kontrollimise soovitatavad režiimid.

Magnetdefektoskoopia meetod võimaldab kontrollida ainult ferromagnetilistest materjalidest (teras, malm) valmistatud detaile. Värvilistest metallidest detailide kontrollimiseks see meetod ei kõlba.



Joon. 67. Detailide magneetimisviiside skeemid:
1 — magneeditav detail; *2* — elektromagnet



Joon. 68. Detailide ringsuunalise magneetimise seadme põhimõtteskeem:

1 — käepide detaili surumiseks; *2* — kontaktketas; *3* — kontrollitav detail; *4* — kontaktplaat; *5* — magnetkäiviti; *6* — trafo

Viimastel aastatel kasutatakse pragude avastamiseks fluorestsentsmeetodit. Fluorestsentsdefektoskoopia olemus on järgmine. Kontrollitavad detailid kastetakse 10...15 minutiks fluorestseeriva vedelikuga täidetud vanni või kantakse fluorestseeriv vedelik detaili pinnale pintsliga. Vedelik märgab hästi detaili, tungib pragudesse ja jääb sinna püsima. 10...15 minuti pärast pestakse fluorestseeriv vedelik külma vee joaga detaili pinnalt maha. Veejoa rõhk on ligikaudu 2 kG/cm² ja pesemine kestab mõni sekund. Seejärel kuivatatakse detaile kuuma suruõhuga.

Tabel 4

Autodetailide soovitatavad magnetilise kontrollimise režiimid

Detaili nimetus	Magneetimismeetod	Magneetimisvool A	Magneetimiste arv	Demagneetimismeetod	Demagneetimisvool A
Väntvõll . .	Ringsuunaline	1500	5...7	Voolu vähendamine kuni 0-ni	1000
Käändtelg .	Pikisuunaline	1200...1400	3...5	Solenoidi abil	800
Roolihoob .	Sama	1000...1100	2...3	Sama	600

Märkus: Demagneetimise kestus 2...3 min.

Detaili kuivatamine ja nõrk kuumutamine soodustavad fluorestseeriva vedeliku tulekut pragudest detaili pinnale ja valgumist pragude äärtele. Selleks et tuua pragusid paremini nähtavale, puuderdatakse detaili kuivatatud pinda kuiva peene silikageeli (SiO_2) pulb-

riga ja hoitakse 5 . . . 30 minutit õhu käes. Pulbri ülejääk raputatakse või puhutakse maha. Kuiv mikropoorne silikageeli pulber soodustab fluorestseeriva vedeliku edasist väljumist. Ultravioletkiirtega valgustamisel hakkab vedelikuga läbiimbunud ja pragude äärtele kleepunud pulber helenduma ereda kollakasrohelise valgusena.

Fluorestseeriva vedelikuna kasutatakse järgmist segu: 0,25 l heledat trafoõli (vaseliinõli, velossiiti jms.), 0,5 l petrooleumi, 0,25 l bensiini ja 0,25 g värvainet — kuldkollast pubrilist defektooli. Segu lastakse seista pulbri täieliku lahustumiseni.

Ultravioletkiirte allikaks on elavhõbeda kvartslambid. Nende valgus lastakse läbi spetsiaalse valgusfiltri.

Fluorestsentsmeetod võimaldab avastada sügavaid pragusid (need helendavad laiade vööndidena) ning ka madalaid ja mikroskoopilisi pragusid (need helendavad peente joontena).

Tähelepanu väärib ultrahelidefektoskoopia.

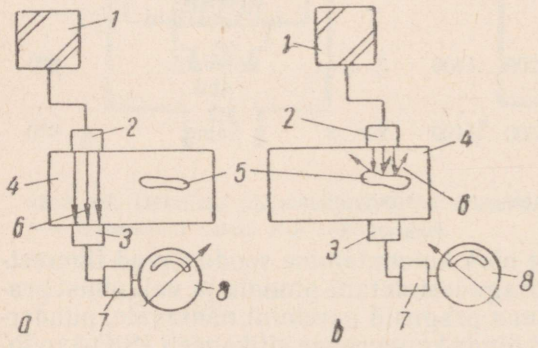
Ultrahelidefektoskoope on mitut tüüpi.

Joonisel 69 on näidatud varjumeetodil töötava ultrahelidefektoskoobi skeem. Meetod põhineb sellel, et elastsete võngete levimisel kutsub kahe keskkonna (õhk — metall) vaheline piir esile võnkeenergia peegeldumise. Piki kontrollitavat detaili liigutatakse kiirgajat *2* ja vastuvõtjat *3*. Kui detailis on defekt, siis kiirgaja *2* poolt saadetud kiir peegeldub defekti pinnalt tagasi ega satu antud momendil varjus asuvasse vastuvõtjasse *3*. Defekti olemasolu antud kohas näitab indikaatori osuti hälve.

Välisele ülevaatusele ja varjatud defektide avastamisele järgneb detailide geomeetriliste mõõtmete kontrollimine. Detaile mõõdetakse tavaliselt kõige suuremate kulumiste kohtadelt.

Vaatleme mõnede detailide kulumise iseloomu. Silindrite tööpind kulub mootori ekspluateerimisel ebaühtlaselt. Ta muutub pikisuunas kooniliseks, kusjuures suurimat kulumist täheldatakse silindri ülaosas, umbes 10 mm allpool plokikaant.

Väntvõlli teljega risti olevas tasapinnas kulub silinder ovaalseks.



Joon. 69. Ultrahelidefektoskoobi skeem (varjumeetod):

a — detaili defekt on avastamata; *b* — defekt on avastatud; *1* — ultraheligeneraator; *2* — piesokiirgaja; *3* — piesovastuvõtja; *4* — kontrollitav detail; *5* — tühik; *6* — ultrahelilained; *7* — võimendi; *8* — indikaator

Silindri kooniliseks kulumine on seletatav järgmiste põhjustega.

1. Kütuse põlemisel tekkivate gaaside rõhk mõjub kolvirõngastele, selle tagajärjel tõuseb järsult kolvirõngaste erisurve silindriseinale. Eriti suure erisurve tekitab ülemine rõngas (ligikaudu 30 kG/cm²), mis surub õli silindriseina ja kolvirõnga vahelt välja ning põhjustab poolkuiva hõõrdumist.

2. Kui kolvirõngad liibuvad silindriseinte vastu ebatihedalt, puhuvad töösegu komprimeerimise ja põlemise perioodil läbi ebatiheduste tungivad gaasid õlikelme ära ja halvendavad sellega töötavate pindade õlitamist.

3. Põlemisel tekkiv kõrge temperatuur vähendab järsult õli viskoossust ja õlikelme püsivust.

4. Silindrite ülaosa kulumist soodustab ka kolvi ja rõngaste väike kiirus kolvi liikumissuuna muutumisel.

5. Kuumade gaasidega kokkupuutes olev silindriseinte ülaosa korrodeerub.

Silindri kulumist kiirendab ka temperatuurirežiimi rikkumisest põhjustatud silindriseina madal temperatuur ning sagedane mootori seiskamine ja käivitamine, eriti talvisel ajal.

Ovaalseks kuluvad silindrid järgmistel põhjustel.

1. Mootori töötamisel kolvid kuumenevad ja paisuvad ebaühtlaselt.

2. Silindriseinte kuumenemise tagajärjel deformeeruvad silindriseinad ebaühtlaselt ja silindri ristlõike kuju muutub.

3. Gaaside rõhujõu normaalkomponent surub kolvi vastu üht silindriseina.

Väntvõllide vändakaelad kuluvad kiiremini kui võllikaelad. See seletub vändakaelte raskemate töötingimustega.

Väntvõllide kaelad kuluvad kooniliseks ja ovaalseks. Kooniliseks kulumist põhjustavad väntvõllide elastsed deformatsioonid, ovaalseks kulumist aga silindritelgede tasapinnas mõjuvad inertsjõud ja gaaside rõhujõud. Ovaali lühem telg asub väntvõlli põskede tasapinnas.

Jaotusvõllide kaelad kuluvad ovaalseks seetõttu, et klappide tõusmisel tekkivad inertsjõud mõjuvad jaotusvõllile ühes suunas.

Käigukastide hammasvõllidel, samuti kardaanvõllide hammasotsikutel kuluvad hammaste külgpinnad. Kulumine esineb hamba pöörlemissuuna poolsel külgpinnal, mis kannab üle jõudu hammasliite (nuutliite) töötamisel.

Silindrite läbimõõtude mõõtmiseks kasutatakse tavaliselt siseindikaatorit. Silindreid tuleb mõõta ülalt, esimese kolvirõnga kohalt, kus kulumine on kõige suurem.

Mõõdetakse kahes teineteisega risti olevas suunas: väntvõlli teljega paralleelselt ja risti.

Kulumine määratakse kindlaks suurima läbimõõdu järgi.

Mõõtmistulemused kantakse spetsiaalsesse passi. Saadud and-

mete põhjal otsustatakse, missugusesse remontmõõtmesse tuleb silindriplokk töödelda ja kas teda on vaja hülssida.

Vaatleme näitena mootori ЗИЛ-164 silindriploki remontmõõtme määramist.

Remonditehas Tellimus _____

Mootori silindriploki mõõtmise pass

Vöönd	Mõõtmise suund	Silindri nr.						Märkused
		1	2	3	4	5	6	
Ülemine	Paralleelselt väntvõlli teljega .							
	Risti väntvõlli teljega							
Ovaalsus								

Otsus: _____

Kontrollija

Märkus tegeliku täitmise kohta: _____

Kontrollija

Mõõtmisandmete põhjal on silindri suurim läbimõõt 102,15 mm. Ettevõtete kogemuste põhjal võib ebaühtlast kulumist arvesse võttes valida silindrite puurimise ja hoonimise töötlemisvaruks 0,35 mm. Sel juhul võimalik väikseim läbimõõt on

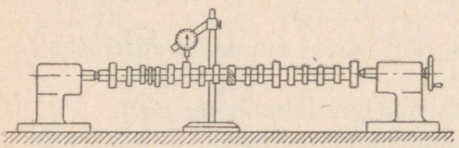
$$102{,}15+0{,}35=102{,}50 \text{ mm.}$$

Tabelis 16 toodud andmetest leiame, et lähim remontmõõde on teine, s. o. $\frac{102{,}560}{102{,}620}$ mm. Sellesse mõõtmesse tulebki antud ploki kõik silindrid puurida.

Kapitaalremonti saabuvate mootorite kolbe ei kontrollita, sest need asendatakse kõik uutega (nende kulumine ületab lubatava).

Kolvisõrmi mõõdetakse kruvimõõdikute või spetsiaalsete harkidega. Samal viisil määratakse kindlaks klapisäärte ja tõukurite läbimõõt.

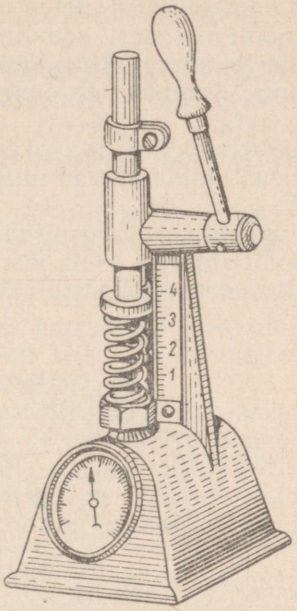
Joonisel 70 on näidatud jaotusvõlli painde mõõtmine. Võlli kont-



Joon. 70. Painde kontrollimiseks tsentrite vahele asetatud jaotusvõll

rollitakse indikaatoriga. Võlli ülesseadmisel on vaja pöörata lähelepanu tsentriavade korrasolekule. Samal viisil kontrollitakse väntvõllide, pooltelgede, käigukasti võllide jms. painet.

Klapivedrudel kontrollitakse pikkust ja elastsust. Vedrude kontrollimise seade on näidatud joonisel 71. Vedru kõlblikkuse üle otsustatakse jõu suuruse järgi, mida on vaja vedru kokkusurumiseks teatud pikkuseni.



Joon. 71. Klapivedrude kontrollimise seade

Väntvõlli vända- ja võllikaelu mõõdetakse kruvimõõdikuga. Kaelu tuleb mõõta kahes vööndis, mis asuvad õnnalde lähedal kahes teineteisega risti olevas tasapinnas: võlli- ja vändakaeltega ühes tasapinnas ja nendega risti. Mõõtmistulemused kantakse passi. Nii nagu silindrite kontrollimiselgi otsustatakse nende andmete alusel, missugusesse remontmõõtmesse tuleb väntvõlli kaelad töödelda.

Kepsudel kontrollitakse ülemiste ja alumiste peade läbimõõtu. Mõõtmiseks kasutatakse siseindikaatoreid. Alumise pea laagriliudade ava mõõdetakse kahes teineteisega risti olevas suunas: piki sääre telge ja sellega risti.

Hammasratta hammaste paksuse vähenemist mõõdetakse hambanihkmõõdikuga või spetsiaalsete šabloonidega. Hammasrataste hambad kuluvad ebaühtlaselt. Seepärast on kontrollimisel vaja mõõta vähemalt kolme hammast, mis asuvad üksteise suhtes umbes 120-kraadise nurga all.

Koonushammasratastel mõõdetakse hamba paksust suurema mooduliga otsal.

Plokikaane kaardumist kontrollitakse rihtplaadil lehtkaliibri abil.

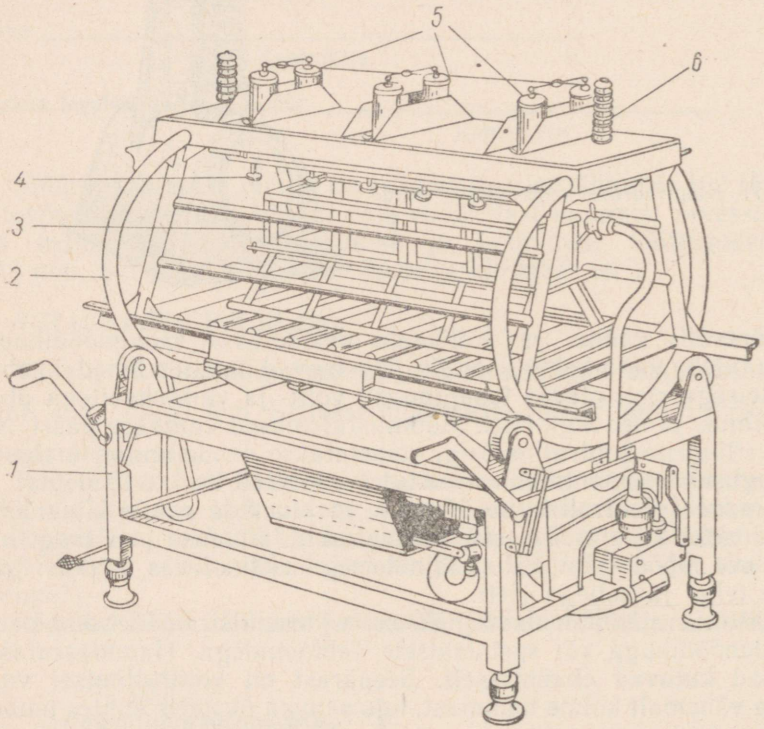
Selleks et tõsta kontrollijate töeviljakust, hoida kokku kallihinnalisi universaalseid mõõteriistu ja tõsta kontrollimise kvaliteeti (vältida lugemi vigu), kasutatakse remonditehastes jäiku skaalata mõõteriistu: korke, harke ja šabloone.

Kõigi kontrollitavate detailide jaoks valitakse kontrollmõõteriistad kontrollimise-sorteerimise tehniliste tingimuste alusel. Nendest mõõteriistadest soovitatakse koostada komplektid erinevate sõlmede ja agregaatide jaoks: mootorile, käigukastile, rooliseadmele jms. Komplektide olemasolu kergendab kontrollimist tunduvalt.

Silindriplokkidel ja plokikaantel kontrollitakse jahutussärgi hermeetilisust, mida võivad olla rikkunud seintesse tekkinud praod ja augud.

Hermeetilisust kontrollitakse spetsiaalsete stendidega (joon. 72).

Stendi alusel *1* asub pööratav platvorm *2*, mille rullteele asetatakse katsetatav silindriplokk. Jahutussärgi veega täitmiseks ühen-



Joon. 72. Universaalne stend silindriplokkide ja plokikaante hüdraulili-seks katsetamiseks

datakse silindriploki külge (veepumba kinnituskohas) ühendustoru abil voolik. Silindriploki ülaosas asuvad veeavad suletakse varrastele *4* kinnitatud kummiotsikutega. Vardad on kinnitatud vedrude *6* otsas rippuva plaadi külge. Plaadi allalaskmisel surutakse varraste *4* kummiotsikud hüdrosilindrites *5* tekitatava jõu mõjul vastu silindriplokki. Stendi selline konstruktsioon võimaldab jälgida silindriplokki igast küljest. Katsetamine kestab 2 minutit rõhu all 4 kG/cm². Samadel stendidel katsetatakse tavaliselt ka plokikaasi, s. t. stendid on universaalsed. Plokikaane ülesseadmiseks on ette nähtud spetsiaalne alus *3*.

Kontrollija peab pöörama tähelepanu sellele, et tootmiskaalutlustel nimeliseks jäetud detailid saabuksid kohale komplekssselt.

Kontrollimise-sorteerimise tehniliste tingimuste põhjal tehtud välise ülevaatuse ja mõõtmiste alusel otsustab kontrollija, mis rühma tuleb üks või teine detail kanda.

Sõltuvalt seisukorrast sorteeritakse detailid kolme rühma.

1. Kõlblikud detailid. Neid lubatakse kasutada edasi ilma taastamata.

2. Taastamisele kuuluvad detailid. Nende kulumisi ja vigastusi on võimalik kõrvaldada antud ettevõttes juurutatud taastamisviisidega või koopereerimise korras mõnes teises remondiettevõttes (juhul kui see on majanduslikult õigustatud).

3. Kõlbmatud detailid. Nende seisukord, kulumised ja vigastused ei võimalda detaili taastada või ei ole taastamine ökonoomne.

Selleks et erinevate rühmade detaile remontimisel mitte segi ajada, märgistatakse nad teatavate värvidega. Näiteks kõlblikud — rohelisega, taastamist vajavad — kollase või valgega, kõlbmatud — punasega.

Detailide kontrollimisel puututakse kokku kõige erinevamate kulumise ja vigastuste liikidega. Kehtivate kontrollimise-sorteerimise tehniliste tingimuste alusel tuleb üle 50% kõigist kontrolloperatsioonidest teostada välise ülevaatusega. Seetõttu peavad kontrollijad omama tehnilisi teadmisi, olema kvalifitseeritud ja suutelised andma õiget hinnangut ühe või teise detaili seisukorrale. Nad peavad oskama õigesti määrata, kuhu rühma üks või teine detail kanda. See on auto kvaliteetse ja ökonoomse remontimise tähtsaks eelduseks. Esimese rühma, s. o. täiesti kõlblike ja lubatud kulumise piirides olevate detailide tehnilised tingimused on stabiilse iseloomuga. See tuleneb nõutavast remondi kvaliteedist ja vajadusest tagada agregaatide ja sõlmede koostamisel kohustuslik vahetatavus. Teise ja kolmanda rühma, s. o. taastamisele kuuluvate ja kõlbmatute detailide kohta käivaid tehnilisi tingimusi tuleb vaadelda kui juhendavat materjali, sest määrang «taastamiseks kõlbmatud detailid» on tinglik ning sõltub remondiettevõtte varustatusest ja ettevõttes juurutatud taastamisviisidest. Viimati nimetatud juhul tuleb kontrollimise-sorteerimise tehnilisi tingimusi korrigeerida. Kõik tehnilistesse tingimustesse kantavad muudatused kuulu-

Autoremonditehas Koostamise kuupäev_____

Defekteerimisaruanne nr. _____

Mootor ГАЗ-51

Komplektide arv_____ Tellimise nr._____

Jrk. nr.	Kataloogi nr.	Detaili nimetus	Arv ühel masinal	Kõlblikud	Kuuluvad taastamisele	Kõlbmatud	Puuduvad	Anda laost välja kõlbmatute ja puuduvate asendamiseks		
								arv	hind	summa
1	51—1002010	Silindriplokk	1							
2	70—6748	Õlimõõtevarda toru .	1							
3	51—1002045	Jaotushammasrataste kaane plaat . . .	1							
4	11—6019	Jaotushammasrataste kaas	1							
5	. . . . .	. . . . .								
6	. . . . .	. . . . .								

TKO kontrolör _____
Baaslao laohoidja _____
Utiililao laohoidja _____
TKO meister _____
Tsehhi komplekteerija _____

vad kinnitamisele kõrgemalseisvas organisatsioonis (ministeeriumis).

Sorteerimise tulemused kantakse detailide nimetuste kaupa defekteerimisaruandesse.

Defekteerimisaruanded valmistatakse ette auto kõigi agregaatide ja sõlmede jaoks. Tavaliselt koostatakse üks aruanne antud agregaadi või sõlme mitme komplekti kohta, näiteks kõigile ühes vahetuses lahtivõetud mootoritele.

Defekteerimisaruandesse märgitakse iga nimetusega kõlblike,

Defekteerimisaruanne nr._____
Mootor ГАЗ-51

Komplektide arv_____

Kõlblikud (anda komplekteerimisjaoskonda)

Kataloogi nr.	Arv ühel masinal	Kõlblike arv
51—1002010	1	
70—6748	1	
51—1002045	1	
11—6019	1	
. . . . .		
. . . . .		

Andis üle
Võttis vastu

Defekteerimisaruanne nr._____
Mootor ГАЗ-51

Komplektide arv_____

Taastatavad (anda taastamist ootavate detailide lattu)

Kataloogi nr.	Arv ühel masinal	Taastatavate arv
51—1002010	1	
70—6748	1	
51—1002045	1	
11—6019	1	
. . . . .		
. . . . .		

Andis üle
Võttis vastu

Defekteerimisaruanne nr._____
Mootor ГАЗ-51

Komplektide arv_____

Utiil (anda utiililattu)

Kataloogi nr.	Arv ühel masinal	Väljapraagitute arv
51—1002010	1	
70—6748	1	
51—1002045	1	
11—6019	1	
. . . . .		
. . . . .		

Andis üle
Võttis vastu

taastamisele kuuluvate ja kõlbmatute (väljapraagitud) detailide arv.

Aruanne koosneb neljast eraldi osast. Põhiosaks on esimene, kuhu kantakse kõik kontrollitud detailid, nende kataloginumbrid ja kontrollimise tulemused.

Teine osa, milles on ära näidatud kõlblike detailide arv, läheb koos detailidega komplekteerimisjaoskonda ja on nende arvelevõtmise aluseks.

Kolmandas osas on näidatud taastamist vajavate detailide arv. See saadetakse koos detailidega remonti ootavate detailide lattu ja on aluseks nende arvelevõtmisel.

Viimane, aruande neljas osa, milles on näidatud kõlbmatute detailide arv, antakse koos detailidega utiililattu.

Defekteerimisaruanded ei ole ainult arvelevõtmise ja aruandluse, vaid ka tehnilised dokumendid. Nende statistilise töötlemise alusel saab määrata detailide taastamis- ja asendustegureid.

Detailide asendustegur on kõlbmatute detailide arvu suhe antud partiisse kuuluvate samanimeliste detailide üldarvuga.

$$K_a = \frac{n}{N} 100\%,$$

kus K_a — asendustegur,
n — kõlbmatute detailide arv partiis,
N — antud nimetusega detailide üldarv partiis.

Taastamistegur on taastamisele kuuluvate detailide arvu suhe antud partiisse kuuluvate samanimeliste detailide üldarvuga.

$$K_t = \frac{m}{N} 100\%,$$

kus K_t — taastamistegur,
m — taastamisele kuuluvate detailide arv,
N — antud nimetusega detailide üldarv partiis.

Asendus- ja taastamistegurid on remondiettevõtete projekteerimise lähteandmeteks. Neid kasutatakse ka tegutsevate ettevõtete tootmistegevuse arvestustes.

Detailide asendustegurid võimaldavad välja selgitada uute detailide vajadust remondiettevõttes (väljapraagitute asendamiseks).

Nende andmete alusel koostatakse tellimused väljastpoolt saabuvatele uutele detailidele ja määratakse kindlaks tööde maht detailide valmistamiseks omas ettevõttes. Taastamisteguri abil saab määrata detailide taastamiseks vajalike tööde mahtu.

Kuna kontrollimise ja sorteerimise jaoskonda läbivad kõik lahtivõtmiselt saabuvad detailid, on defekteerimisaruannete järgi võimalik kontrollida ka demontaažijaoskonna tööd (detailide hulka ja lahtivõtmise kvaliteeti).

Kontrollimisel väljapraagitud detailid suunatakse kohustuslikult utiililattu. Tuleb igati vältida nende detailide sattumist koostamiskohtadele.

Mõned ettevõtted eraldavad väljapraagitud detailide hulgast detaile, mida kasutatakse toorikutena teiste detailide valmistamiseks.

Pärast kontrollimist määrab defekteerija igale taastatavale detailile defektide kombinatsioonist sõltuva tehnoloogilise marsruudi.

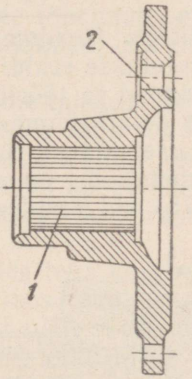
Tehnoloogiline marsruut kujutab endast teatud defektide kompleksi kõrvaldamise järjekorda. Marsruut märgitakse detailile numbriga või, juhul kui see on harva esinev marsruut, tähega H.

Tabel 5

Käigukasti veetava võlli ääriku näidismarsruudid

Marsruudi nr.	Marsruuti kuuluvate defektide nimetused	Marsruuti kuuluvate defektide numbrid
1	Võllihammaste kulumine	1
2	Poldiavade kulumine	2
3	Võllihammaste ja poldiavade kulumine. .	1,2

Tabelis 5 on toodud käigukasti veetava võlli ääriku näidismarsruudid sõltuvalt defektide iseloomust ja kombinatsioonist. Detail ise on näidatud joonisel 73, kus on näha ka defektide kohad ja numbrite tähendused.

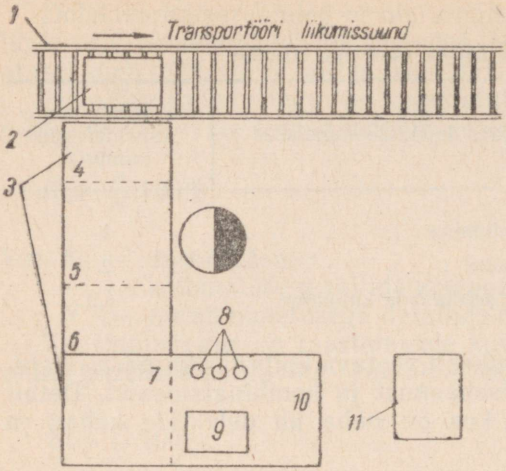


Joon. 73. Käigukasti veetava võlli äärik

Töökohtade korraldamine. Kontrollimise ja sorteerimise jaoskonnas peavad töökohad olema spetsialiseeritud sellise arvestusega, et neist igaühel kontrollitakse teatud detailirühmasid (näiteks mootori või käigukasti detailide kontrollimise töökoht).

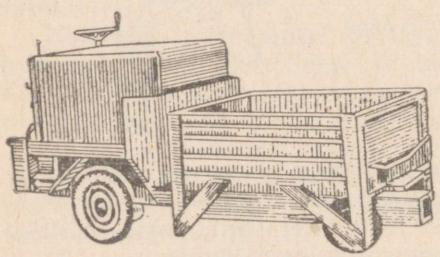
Töökohtade spetsialiseerimine võimaldab kontrollimist mehhaniseerida, aitab seadmeid, rakiseid ja tööriistu paremini kasutada, kergendab kontrollijate tööd ning tõstab lõppkokkuvõttes tööviljakust ja kontrollimise kvaliteeti. Kontrollija töökohale paigutatakse spetsiaalne laud või tööpink. Töö paremaks korraldamiseks jagatakse töökoht tsoonideks, kus paiknevad kontrollimist ootavad, kontrollitavad ja kontrollimise tulemusel sorteeritud (kõlblikud, taastatavad, kõlbmatud) detailid, samuti dokumentatsioon ja defekteerimisaruanded. Väikedetailide kontrollimise ja sorteerimise töökoha plaan on näidatud joonisel 74. Suurte detailide jaoks nähakse töökohal ette spetsiaalsed platvormid ja riiulid.

Töökoht peab olema varustatud kõigi kontrollimiseks vajalike



Joon. 74. Kontrollija töökoha plaan:
1 — transportöör; *2* — kontrollimisele saabuvate detailide taara; *3* — lauad; *4* — kontrollimist ootavate detailide tsoon; *5* — kontrollija töötsoon; *6* — kõlblike detailide tsoon; *7* — taastatavate detailide tsoon; *8* — topsid erinevate värvide jaoks; *9* — tehnilise dokumentatsiooni koht; *10* — defekteerimisaruannete täitmise koht; *11* — kõlbmatute detailide taara

vahenditega (seadmed, rakised, tööriistad). Mõned kontrollseadmed asetatakse eraldi alustele (defektoskoobid, tsentrid jt.). Kontrollseadmeid ja tööriistu hoitakse spetsiaalsetes kappides. Mitmesuguste detailirühmade kogumiseks ja transportimiseks on vaja spetsiaalset taarat. Sel otstarbel kasutatakse konteinereid. Transpordivahenditeks on sel juhul tõstetava platvormiga elektrikärud (joon. 75) või vertikaalsuunas liikuva harkhaaratsiga autotõstuk.



Joon. 75. Tõusva platvormiga elektrikäru

Piisava hulga varukonteinerite olemasolu korral ei pea elektrikäru või autotõstuk asjatult ootama detailide peale- ja mahalaadimist. Selline transportimise viis kaitseb detaile ja taarat.

Et töökohta mitte üle kuhjata, tuleb kontrollitud detailid õigeaegselt edasi saata. Erilist tähelepanu peab pöörama kontrollimisele saabuvate detailide puhtusele. Sellest sõltub nii kontrolloperatsioonide kui ka agregaatide ja kogu auto remontimise kvaliteet ja tööviljakus.

Puudulikult puhastatud ja pestud detailid tuleb pesemise ja rasvatustamise jaoskonda tagasi saata. Igast detailide tagastamise juhtumist on vaja informeerida lahtivõtmis-pesemisosakonna meistrit, kes võtab tarvitusele abinõud, et sellised juhtumid ei korduks.

7. PEATÜKK

DETAILIDE KOMPLEKTEERIMINE

§ 10. PROTSESSI OTSTARVE JA KORRALDAMINE

Komplekteerimise põhiülesanne on valida koostamiseks sellised detailid, mille kokkumonteerimisel oleksid tagatud nõutavad lõtkud ja pingud.

Detailide komplekteerimine vähendab tunduvalt koostamis- ja sobitustööde mahtu ning tõstab remondi kvaliteeti.

Detaile komplekteeritakse kolmest rühmast: kõlblikest, taastatuist ja uutest. Kõlblikud detailid, mille arv on näidatud defekteerimisaruandes, laekuvad komplekteerimisjaoskonda vahetult pärast kontrollimist ja sorteerimist. Taastatud detailid saabuvad detailide taastamise tsehhist, uued — varuosade laost.

Iga agregaadi või sõlme jaoks on vaja detaile valida mitte ainult arvuliselt, vaid ka mõõtmete järgi. See tähendab, et igas komplektis peavad detailidel olema sellised mõõtmed, mis tagavad pärast nende ühendamist nõutava istu.

Eespool märgiti, et paljude detailide töövõime taastatakse nende töötlemisega remontmõõtmesse. Detailidel võib aga olla mitu remontmõõdet. Seetõttu tuleb liidetavad detailid valida komplekteerimisel ühesuguste remontmõõtmetega. Alati ei ole sellise lihtsa valikuga nõutavat istu siiski võimalik saavutada. Seepärast tuleb detaile ka sobitada.

Käesoleval ajal püütakse remondiettevõtetes teha kõik sobitustööd komplekteerimisjaoskonnas ja montaažijaoskondi nende töödega mitte koormata. See vabastab koostajad neile mitteomastest sobitustöödest, tõstab tööviljakust ja koostamise kvaliteeti.

Reas remondiettevõtetes on välja töötatud mitmesugused komplekteerimise töömahukust vähendavad võtted. Neist põhilised on järgmised: 1) detaile komplekteeritakse üksikute sõlmede kaupa; 2) väikedetaile ja normaale komplekteeritakse suurte partiidena. Vaatleme nimetatud võtete olemust.

1. Detailide komplekteerimine üksikute sõlmede kaupa. Detaile saab komplekteerida kahel viisil: kogu agregaadi või üksikute sõlmede jaoks. Esimene meetod on ebamugav, sest komplekt läheb suureks. Seda kasutatakse väikesest arvust detailidest koosnevate agregaatide (näiteks roolimehhanismi) koostamisel ja ka väikese tootmisprogrammiga ettevõtetes. Teine meetod — detailide komplekteerimine üksikute sõlmede kaupa — on nimetatud puudusest vaba. Teise meetodi eeliseks on veel see, et mõne detaili ajutine puudumine pidurdab ainult vastava sõlme komplekteerimist, ülejäänud detailikomplektid saabuvad aga koostamisele normaalselt, ilma viivitusteta. Detailide komplekteerimine üksikute sõlmede kaupa on otstarbekohane suure detailide

arvuga kogukate agregaatide (mootori, käigukasti, tagasilla) puhul ja suurtes ettevõtetes.

2. Detailide ja normaalide komplekteerimine suurte partiidena. Nimetatud komplekteerimisviis seisneb selles, et sõlme või agregaadi detailide hulgast eraldatakse eri loetelusse kõik normaalid: seibid, mutrid, poldid, tikkpoldid, splindid; samuti väikedetailid: tihendid, vedrud jms., mis komplekteeritakse iga nimetuse kaupa arvuliselt. Neid normaale ja detaile tuleb anda koostamisele suurte partiidena, luues sellega varu nädalaks või kaheks. Varu komplektsuse jälgimiseks on väljaantavate normaalide ja väikedetailide hulga kohta vaja hoolikalt arvestust pidada. See soodustab ka nende alalhoidu. Varudetailide hulk tuleb hoida ettenähtud piirides.

Töö sellisel korraldamisel ei pea komplekteerija täiendama varu iga päev mitte kogu nomenklatuuri ulatuses, vaid ainult nende detailide osas, mille hulk läheneb lubatud minimaalsele piirile.

Varu suuruse kohta on kõige parem arvestust pidada graafiku abil (vt. tabel 6). Graafiku viienda lahtri ülaossa märgitakse kuupäevad ja komplektide arv, mis tuleb plaani järgi igaks kuupäevaks koostamisele anda. Lahtri üldlaius peab valitud mastaabis vastama detailide koostamisele andmise ühe kuu programmile. Seda lahtrit täidetakse kasvavas suuruses alates kuu algusest. Iga varusse kuuluva detaili või normaali nimetuse järele märgitakse tegelikult koostamisele antud komplektide hulk. Selleks viirutatakse rida koostamisele antud hulgale vastavas pikkuses. Kui näiteks komplekteerija annab koostamisele 240 seibi (järjekorranumber 9 — vt. graafikut), siis moodustab see 40 komplekti (240 : 6 = 40) ja vastab viiepäevasele programmile (40 : 8 = 5). Seega on järjekorranumbri 9 järel asuvat rida vaja viirutada viie kuupäeva ulatuses. Graafikult on näha, et antud normaaliga ollakse varustatud kuni 5. VI (kaasa arvatud).

Varu hulga arvestamise graafik koostatakse enne jooksva kuu algust.

Kuna koostamisel antud normaalide või väikedetailide iga partii märgitakse graafikule, näitab see ka seda, mitmeks päevaks on varu loodud. Lisahorisontaaljoontega võib samale graafikule märkida ka põhisõlmede koostamiseks antud detailikomplektide arvu. Selline graafik pannakse harilikult välja komplekteerimisjaoskonda. Ta võib olla kogu auto jaoks ühine või iga põhiagregaadi jaoks eraldi.

Komplekteerimist ja sellele järgnevat detailide transportimist kergendab tunduvalt spetsiaalse taara kasutamine. Taara kaitseb detaile ka võimalike vigastuste eest. Komplekteerimistaaraks on detaili mõõtmetele vastavate jaotustega kastid. Suuremate detailide jaoks kasutatakse liikuvaid riiuleid.

Detaile komplekteeritakse vastavalt komplekteerimisaruandele. Selleks et valida komplekti jaoks detaile, on vaja teada iga liite

Tabel 6

Väikedetailide ja normaalide varu suuruse arvestamise graafik

Jrk. nr.	Detaili kataloogi-number	Detailide ja normaalide nimetused	Tükki ühele komplektile	Komplektide arv					
				1. VI	2. VI	3. VI	4. VI	5. VI	6. VI
				8	16	24	32	40	48
1	2	3	4	5					
1	290489-П	Väntvõlli tagumise laagri tihendihoidja poldid	6						
2	252174-П	Sisehammastega vedruseibid ∅ 6 mm. . .	6						
3	11—6702—А2	Väntvõlli tagumise laagri tihendi täidend	2						
4	11—6335—Б	Väntvõlli tagumise laagri kaane parempoolne tihend	1						
5	11—6386—А	Väntvõlli tagumise laagri kaane vasakpoolne tihend	1						
6	11—6309—А4	Väntvõlli tugilaagri tagumine seib . . .	1						
7	291058-П	Laagrite kinnituspoldid	8						
8	11—6340	Tagumise raamlaagri kinnituspoltide stopperplaat	1						
9	293398-П	Lamedad spetsiaalseibid ∅ 15 mm. . .	6						

täpset istu, s. t. lõtkude ja pingude väärtust, samuti lõtkude kontrollimise meetodit. Neid andmeid saab agregaatide ja auto remontimise, koostamise ja katsetamise tehnilistest tingimustest, samuti detailide ja sõlmede joonistelt.

§ 11. KOMPLEKTEERIMISE MEETODID

Mitmetel ühendatavate autodetailide mõõtmetel on tolerantsid, mis tagavad nende täieliku vahetatavuse. Sel juhul moodustavad mis tahes kaks detaili ettenähtud istuga liite. Alati ei ole täieliku vahetatavuse tagamine siiski otstarbekas. Selleks oleks vaja valmistada detaile väga väikeste tolerantsidega, mis paratamatult tõstab nende hinda.

Kapitaalselt remonditud autodel on nende detailide arv, millele ei tagata täielikku vahetatavust, suurem kui uutel. See seletub järgmiselt. Ühelt poolt suurendab lubatud kulumisega detailide kasutamine tolerantsivälja, teiselt poolt aga on vaja säilitada normaalsed istud (nagu uutel autodelgi). Neil juhtudel tuleb detailid valmistada suurte tolerantsidega, liite nõutav ist aga saavutada detailide valikuga.

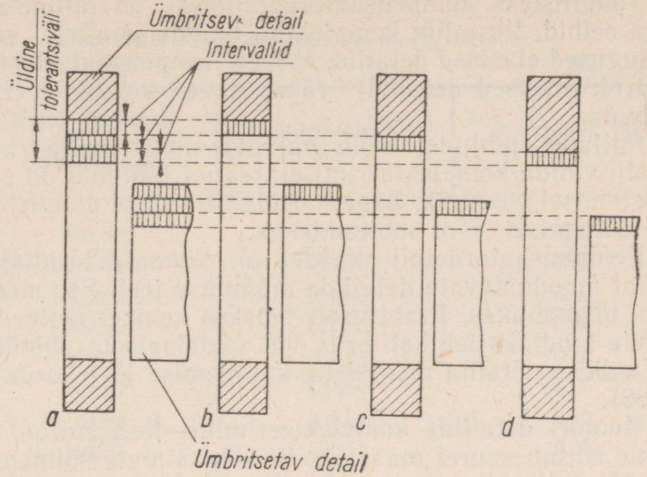
Detaile valitakse liidete jaoks mitmesugusel viisil. Vaatleme neist viisidest kõige levinumaid.

1. Detailide valik ilma liitepindasid mõõtmata. Antud juhul kontrollitakse valiku õigsust ühendatavate detailide vastastikuse liikumisvõimaluse põhjal — käega katsudes või tekkiva lõtku mõõtmisega. Vaatamata näivale primitiivsusele on see meetod nende liikuvate liidete jaoks, mille lõtkud on väikesed ja mõõtmine raskendatud, üsna usaldatav. Näiteks ЗИЛ-164 käigukasti 4. ja 5. käigu lülitusmuhvi on otstarbekohane valida vahetult rummul, juhindudes detailide vastastikusest liikuvusest.

2. Detailide valik ühe detaili (tavaliselt ümbritseva) mõõtmisega. Sel juhul detailid eelnevalt mõõdetakse ja sorteeritakse tegelike mõõtmete alusel. Kui komplekteerijal on mitmesuguste mõõtmetega detaile, saab ta suhteliselt kiiresti valida nõutava istuga liite. Nii valitakse näiteks mootori klapid juhtpukside järgi.

3. Detailide selektiivse valiku meetod. Selle meetodi kasutamisel jaotatakse mõlema ühendatava detaili tolerantsiväli mitmeks ühesuguseks intervalliks, detailid aga sorteeritakse pärast mõõtmist neile intervallidele vastavatesse mõõtrühmadesse (vt. joon. 76). Igasse mõõtrühma kuuluvad detailid, mille faktilised mõõtmed asuvad kitsendatud tolerantsivälja piirides. Viimase arvutamiseks tuleb detaili üldine tolerantsiväli jagada valitud mõõtrühmade arvuga. Ühenduses olevad detailid tähistatagu ühtviisi: arvulise või tähelise markeeringuga või mitmesuguste värvidega. Kuna värviga tähistatakse ka kaalurühmasid ja taastatud detaile, on detailide markeerimiseks ette nähtud kindel koht. Ühesugustesse mõõtrühmadesse kuuluvate detailide edasine komplekteerimine võib toimuda:

a) ilma valikuta, s. o. vahetatavuse alusel ühe suurusrühma piirides. Erinevalt täielikust vahetatavusest nimetatakse sellist vahetatavust piiratud vahetatavuseks. Näiteks võib tuua liitekoha kolvisõrm—kolvisilm komplekteerimise;



Joon. 76. Kahe koostöötava detaili selektiivse valiku skeem:

a — ümbritseva ja ümbritsetava detaili kolmeks intervalliks jaotatud tolerantsiväli; *b*, *c*, *d* — mõõtrühmade järgi valitud ühendatavad detailid

b) valikuga ühe mõõtrühma piirides. Valitavatel detailidel on mõõtmete diapasoon vähenenud nii palju kordi, kui palju suurusrühmi oli võetud. Võrreldes detailide valikuga üldise tolerantsivälja piires, vähendab see komplekteerimistöö mahtu tunduvalt (näiteks detailide komplekteerimine liite kolb—silinder jaoks).

Kui võrrelda vaadeldud kolme detailide valiku meetodit, tuleb eelistada peamiselt selektiivset valikut. Sellega saavutatakse kõrgem tööviljakus ja detailide komplekteerimise parem kvaliteet. See valiku meetod on viimasel ajal hakanud autoremondiettevõtetes levima.

Kindlatest kaasdetailidest komplekteerimisel tuleb kinni pidada niinimetatud mõõtahelatest. Mõõtahelaks nimetatakse ühe või mitme detaili pindade ja telgede omavahelist asetust määravate mõõtmete kindlat paigutust suletud kontuuri suhtes. Sellistele liidetele on täielikku vahetatavust tagada seda raskem, mida rohkem detaile ahelasse kuulub, mida väiksemad on nende valmistamise tolerantsid ja mida suuremat täpsust summaarselt (sulgevalt) mõõtmelt nõutakse.

Enamasti kujunevad mõõtahelad detailide lineaarmõõtmetest, mille täpsusnõuded ei ole eriti kõrged. Kui aga mõõtahelat moodustavate detailide istust sõltub liite töövõime, kasutatakse kompensaatoriteks nimetatavaid detaile. Nende mõõtahelasse lülitatud detailide mõõtmed kompenseerivad kõik ülejäänud detailide tolerantside ebasoodsast summeerumisest tulenevad ebatäpsused.

Tüüpilisteks kompensaatordetailideks on mitmesuguse paksusega seibid, tihendite komplektid, hammasmuhvid, vedrud ja mitmesugused elastsed detailid. Mõned kompensaatordetailid (vedrud, sidurid, elastsed detailid) võimaldavad komplekteerimisest isegi loobuda.

Paljudel juhtudel võib vajalike mõõtmetega kompensaatordetaili valida komplekteerimisel, teatud juhtudel on see aga ainult koostamisel võimalik. Sageli saadakse sellise detaili vajalik mõõde lisatöötlemisel, s. o. sobitamisega.

Kompensaatordetaili mõõdet on võimalik kindlaks teha mõõtahelat moodustavate detailide mõõtmise teel. See meetod on siiski liiga töömahukas. Praktiliselt tehakse kompensaatordetaili vajalik mõõde kindlaks lehtkaliibrite või spetsiaalsete abinõudega, asetades selleks detailid mõõtahela kujunemise järjekorda (vt. joon. 85 ja 86).

Mootori detailide komplekteerimine. Remonditud mootori töövõime sõltub suurel määral selle tähtsaimate sõlmede — vänt- ja gaasijaotusmehhanismi — detailide õigest komplekteerimisest.

Kolbe komplekteeritakse kaalu ning kolvi ja silindriseina vahelise pilu järgi. Kolvi joonisele märgitud kaalutolerants ületab tavaliselt ühe mootori kolbidele lubatud kaaluhälbe tunduvalt. Näiteks mootori ЗИЛ-164 ühe kolvi kaalutolerants on 56 g, ühe mootori komplektis aga mitte üle 8 g. Seetõttu on kõik kolvid vaja mitmesse kaalurühma sorteerida. Vaadeldud näites on kaalutolerants 56 g jagatud 8 g kaupa seitsmesse rühma. Ühe mootori komplekti peavad kuuluma ühe rühma kolvid. Alati ei õnnestu olemasolevast partiist kolbe kaalu järgi valida. Sellisel juhul tuleb kolvikomplekt valida silindrite järgi ja hiljem sobitada kaalu järgi. Sobitamisel eemaldatakse raskematelt kolbidelt osa metalli. Metalli eemaldamiseks on kolvisilmade alumises osas spetsiaalsed kühmud. Liigne metall eemaldatakse sümmeetriliselt mõlemalt kühmult. Seda operatsiooni sooritatakse freesimisega vertikaalfrees- või puurpingil, samuti elektritrilli abil. Kolbide kaalumiseks on olemas ka väikeste freesidega varustatud abinõud, mis võimaldavad liigset metalli eemaldada ilma kolbi abinõust välja võtmata.

Silindrite järgi valitakse kolvid selektiivsel meetodil. Näitena on toodud tabelis 7 andmed mootori ЗИЛ-164 normaalmõõtmetega kolbide selektiivseks valimiseks.

Samal viisil jagatakse ka tolerantsid remontmõõtmete järgi mõõtrühmadesse:

remontmõõtmele +0,50 — E, F, G,
„ +1,00 — H, I, J,
„ +1,50 — K, L, M.

Ühe mootoriploki silindrid võivad kuuluda erinevatesse mõõtrühmadesse. Seepärast peavad ka silindrite järgi valitavad kolvid kuuluma samadesse rühmadesse. Valitud kolbidel kontrollitakse

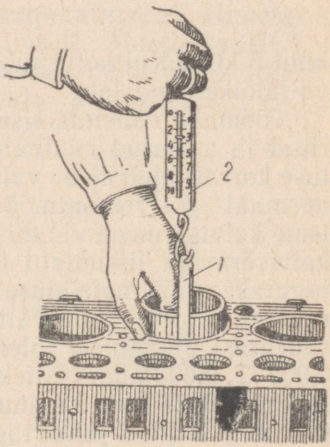
Tabel 7

Andmed mootori ЗИЛ-164 normaalmõõtmetega kolbide selektiivseks valikuks

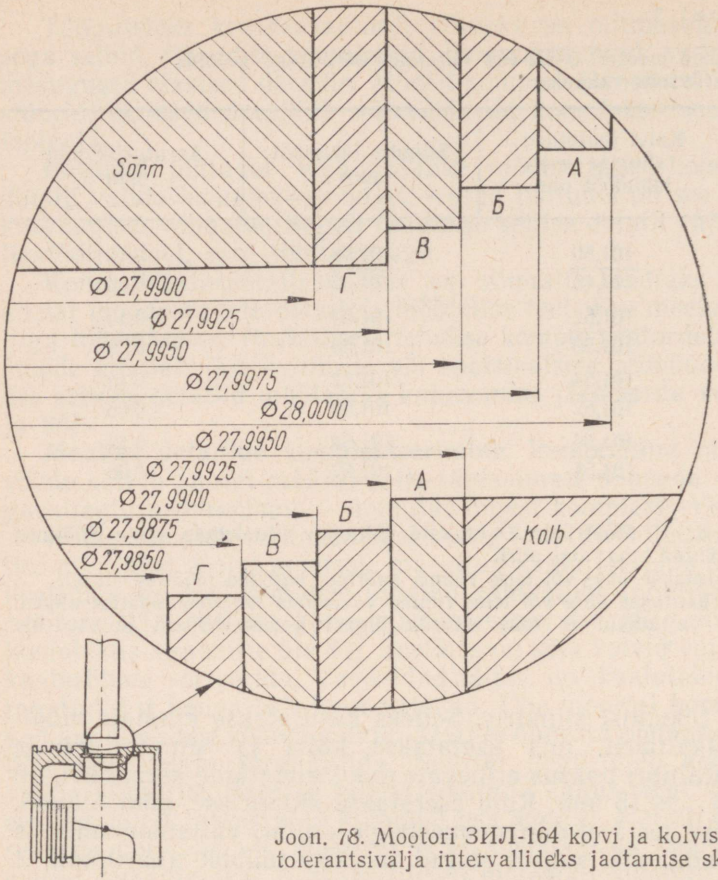
Mõõtrühmade tähised	Kolvi juhtpinna alumise osa läbimõõt mm	Silindri läbimõõt mm	Arvutuslik pilu mm
A	101,50 101,48	101,58 101,56	0,10 0,06
B	101,52 101,50	101,60 101,58	0,10 0,06
C	101,54 101,52	101,62 101,60	0,10 0,06
D	101,56 101,54	101,64 101,62	0,10 0,06

Märkused. 1. Mõõtrühm *D* on ette nähtud silindritele, mille mõõtmed ületavad ettenähtud tolerantsi piiri.
2. Kolvid kantakse ühte või teise rühma suurima tegeliku mõõtme alusel.
3. Silindrid kantakse ühte või teise rühma väikseima tegeliku mõõtme alusel.
4. Silindrid ja kolvid ei tohi erineda õigest geomeetrilisest kujust üle 0,025 mm.

nende vaba liikumist silindris. Selleks kasutatakse kindlate mõõtmetega lehtkaliibrit, mis asetatakse kolvi ja silindri vahele (joon. 77). Kaliibri paksus erinevate mootorimarkide korral kõigub piirides 0,06 ... 0,15 mm. Kolb asetatakse silindrisse, põhi allpool, ja mõõdetakse seejärel dünamomeetriga kaliibri väljatõmbamiseks vajalikku jõudu. Jõu suurus sõltub mootori tüübist (harilikult 2



Joon. 77. Kolvi valik silindri läbimõõdu järgi lehtkaliibri ja dünamomeetri abil:
1 — lehtkaliiber; *2* — dünamomeeter (vedrukaal).



Joon. 78. Mootori ЗИЛ-164 kolvi ja kolvisõrme vahelise tolerantsivälja intervallideks jaotamise skeem

kuni 5 kG). Kui kolvi juhtpinnal on väljalõige, asetatakse kaliiber väljalõiketa poolele.

Töömahu vähendamiseks peavad kolvid olema eelnevalt sorteeritud ja asetatud riiulitele mõõt- ja kaalurühmade alusel. Võimaluse korral tuleb kolbe valida mõõtmete ja kaalu järgi mitmele sama normaal- või remontmõõtmega silindritega mootoriplokile. Vaatleme kolvisõrmede valimist. Alumiiniumisulamist kolb ühendatakse kolvisõrmega liikumatu istuga (pinguga). Ka selle liite detailid jagatakse mõõtmete alusel mitmesse rühma. Mõõtrühmade arv määratakse kindlaks sõltuvalt sõrme ja kolvisilma üldiste tolerantside suurusest. Mõõtmete tolerantsid ei tohi ühe rühma piires olla üle 0,002 ... 0,003 mm. Näiteks mootoritel ГАЗ ja ЗИЛ on selleks suuruseks 0,0025 mm, kusjuures kolvisõrme üldiseks tolerantsiks on 0,01 mm. Sellisel juhul tagatakse antud liite jaoks nõutav ist detai-

lide komplekteerimisel ühest mõõtrühmast, ilma et detaile oleks vaja valida.

Mootori ЗИЛ-164 liite sõrm—kolb skeem on näidatud joonisel 78. Sõrme ja kolvisilma mõõtmete üldised tolerantsiväljad on jagatud neljaks intervalliks.

Ühendatavad detailid on sorteeritud nelja mõõtrühma: А, Б, В ja Г.

Jooniselt on näha, et mis tahes kaks ühe mõõtrühma detaili tagavad liites nõutava pingu 0,0025 . . . 0,0075 mm.

Kolvirõngad (surve- ja õlirõngad) valitakse rõngaste lukuvahe ja kolbide ringsoonte kõrguse järgi.

Mõnikord ei õnnestu rõngaid ilma sobitamiseta valida. Rõngaid (nagu teisigi detaile) on otstarbekohane sobitada komplekteerimise käigus. Komplekteerimisjaoskonnas on alati suur hulk mitmesuguste mõõtmetega detaile ja see võimaldab vähendada sobitamist miinimumini. Kolvirõnga lukuvahe sobitamine seisneb rõnga otspinna viilimises ja perioodilises lukuvahe kontrollimises lehtkaliibri abil. Selleks et lukuvahet oleks mugavam kontrollida, on soovitatav kasutada mootori silindri asemel silindrilist kaliibrit.

Terasest kolvirõngaste puhul langeb rõngaste kõrguse kontrollimise vajadus **ära**. See-eest on aga tingimata vaja kontrollida rõngaste liibumist vastu silindri peegelpinda (valgus ei tohi rõnga ja silindriseina vahelt **läbi** paista). Selle operatsiooni hõlbustamiseks kasutatakse kaliibrite komplekte. Need kujutavad endast madalaid hülsse, mille siseläbimõõdud vastavad silindrite mõõtmetele. Kaliibrid asetatakse kolvirõngaste liibumise kontrollimise seadmesse.

Sõltuvalt mootori margist on kolvisõrme ja kepsu puksi vaheline lõtk piirides 0,004 . . . 0,08 mm. Selle lõtku mõõtmine on raskendatud. Seetõttu kontrollitakse ühenduskohta kolvisõrm—kepsu puks sageli nii, nagu on näidatud joonisel 79. Kolvisõrm peab minema puksi avasse sujuvalt pöidla jõul. Sõrm ja puks peavad olema eelnevalt hoolikalt kuivatatud ja ühesuguse temperatuuriga. Nimetatud liidet on otstarbekohane valida selektiivselt. Mootorite ЗИЛ kolvisõrmed ja kepsude puksid jagatakse kuude mõõtrühma tolerantsiga 0,0025 mm ja markeeritakse erinevate värvustega.

Joon. 79. Kolvisõrme valik kepsu ülemise pea puksi järgi

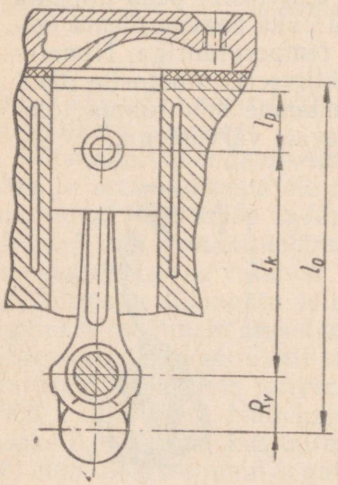
Raam- ja kepsulaagrite liudasid komplekteeritakse vastavalt nende remontmõõtmetele.

Kepsude komplekteerimisel tuleb lisaks kepsu puksi avale arvestada veel alumise pea kaalu ja telgede vahet. Alumise pea kaal määratakse kindlaks spetsiaalsetel kaaludel. Ühe mootori kepsude kaalu lubatud hälve on 15 ... 50 grammi. Kui spetsiaalsete kaalude puudumise tõttu ei saa kepsusid alumiste peade kaalu järgi valida, võib neid valida üldkaalu järgi. Seejuures võib ühele mootorile komplekteeritavate kepsude kaalu erinevus olla niisama suur, kui on lubatud alumistele peadele.

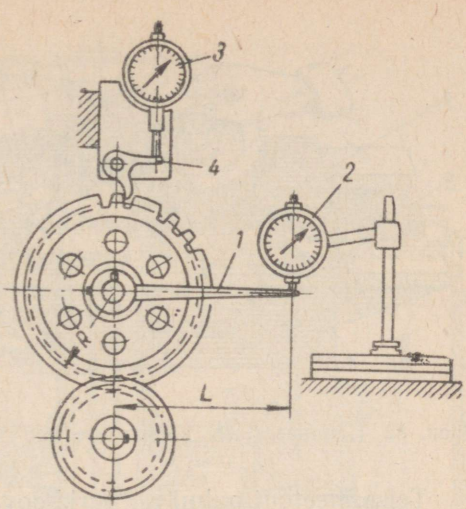
Tingimata on vaja kontrollida kepsu ülemise ja alumise pea telgede vahet, mis võib mõnel taastatud kepsudest olla vähenenud. Väntvõlli vända raadius muutub aga iga lihvimisega 0,1 ... 0,2 mm suuremaks, kompenseerides niiviisi kepsu lühenemist.

Vända raadius suureneb järgmistel põhjustel. Ülekaalus olevate inertsjõudude tagajärjel kuluvad vändakaelad rohkem väntvõlli telje poolsest küljest. Selleks et eemaldada võimalikult õhukest metallikihti, nihutatakse vändakaelte lihvimisel kaelte telg väntvõlli teljest eemale. See vähendab lihvimistöö mahtu ja pikendab väntvõlli üldist tööiga.

Praktiliselt ei ole nende kahe mõõtme — kepsu pikkuse ja vända raadiuse — muutused ühesugused ja mõõtahel (joon. 80): vända raadius R_v — kepsu telgede vahe l_k — kolvi põhja kaugus silmade telgedest l_p, mille sulgevaks mõõtmeks on väntvõlli telje kaugus ülemisest pinnast l_o, läheb summaarse tolerantsi piiridest välja. Selle tagajärjel erinevad üksikute silindrite surveastmed rohkem kui uuel mootoril (kolvid ei asu ülemistes piirasendites ühekõrgusel) ja mootor töötab ebaühtlaselt. Et taolist viga vältida, jagatakse



Joon. 80. Mootori väntmehhanismi mõõtahela skeem



Joon. 81. Hammasrataste hammaste vahelise külglõtku mõõtmine (kahel meetodil):
1 — pikendushoob; 2, 3 — indikaatorkellad; 4 — nurkhoob

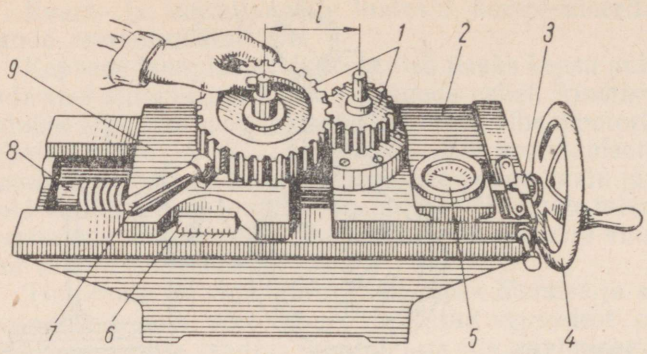
kõik kepsud telgede vahe järgi mitmesse mõõtrühma ja ühte mootorisse asetatakse ühe rühma kepsud. Peale selle on soovitatav komplekteerida väiksema telgede vahega kepsud selliste väntvõllidega, mida on mitu korda lihvitud, s. o. võlliga, mille remontmõõtme number on suurem.

Selektiivselt soovitatakse valida ka liited klapp—juhtpuks, tõukur—plokiava, õlipumba korpus—õlipumba hammasrattad (hammasrataste kõrguse järgi), õlipumba hammasrataste telg—õlipumba korpuse ava.

Gaasijaotusmehhanismi hammasrattad valitakse hammastevahelise külglõtku järgi. Lõtku saab mõõta mitmel viisil. Komplekteeritavad hammasrattad asetatakse spetsiaalsesse seadisesse selliselt, et tsentrite vahe oleks ettenähtud piirides, ja mõõdetakse siis hammastevahelist külglõtku lehtkaliibri või indikaatorkella abil. Hammastevahelist lõtku on võimalik mõõta ka selliselt, et hammasrataste vahelt aetakse läbi õhuke pliiplaat ja mõõdetakse pärast mikromeetriga selle paksus.

Mitmel viisil on hammastevahelist külglõtku võimalik mõõta indikaatorkellaga.

Kaks külglõtku mõõtmise meetodit, mille puhul kasutatakse indikaatorkella, on näidatud joonisel 81. Alumine hammasratas kinnitatakse liikumatult, ülemine võib aga pöörduda nurga võrra, mille suurus sõltub hammastevahelisest külglõtkust. Esimesel meetodil toetub indikaatorkell *2* vastu õlga *1* ja näitab külglõtkust $\frac{L}{R}$ korda suuremat väärtust. Tõelise külglõtku saamiseks tuleb indikaatorkella *2* näit jagada suurusega $\frac{L}{R}$. Selle suhte alusel võib iga komplekteeritava hammasrataste paari tõelise külglõtku leidmiseks koostada tabeli või graafiku.



Joon. 82. Hammasrataste kompleksse kontrollimise seade

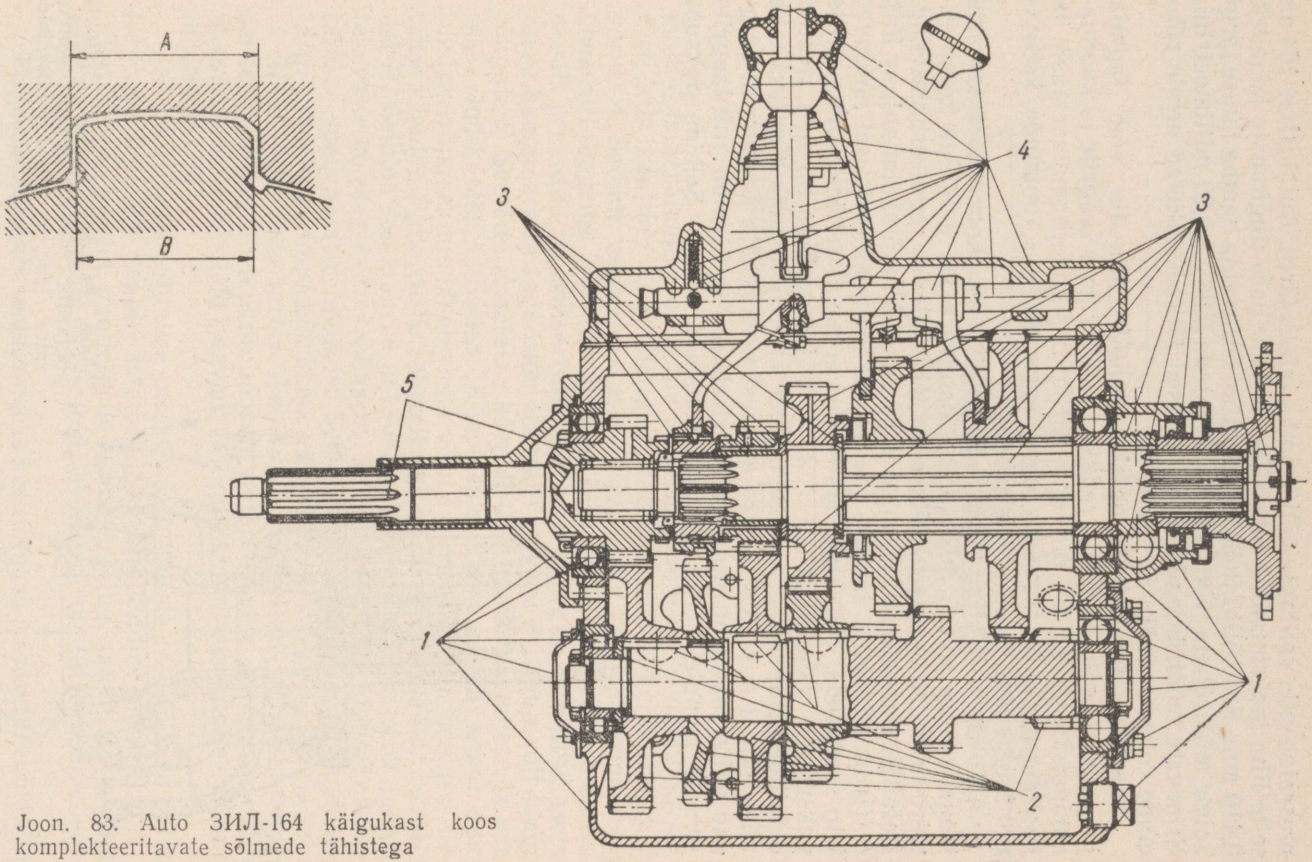
Teise meetodi puhul on nurkhoova *4* õlad võrdsed ja indikaator *3* näitab tõelist külglõtku. Teine meetod on esimesest mõnevõrra ebatäpsem.

Lõtku mõõdetakse ka spetsiaalsel hammasrataste kompleksse kontrollimise seadisel (joon. 82). Komplekteeritavad hammasrattad asetatakse indikaatorkelgu *2* ja liikuva kelgu *9* ülemises osas olevatele sõrmedele. Indikaatorkelk lukustatakse keskasendisse, liikuv kelk aga seatakse käsirattaga *4* ühendatud kruvi *8* pööramise teel ettenähtud tsentritevahelisele kaugusele *l*, mida kontrollitakse nooniuselt *6*. Seejärel lukustatakse liikuv kelk lukutiga *7* ja seatakse indikaatorkell, mille mõõteotsik toetub plaadile *3*, nullseisu. Siis vabastatakse veel indikaatorkelgu lukuti ja vedru surub hammasrattad tihedalt teineteise vastu. Nüüd näitab indikaatorkell telgede vahe vähenemist. Vähenemine on seda suurem, mida suurem on normaalsele telgede vahele vastav hammastevaheline külglõtk. Tsentrite vahekauguse minimaalne vähenemine leitakse sel teel, et pööratakse aeglaselt hammasrattaid ja jälgitakse samal ajal indikaatorkella näitu.

Mitmesuguste hammasrataste külglõtku suurus arvutatakse. Nende arvutuste alusel koostatakse külglõtku määramise tabelid.

Käigukasti detailide komplekteerimine. Käigukasti detaile on otstarbekas komplekteerida üksikute sõlmede kaupa. Näiteks võib ЗИЛ-164 käigukastist eraldada järgmised sõlmed (joon. 83): 1) käigukasti karter koos laagrite, kaante ja tagurpidikäigu hammasrataste ploki teljega; 2) vahevõll koos hammasratastega; 3) veetav võll koos hammasrataste, pukside ja kardaani äärikuga; 4) ülemine kaas koos liugurite ja lülitusharkidega; 5) sidurivõll koos laagritega; 6) tagurpidikäigu hammasrataste plokk koos laagritega (joonisel näitamata).

Mitmeid käigukasti detailide liiteid on otstarbekas komplekteerida selektiivselt. Vaatleme näiteks liidet vahevõll—libisev ham-

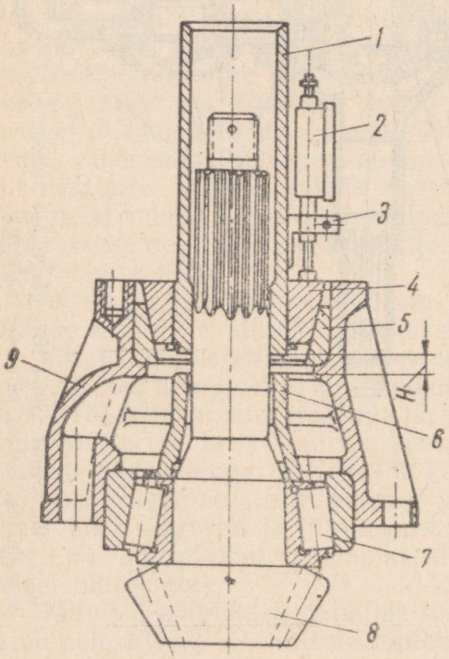


Joon. 83. Auto ЗИЛ-164 käigukast koos komplekteeritavate sõlmede tähistega

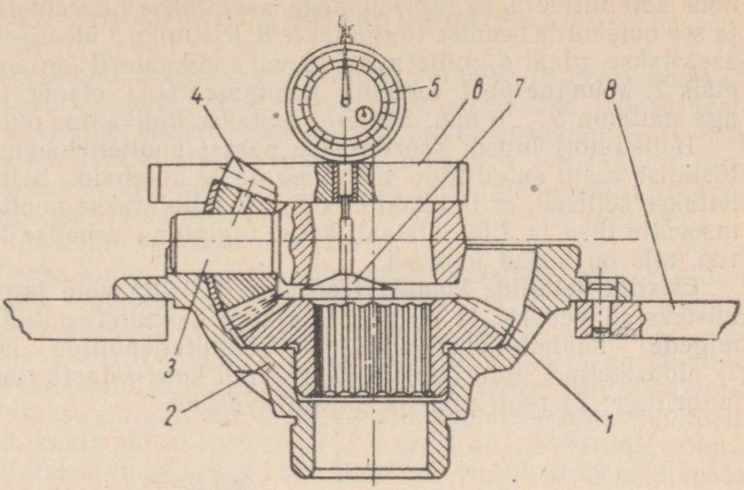
masratas, mis valitakse võlli hamba laiuse järgi. Autol ЗИЛ-164 on selle liite maksimaalne lõtk (*A*—*B*) tehniliste tingimuste kohaselt 0,410 mm. Kui võllid ja hammasrattad sorteerida hamba laiuse järgi kolme mõõtrühma, võib lõtku vähendada 0,26 ... 0,29 millimeetrini. Erinevate mõõtrühmade maksimaalsed lõtkud sõltuvad nende rühmade tolerantsiväljade suurusest.

Tagasilla detailide komplekteerimine. Tagasilla võib jagada järgmisteks sõlmedeks: 1) reduktori karter koos laagrite ja koonushammasratastega; 2) diferentsiaal koos silinderhammasrataste ja pooltelgedega; 3) tagasilla karter koos laagrite, rummude, koostatud tugiketaste ja piduri detailidega.

Auto ЗИЛ-164 tagasilla reduktori vedava koonushammasratta laagrite ping sõltub mõõtahelat moodustavate detailide komplekteerimisest. Kompensaatoriteks on selles ahelas reguleerimisseibid. Detailide ebaühtlase kulumise tõttu muutub mõõtahelat sulgev lõtk *H* (joon. 84) üsna suureks. Selleks et komplekteerimisel nõutavat istu saavutada, võib kasutada seitset erinevat seibide rühma, mille paksus on vahemikus 2,0 ... 2,7 mm intervalliga 0,1 mm. Antud detailide komplektile vajalike seibide mõõtmeid saab kindlaks teha alles pärast seda, kui vedava koonushammasratta koonusrull-laagrite välisrõngad on pressitud karterisse. Seetõttu on rull-laagrite rõngad komplekteerimisel vaja kohale pressida. Seibide paksuse



Joon. 84. Abinõu auto ЗИЛ-164 tagasilla reduktori koonushammasratta laagrite reguleerimisseibide paksuse kindlaksmääramiseks



Joon. 85. Abinõu pooltelje hammasrataste tugiseibide paksuse kindlaksmääramiseks

kindlaksmääramiseks on sobiv kasutada joonisel 84 näidatud seadist, mis koosneb käepidemest *1*, indikaatorist *2*, kandurist *3* ja võrust *4*. Seibide valimiseks asetatakse vedav koonushammasratas ühes rull-laagriga *7* ja vahepuksiga *6* karterisse *9*, millesse on eelnevalt pressitud tagumise rull-laagri välisrõngas *5*. Seadis asetatakse hammasratta tagaosale selliselt, et võru *4* toetub rull-laagri rõngale *5*. Seejärel tõstetakse käepide *1* ülemisse asendisse ja seatakse indikaator nullseisu. Käepideme tõusu piirab temal asuv lukustusrõngas, mis läheb vastu võru *4* alumist pinda. Seejärel lastakse käepide *1* alla vastu vahepuksi *6*. Nüüd näitab indikaator mõõdet *H*. Seibide summaarne paksus peab olema mõõtmest *H* laagritele vajaliku pingu võrra väiksem. Seibide paksuse leidmiseks kasutatakse spetsiaalseid tabeleid. Seibid soovitatakse jagada paksuse järgi vähemalt viide mõõtrühma vahemikus $1{,}0_{-0{,}08}$ ... $3{,}0_{-0{,}08}$ mm.

Sõlme tagasilla karter—koostatud tugikettad komplekteerimisel tuleb erilist tähelepanu pöörata piduriklotside ja piduritrumlite ühenduskohale. Klotsid peavad vastama trumli sisemisele remontmõõtmele.

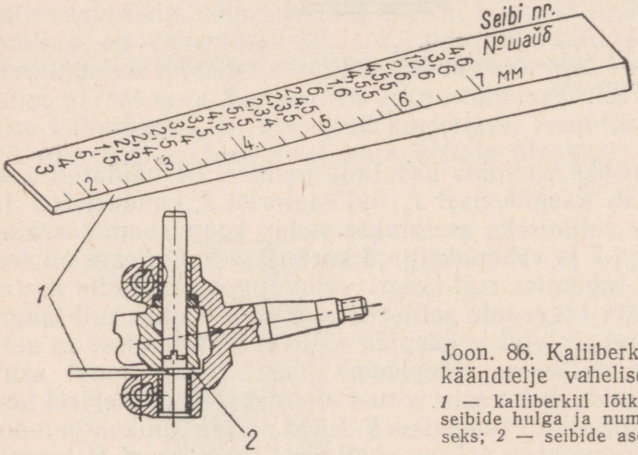
Diferentsiaalil valitakse selektiivselt selliste liitekohtade detailid nagu ristmiku tapid—satelliitide avad (kolmes mõõtrühmas): diferentsiaali kausid, pooltelgede hammasrattad, satelliidid ja pooltelgede hammasrataste tugiseibid. Viimased on liites kompensaatordetailideks.

Tugiseibide paksuse valimiseks kasutatakse joonisel 85 näidatud seadist. Pooltelje hammasratas *1* (ilma tugiseibita) ja ristmik *3*

koos satelliitide *4* ja tugiseibidega asetatakse diferentsiaalikaussi ja see omakorda seadise tugipinnale *8*. Ristmiku *3* ülemisele pinnale asetatakse plaat *6*, mille avas oleval indikaatoril on spetsiaalne otsik *7*. Viimane peab toetuma hammasratta *1* otsale, indikaator aga näitama 5 . . . 6 mm. Seejärel seatakse indikaator nullseisu.

Indikaatori lugem sooritatakse pärast poolteljehammasratta *1* tõstmist vastu satelliitide hammasrataste hambaid. Seibi paksus leitakse selliselt, et indikaatori näidust lahutatakse pooltelje hammasratta otsa ja diferentsiaali kausi tugipinna vahelise lõtku suurus, mis on antud joonisel.

Esisilla detailide komplekteerimine. Esisilla võib jagada järgmisteks sõlmedeks: 1) esisilla tala koos käändteljepoltide, käändtelgede, käändteljehoobade ja käändteljepoltide laagritega; 2) pidurikettad, piduriklotsid ja -trumlid koos rataste rummude ja laagritega; 3) rooli piki- ja paralleelvardad.



Joon. 86. Kaliiberkiilu asend esitala ja käändtelje vahelise lõtku mõõtmisel: *1* — kaliiberkiil lõtku kontrollimiseks ning seibide hulga ja numbrite kindlaksmääramiseks; *2* — seibide asetamise koht

Esimeses sõlmes komplekteeritakse ühendatavad detailid järgmiste mõõtmete alusel: käändteljepoldid talaga — tala silmades olevate avade läbimõõdu järgi; käändteljepoldid käändteljepuksidega — pukside ava läbimõõdu järgi. Esitala silmad, käändtelg ja tugilaager moodustavad vertikaalse mõõtahela, mille komplekteerimisel valitakse kompensaatordetailideks komplekt reguleerimisseibe.

Ühele käändteljele ei soovitata valida üle kolme seibi. Autol ЗИЛ-164 on seibide mõõtmed järgmised: 0,25; 1,0; 1,75; 2,0 ja 5,0 mm. Seibide summaarset paksust on otstarbekohane kindlaks teha spetsiaalse kaliiberkiiluga. Seejuures asetatakse detailid komplekteerimise hõlbustamiseks ümberpööratud asendisse, nii nagu on näidatud joonisel 86.

§ 12. TÖÖKOHTADE KORRALDAMINE

Komplekteerimist, mis hõlmab detailide valimise ja lukksepa-sobitustööde operatsioonid, teostatakse spetsialiseeritud töökohtadel. Spetsialiseerimine toimub komplekteeritavate agregaatide ja sõlmede ühelaadilisuse alusel (näiteks mootorite, veosildade jms. komplekteerimise töökohad). Töökohtade spetsialiseerimine suurendab komplekteerijate tööviljakust ja tõstab nende töö kvaliteeti.

Detailide valimise töökohad tuleb korraldada selliselt, et komplekteerimiseks kuluv aeg oleks minimaalne. Detaile valitakse tööpinkidel või laudadel, mille konstruktsioon on sarnane detailide kontrollimise laudade konstruktsiooniga. Detailide valimise kohal peab olema piisaval hulgal riiuleid. Väikedetailide ja normaalide jaoks sobivad riiulid, mida saab ümber vertikaaltelje pöörata. Detailid soovitatakse enne riiulitele asetamist komplekteerimise tunnuste (mõõtmed, kaal) alusel sorteerida ja märgistada. Detailide valimiseks kasutatakse suurt hulka kontrollmõõteriistu ja abinõusid, mida hoitakse kappides. Detailide valimise töökohad peavad olema hästi valgustatud. Vajaliku mõõtmistäpsuse tagamiseks tuleb ruumis, kus detaile valitakse, hoida ühtlane temperatuur 20±3° C. Selle tagamiseks paigutatakse komplekteerimisjaoskond teistest tootmisjaoskondadest eraldi. Kõiki detaile jaoskonna ruumis siiski ei komplekteerita. Suuregabariidilised lähtedetailid (silindriplokk, tagasilla karter jms.) komplekteeritakse vahetult montaažijaoskonnas olevatel spetsiaalsetel töökohtadel. Sellisel juhul on detailide transportimise teekond minimaalne. Suurte detailide komplekteerimiseks sobivad madalad lauad või spetsiaalsed stendid.

Lukksepa-sobitustööde töökohad peavad olema varustatud kruustange omavate töölaudade, presside, puurpinkide, koorimislihvpinkide, mitmesuguste rakiste ja muu vajalikuga. Abinõude ja tööriistade hoidmiseks on ette nähtud kapid, detailide jaoks aga riiulid. Sobitamist vajavad ja sobitatud detailid soovitatakse asetada eraldi riiulitele. Seadmed ja tootmisinventar peavad asetsema kehtivate normide kohaselt. Tuleb jätta läbipääsud elektrikärude, vankrite ja teiste transpordivahendite jaoks. Komplekteerijad töötagu võimaluse korral istudes. Selleks peab jaoskonnas olema piisaval hulgal reguleeritava kõrgusega istmeid (vt. joon. 145).

Detailide tõstmiseks ja transportimiseks peavad olema tõstetranspordivahendid. Töökohad on vaja varustada vajaliku tehnilise dokumentatsiooniga: komplekteerimisaruannetega, sõlmede ja agregaatide koostamise tehniliste tingimustega, liidete montaažilõtkude tabelitega, detailide kataloogidega jne.

Lukksepa-sobitustööde ohutustehnika nõuded on toodud § 25.

8. PEATÜKK

AGREGAATIDE KOOSTAMINE JA KATSETAMINE

§ 13. ÜLDMÕISTED

Agregaatide koostamisel ühendatakse üksikdetailid alagruppideks ja sõlmedeks, mis monteeritakse seejärel kokku agregaatideks.

Agregaate koostatakse ja võetakse lahti kahel viisil: 1) statsionaarsetel postidel (statsionaarne koostamine); 2) vooluliini liikuvatel postidel (koostamine voolumeetodil). Nimetatud koostamise ja lahtivõtmise meetodeid vaadeldi üksikasjaliselt § 4.

Sõlmede ja agregaatide koostamine koosneb paljudest operatsioonidest, millest enamik kujutab endast korduvaid üheliigilisi töid. Selliste tööde hulka kuuluvad: keermes-, liist-, koonus- ja hammasliidete (nuutliidete) ning pressliidete koostamine, silindriliste ja kooniliste hammasajamite koostamine, samuti kuul- ja rull-laagrite monteerimine, neetimine, keevitamine, jootmine, liimimine jm. Vaatleme neid montaažitööde liike lähemalt.

Keermesliited. Keermesliited moodustavad koostamistööde mahust tunduva osa — kuni 30%. Nende hulka kuuluvad tikkpoltide, poltide, kruvide jms. abil ühendatavad liited. Detailide ühendamine tikkpoltide abil algab tikkpoltide keeramisest kerede keermetatud avadesse (silindriplokki, agregaatide karteritesse).

Tikkpolte keeratakse spetsiaalsete võtmetega (vt. joon. 42, 43, 44).

Tikkpoltide sissekeeramisel on vaja täita järgmisi põhinõudeid.

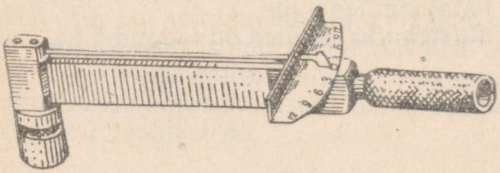
1. Tikkpoldil peab olema korpuses nii tihe ist, et isegi pingistuga mutri lahtikeeramisel ei hakkaks tikkpolt kaasa pöörlema.

2. Mõningatel juhtudel nõuavad tehnilised tingimused, et tikkpoldid määritaks enne sissekeeramist kokku menniku, šellaki või millegi muu taolisega. Näiteks mootori ГАЗ-51 plokikaane kinnituspoldid määritakse kokku mennikuga, veepumba kinnituspoldid aga šellakiga.

3. Pärast sissekeeramist peab tikkpolt jääma detaili pinnast teatud kõrgusele. Poldi väljaulatuva osa pikkuse kontrollimiseks kasutatakse spetsiaalseid šabloone.

4. Tikkpolt peab olema risti selle detaili pinnaga, millesse ta on keeratud.

Keermesliidete koostamisel võtab palju aega poltide, kruvide,

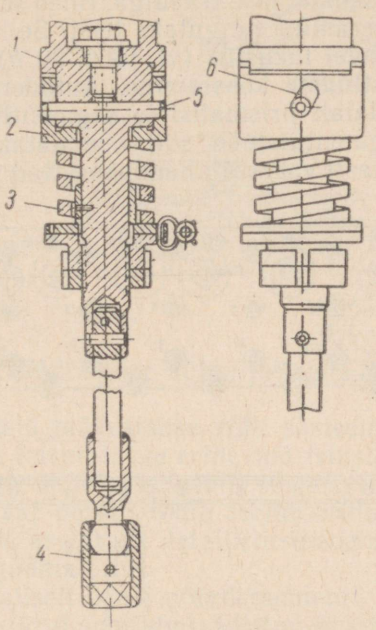


Joon. 87. Dünamomeetriline **võti**

tikkpoltide ja mutrite keeramine. Seepärast tuleb nende operatsioonide sooritamiseks kasutada mehhaniseeritud tööriistu (vt. § 5).

Koostatud sõlme või agregaadi normaalseks töötamiseks on suur tähtsus keermesliite pingusel ja lukustusel.

Keermesliite pingus sõltub poldile või mutrile rakendatud pöördemomendi suurusest. Vastutavate keermesliidete (raam- ja kepsu-



Joon. 88. Automaatselt väljalülituv padrunvõti

laagri kaante poltide, plokikaane mutrite jt.) vajalik pingutusmoment on näidatud koostamise tehnilistes tingimustes.

Keermesliite koostamisel keeratakse polte või mutreid esialgu tavalise padrunvõtmega, seejärel aga pingutatakse lõplikult dünamomeetrilise võtmega (joon. 87). Pingutusmomenti kontrollitakse võtme käepidemel olevalt skaalalt.

Mehaniseeritud tööriista abil poltide ja mutrite kinnikeeramisel kasutatakse erivõtmeid, mis lülituvad pärast ettenähtud pingutusmomendi saavutamist automaatselt välja (joon. 88). Sellistes võtmetes antakse pöördemoment mutrikeerajalt kannule *1*, mis on nukkide abil ühendatud hülsiga *2*. Kui kannule *1* rakendatud ja sealt võtmele *4* kantav moment muutub ettenähtust suuremaks, liigub tihvt *5* mööda hülsi *2* kaldväljalõiget *6*, ületab vedru *3* jõu ja surub hülsi *2* alla. Seejuures lähevad hülsi *2* nukid kannu *1* nukkidega hambumisest välja ja võtme pea *4* jääb seisma. Pingutusmomenti reguleeritakse vedru *3* jõu muutmisega.

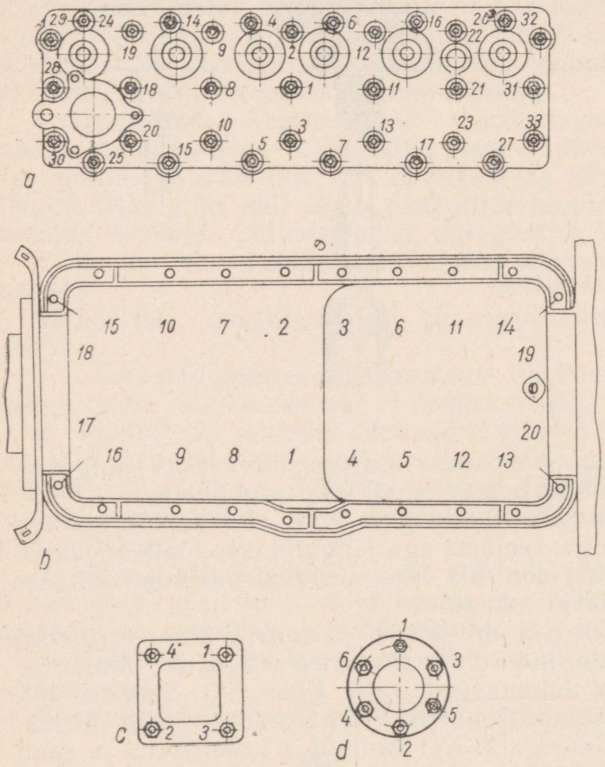
Selleks et vältida detailide kaardumist, tuleb paljupoldilistes liidetes pingutada polte ja mutreid kindlas järjekorras (joon. 89), mis on näidatud tavaliselt koostamise tehnilistes tingimustes.

Koostamisel on vaja tingimata asetada mutrite ja poldipeade alla konstruktsioonis ettenähtud seibid. Keermetatud detaile tuleb paljudel juhtudel pärast koostamist lukustada.

Mõned keermesliidete lukustusviisid on näidatud joonisel 90. Kui polte lukustatakse traadiga, tuleb see kokku siduda nii, et ühe poldi lahtikeeramine pingutaks teist. Selliselt garanteeritakse kõigi poltide kindel lukustus (vt. joon. 90, *b*).

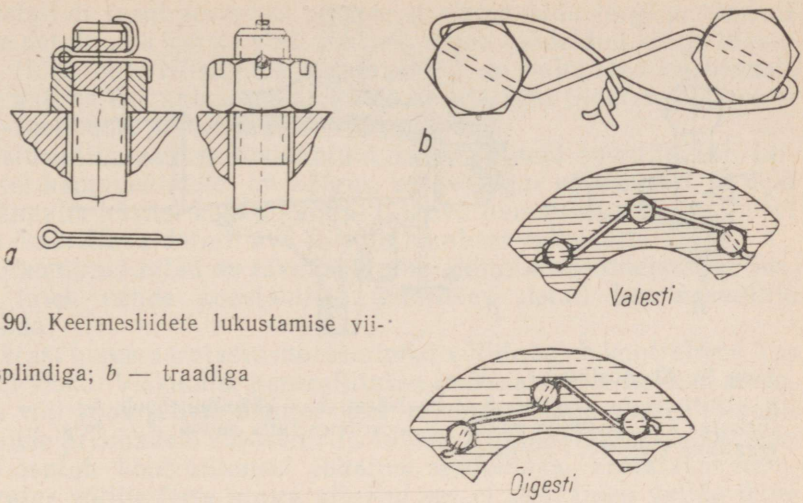
Liistliidete koostamine. Autodetailide ühenduskohtades kasutatakse laialt prismalisi ja segmentliiste.

Segmentliistude abil ühendatakse väntvõllide hammasrattad, käigukasti vahevõlli hammsarattad ja teised detailid. Liiste kasuta-



Joon. 89. Paljupoldiliste liidete mutrite pingutamise järjekord:

a — mootori ГАЗ-51 plokikaanel; *b* — mootori ГАЗ-51 karteripõhjal; *c* — nelja ja kuue poldiga kinnitatud karterikaantel



Joon. 90. Keermesliidete lukustamise viisid:
a — splindiga; *b* — traadiga

takse hoobade ühendamiseks käändtelgede külge ja teiste detailide liitmiseks.

Liistude mõõtmete tolerantsid määratakse võlli süsteemis. Liidetavate detailide liistusoontes kasutatakse erinevaid istusid. Võlli soonde asetatakse liist pinguga, liidetava detaili soones võib aga olla liikuv ist. Võllile asetatavat detaili tohib tsentreerida ainult võllikael. Seepärast peab võllile asetatava detaili liistusoone põhja ja liistu ülemise pinna vahele jääma pilu.

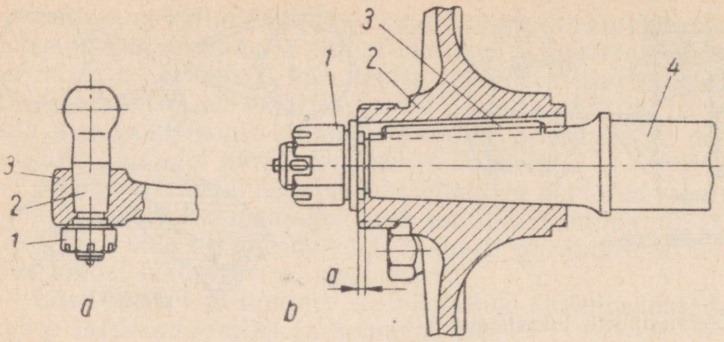
Kuna liistud kannavad tavaliselt edasi pöördemomenti, peavad nende tööpinnad olema soonte järgi sobitatud. Liistud lüüakse võllil olevasse soonde haamriga või surutakse sinna pitskruvi abil. Pärast liistu soonde asetamist pressitakse ühendatav detail võllile. Kui liist ei ole soones õige istuga, võivad liistu ja soone külgpinnad saada muljutud ja tekkida lõtk, mille tagajärjel liistliide läheb kiiresti rivist välja, eriti märkimuutvate koormuste puhul.

Koonusliidete koostamine. Koonusliited võivad olla liistuga või ilma.

Liistuta koonusliiteid kasutatakse sel juhul, kui liidetavad detailid ei kanna üle pöördemomenti, näiteks rooliajami kuulsõrmede ja hoobade omavaheliseks ühendamiseks (joon. 91, *a*).

Liistu kasutatakse pöördemomenti ülekandvate koonusliidete detailide ühendamiseks, näiteks auto veorataste rummude ühendamiseks pooltelgedega (joon. 91, *b*).

Koonusliite normaalseks töötamiseks on vaja, et koonuspinnad liibuksid tihedalt teineteise vastu ja et ekspluatatsiooni käigus oleks liidet võimalik pingutada. Pingutamisvõimaluseks jäetakse lõtk nii, nagu on näidatud joonisel 91, *b* (lõtk *a*).



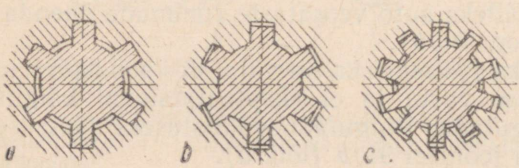
Joon. 91. Koonusliited:
a — liistuta: *1* — mutter; *2* — kuulsõrm; *3* — käändteljehoob; *b* — liistuga: *1* — pooltelje mutter; *2* — vedava ratta rumm; *3* — prismaatiline liist; *4* — pooltelg

Mõningatel juhtudel peavad koonusliited (näiteks kütusekraanid, gaasijaotusmehhanismi klapid) olema hermeetilised. Selleks tuleb ühendatavate detailide koonuspindasid enne kokkupanekut soveldada.

Hammas- ehk nuutliidete koostamine. Kõige enam on levinud rööpkülgsete ja kolmnurksete hammastega hammasliited (nuutliited). Täisnurksete hammastega liites saab ümbritsevat detaili tsentreerida võlli välisläbimõõdu (joon. 92, *a*), süviste siseläbimõõdu (joon. 92, *b*) või hammaste külgpinna järgi (joon. 92, *c*).

Kolmnurksete hammastega liidetes tsentreeritakse ümbritsev detail võlli hammaste külgpinna järgi. Detaili tsentreerimisel võlli välisläbimõõdu järgi hammaste välispind lihvitakse, ümbritseva detaili ava töödeldakse aga kammlõikuriga. Seda liiki liidete hulka kuuluvad: käigukasti peavõll—nihutatavad hammasrattad, peaülekande vedava hammasratta tagaosa—kardaanliigendi äärik jt.

Ümbritseva detaili tsentreerimisel hammaste külgpinna järgi töödeldakse ümbritseva detaili ava kammlõikamisega, võlli hammaste külgpinnad aga lihvitakse. Sellist liidet kasutatakse neil juhtudel, kui on vaja tugevat liidet ja tsentreerimise täpsusel ei ole olulist tähtsust. Seda liiki liidete hulka kuuluvad kardaanvõlli hammastatud ots—libisev kahvel, siduri veetava ketta rumm—siduri-võll jt.



Joon. 92. Hammas- ehk nuutliidete detailide tsentreerimisviisid

Detailide tsentreerimisel süviste siseläbimõõdu järgi peavad nii välise detaili ava kui ka võlli süvised olema töödeldud kõrge täpsusega (lihvitud). Niisugune hammasliide on valmistamise hinnalt kõige kallim. Kolmnurkseid hambaid kasutatakse liidetes roolihoova võll—roolihoob, amortisaatori võll—hoob, jt.

Esineb liikuvaid ja liikumatuid hammasliiteid (nuutliiteid). Liikuvatel hammasliidetel on käigu-, kergekäigu- või liug-ist ja neid on võimalik käsitsi kokku panna. Liikuva hammasliite koostamisel tuleb ümbritseva detaili ava ja võlli hambaid eelnevalt õlitada.

Liikumatud liited on tavaliselt umb-, kinnis- või tiheistuga. Seetõttu tuleb nende koostamisel ümbritsev detail hammasvõllile pressida.

Pärast hammasrataste monteerimist võllile tuleb kontrollida, kas nad ei visku. Viskumist kontrollitakse indikaatoriga. Selleks asetatakse võll koos sellele monteeritud hammasrattaga kontrollplaadil olevatele prismadele või tsentrite vahele. Kui hammasrataste viskumine osutub kontrollimisel lubatust suuremaks, asetatakse hammasratas võllile teise nurga all. Kui see ei aita, tuleb valida teine hammasratas. Liikuva istu korral peab hammasratas võllil vabalt liikuma, kuid ei tohi esineda tuntavat lõtku.

Pressliidete koostamine. Pressliited saadakse ühe detaili pressimisel teisele (näiteks hammasvöö hoorattale) või ühe detaili pressimisel teise detaili avasse (näiteks klapi juhtpuks silindriploki avasse).

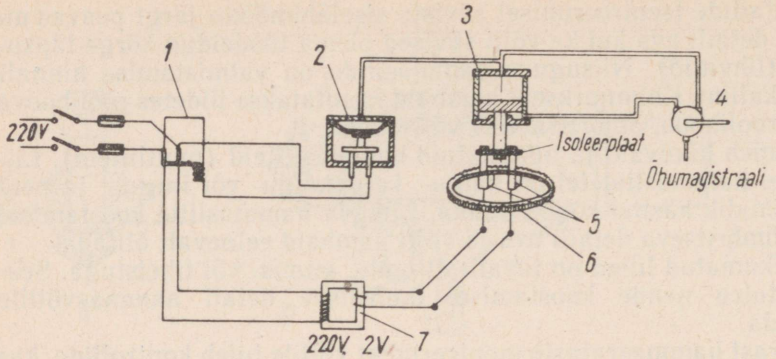
Pressliidete koostamistöö maht moodustab üldisest montaažitööde mahust 10...15%.

Pressliiteid koostatakse mitmesuguste hüdrauliliste, pneumaatiliste ja mehaaniliste pressidega, samuti käsitsi torni ja haamriga.

Pressliite normaalseks töötamiseks on suur tähtsus istu tihedusel. Selle määrab kindlaks pressimiseks vajaliku jõu suurus. Mõnede liidete kootamisel võib isegi tühine pingu suurenemine detailid purustada (näiteks hülsside pressimisel silindriplokki). Seepärast tuleb selliste liidete koostamisel kontrollida pressimise jõudu, mille suurus sõltub pingust. Hüdraulilistel pressidel kontrollitakse jõudu manomeetri näidu järgi.

Nii detailide sisse- kui ka pealepressimisel tuleb vältida viltuasendit ja tagada rakendatava jõu ühtlane jaotus. Selleks kasutatakse mitmesuguseid tsentreerivaid torne ja vahetükke.

Mõnikord kergendab pressliidete koostamist ümbritseva detaili kuumutamine. Selliselt ühendatakse näiteks hooratas hammasvööga. Stendi skeem, mida kasutatakse hooratta hammasvöö ühe koha kuumutamiseks enne pealepressimist, on toodud joonisel 93. Stendi lauale on monteeritud transformaator *7*, magnetkäiviti *1*, lüliti *2*, kahepoolse töötamisega pneumosilinder *3* ja kraan *4*. Hooratta hammasvöö kuumutamiseks surub pneumosilinder *3* selle vastu kontakte *5*. Samal ajal rõhub suruõhk lüliti *2* membraanile ja magnetkäiviti *1* lülitab transformaatori elektrivõrku. Vool läbib ham-

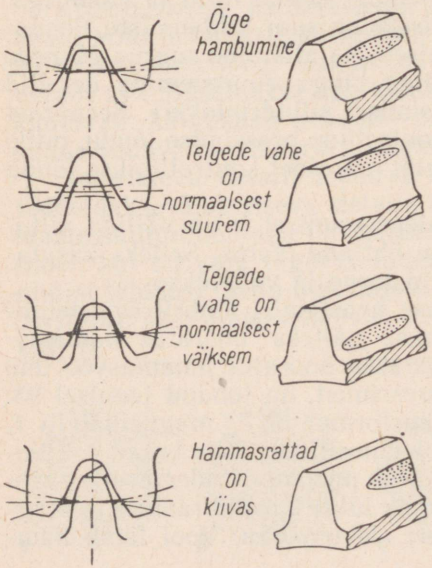


Joon. 93. Hooratta hammasvöö ühe koha kuumutamise stendi skeem

masvöö kontaktidevahelist osa ja kuumutab seda. Kraani *4* ümberlülitamisel liigub kolvivars tagasi, hammasvöö vabaneb ja lüliti lahutab vooluringi.

Kuumutatud hammasvöö pressitakse hoorattale sama stendi laual kergete haamrilöökidega.

Hammasülekannete koostamine. Silindriliste hammasülekannete koostamisel on vaja täita järgmisi nõudeid: radiaalne ja lauppinna viskumine ei tohi ületada lubatud suurust, hammastevaheline külglõtk peab olema lubatud piirides ja hammaste kontaktpind vastama tehnilistele tingimustele.

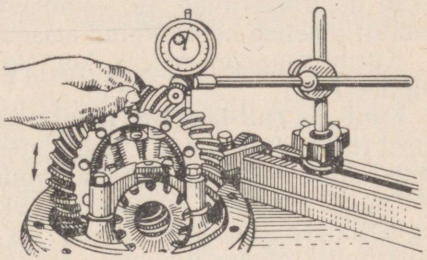


Joon. 94. Jäljendite kuju ja asetus silinderhammasrataste hammastel õige ja ebaõige hambumise korral

Kui hammasrattad on valmistatud täpselt jooniste järgi ja on peetud kinni nende telgedevahelisest mõõtmest, siis garanteeritakse pärast koostamist täiesti rahuldav hambumine. Võib aga ka juhtuda, et tolerantside ebasoodsa liitumise tõttu seda ei saavutata. Siis tekib vajadus hammasrattaid valida.

Radiaalset ja lauppinna viskumist kontrollitakse indikaatorkellaga, hammastevahelist külglõtku aga lehtkaliibriga või lastakse hammasrataste vahelt läbi pliiplaat ja mõõdetakse selle paksus.

Hambumist kontrollitakse värviga. Selleks kantakse vedava hammasratta hammastele õhuke värvikiht ja pööratakse hammasrattaid. Hambumise õigsuse üle otsustatakse veetavale hammasrattale tekkivate jäljendite järgi. Jäljendite kuju ja asetus on näidatud joonisel 94. Jäljendi pikkus peab moodustama hamba pikkusest vähemalt 70%. Jäljendi katkestus on lubatud, kuid üksikute lõikude summaarne pikkus ei tohi olla vähem kui 70% hamba üld-



Joon. 95. Peaülekande hammasrataste vahelise külglõtku kontrollimine indikaatorkella abil

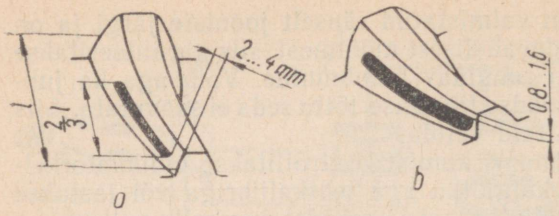
pikkusest. Hammastel mooduliga 2,5 peab jäljend asetsema hamba tipust 0,5 ... 1,5 mm kaugusel, hammasratastel mooduliga 3 ... 4 aga 0,5 ... 2,0 mm kaugusel.

Peale nimetatud meetodite kasutatakse remondiettevõtetes veel spetsiaalseadmeid, millega on võimalik hambumist kompleksselt kontrollida (vt. joon. 82).

Kooniliste hammasülekannete kokkumonteerimisel tuleb tagada koonushammasrataste telgede õige omavaheline asend. Tugidetailid (laagrid, pesad, puksid jms.) ei tohi olla kaldu ega nihkunud. Peale selle peavad algkoonuste tipud lõikuma ühes punktis.

Kõiki nimetatud nõudeid saab täpselt täita ainult ideaalsel juhul. Koonushammasrataste hambad puutuksid siis teineteisega kogu pikkuses. Praktiliselt puutuvad kooniliste ülekannete töötamisel hammaste külgpinnad kokku 50 ... 75% ulatuses.

Kooniliste ülekannete koostamisel tuleb hammasrataste hammaste vahel tagada normaalne külglõtk. Külglõtku kontrollitakse analoogiliselt silinderhammasrataste hammaste vahelise külglõtku mõõtmisega. Joonisel 95 on näidatud külglõtku kontrollimine indikaatorkella abil. Vedav hammasratas hoitakse paigal, veetavat aga pööratakse külglõtku ulatuses ühele ja teisele poole. Külglõtku suu-



Joon. 96. Jäljendi õige kuju ja asetus peaülekande vedava koonushammasratta hammastel: *a* — koormuseta töötamisel, *b* — koormusega töötamisel (stendis)

ruse üle otsustatakse indikaatorkella osuti näidu järgi. Lubatud külglõtk on toodud montaaži tehnilistes tingimustes.

Koonushammasrataste hambumise õigsuse üle otsustatakse samuti hammaste külgpinnale jääva värvijäljendi järgi. Vaja on saavutada selline hambumine, et ilma koormuseta töötavate hammaste külgpinnad puutuksid kokku hammaste kitsamate otste lähedal (joon. 96, *a*). Koormuse all töötamisel hammaste kitsamad otsad deformeeruvad ja hammastevaheline kontaktpind pikeneb. Samuti pikeneb kontaktpind sissetöötamise järel.

Kui hammastevaheline kontakt ei ole õige, tuleb hambumist reguleerida.

Kuul- ja rull-laagrite monteerimine. Kuullaagrite kohaleasetamisel tuleb kinni pidada järgmistest reeglitest: 1) kui pöörleb võll, peab laagri siserõngas olema kinnitatud liikumatu istuga, välisrõngas aga asetatakse korpusesse liikuva istuga (käigukasti laagrid, tagasilla reduktori laagrid jt.); 2) kui pöörleb korpus, peab laagri välisrõngal olema liikumatu ist, võllile asetataval siserõngal aga liikuv ist (esi- ja tagarataste rummulaagrid jt.).

Liikuva istuga paigaldatud laagrirõngas saab sõlme või mehhanismi töötamisel pöörduda, mille tulemusena laager kulub ühtlasemalt. Ühe laagrirõnga liikuv ist hõlbustab ka sõlme või mehhanismi lahtivõtmist ja koostamist ning lihtsustab laagrite endi monteerimist ja demonteerimist.

Koonusrull-laagreid tohib monteerida selliselt, et mõlemad rõngad on liikumatu istuga (näiteks diferentsiaalikarbi laagrid). Auto ГАЗ-51А diferentsiaalikarbi laagrite monteerimisel pressitakse siserõngas koos rullide ja separaatoritega diferentsiaalikarbi kaelale, välisrõngas aga pooltelje katte pesasse. Koonusrull-laagrite rullide ja rõngaste vaheline lõtk ei sõltu rõngaste istu iseloomust. Lõtk tuleneb laagrisõlme reguleerimisest. Reguleerimisele tuleb osutada erilist tähelepanu. Rullid peavad pöörlema vabalt ja neil peab olema vajalik lõtk. Kui rullid surutakse monteerimisel kinni, hakkavad nad sõlme või mehhanismi töötamisel kiiresti kuluma või purunevad.

Laagrid võetakse pakendist välja ja neilt pestakse kaitsemääre vahetult enne monteerimist. Pesemiseks kasutatakse lahust, mis koosneb 8...10% masinaõlist ja bensiinist. Laagritele ei ole lubatud puhuda suruõhku.

Laagrid pressitakse võllidele või korpustesse kas pressidel või käsitsi haamri ja torni abil. Laagri monteerimisel tuleb jõud rakendada sellele rõngale, mis pressitakse detaili pinguga.

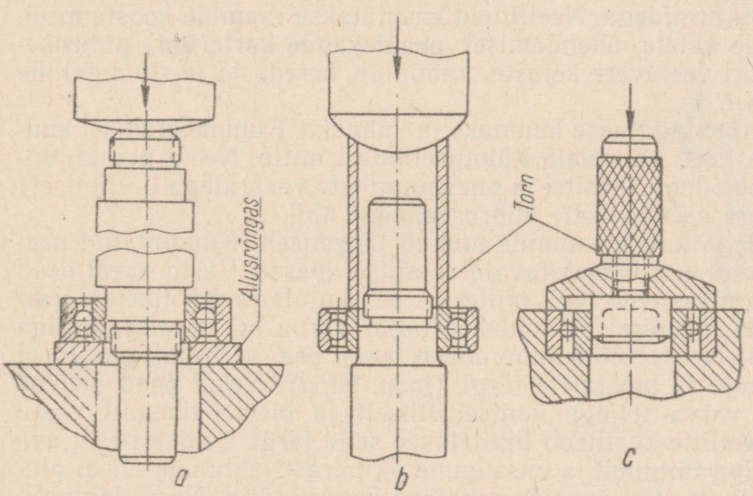
Mõnel juhul kuumutatakse laagrit õlivannis enne võllile pressimist. Kui laager pressitakse korpusse, kuumutatakse korpust. Kuumutamise kestus on 15...20 minutit ja õli temperatuur 60...100°C.

Mitmesugused laagrite presside abil monteerimise meetodid on näidatud joonisel 97.

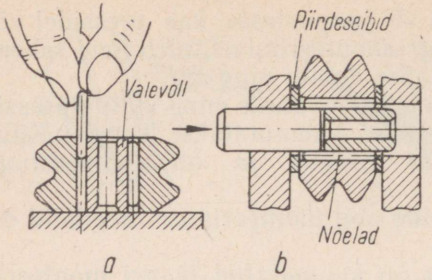
Parimaks montaažimeetodiks on kuumutatud laagri monteerimine pressi abil. Sel juhul ei ole tarvis laagrile lüüa nagu haamri ja torni kasutamisel. Laagrit tuleb pressida võllile kuni rõnga toetumiseni vastu äärikut või astet. Korpusesse pressitakse laager kuni rõnga toetumiseni vastu pesa põhja. Pärast laagri monteerimist on vaja veenduda, et kuulid või rullid ei ole kokku jooksnud. Õigesti kohalepressitud laager peab pöörlema kergelt ja ühtlaselt (ilma kinnijäämiseta).

Laagri täitmiseks määrdega tuleb kasutada värvilisest metallist labidakest.

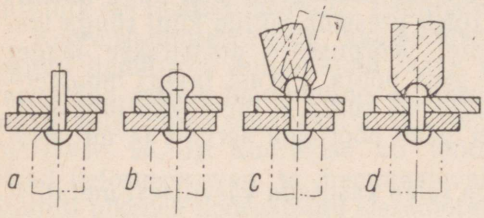
Ilma rõngaste ja separaatorita nõellaagreid (näiteks roolihoova võlli nõellaager) monteeritakse spetsiaalse valevõlli abil. Valevõll valmistatakse tegelikust võllist või siserõngast 0,1...0,2 mm väiksema läbimõõduga. Ta asetatakse detaili avasse, mis täidab laagri välisrõnga ülesannet. Nõelad pistetakse valevõlli ja detaili vahelisse pilusse (joon. 98, *a*). Koostamise hõlbustamiseks (selleks et nõelad ei pudeneks laiali) määritakse valevõllile ja detaili avasse



Joon. 97. Kuullaagrite monteerimine pressi abil:
a — võlli pressimine laagrisse; *b* — laagri pressimine võllile; *c* — laagri pressimine korpusse



Joon. 98. Nõellaagri koostamine valevõlli abil



Joon. 99. Needi töötlemise järjekord:
a — avasse pistetud neet; *b* — jämendatud vaba otsaga neet; *c* — needi peale kuju andmine; *d* — needi pea lõplik kujundamine

õhuke kiht tehnilist vaseliini või solidooli. Viimane nõel peab minema kohale vabalt. Seejärel pannakse detail koos valevõlliga kohale (joon. 98, *b*) ja asendatakse valevõll tegelikuga. Monteerimise kvaliteeti kontrollitakse detaili pööramisega. Detail peab pöörlema vabalt ilma takistusteta.

Neetliidete koostamine. Autodetailid võivad olla ühendatud mitut tüüpi neetidega. Neetliiteid kasutatakse raamide koostamisel, pooltelgede katete ühendamisel peaülekande karteriga, pidurikettaste, siduri veetavate ketaste, kabiinide, kerede ja teiste detailide koostamisel.

Neetimine jagatakse kuumaks ja külmaks. Kuumneetimisel kuumutatakse neeti eelnevalt, külmneetimisel mitte. Needi pea kujundatakse löökidega (käsitsi ja pneumaatiliste vasaratega neetimisel) või survega spetsiaalsete hüdroseadmete abil.

Löökidega kuumneetimine toimub järgmiselt. Kuumutatud needivarb asetatakse ühendatavate detailide avasse. Vastu needi pead toetatakse massiivne tugi, millel on pea kujule ja mõõtmetele vastav süvend. Seejärel töödeldakse needi varba spetsiaalse torniga (joon. 99). Needi töötlemine lõpeb tema pea vormimisega torni süvendi kuju ja mõõtmete järgi (joon. 99, *d*). Needi pead peavad asetsema varva teljega kontsentriliselt ja olema tihedalt vastu detaili. Neetliite kvaliteeti hinnatakse selle järgi, kuidas needi ava on metalliga täitunud ja missugune on pärast jahtumist needi pingus. Absoluutselt ei õnnestu neediava kunagi täita. Needi jahtumisel väheneb tema läbimõõt paratamatult ning needi varva ja ava vahele moodustub pilu.

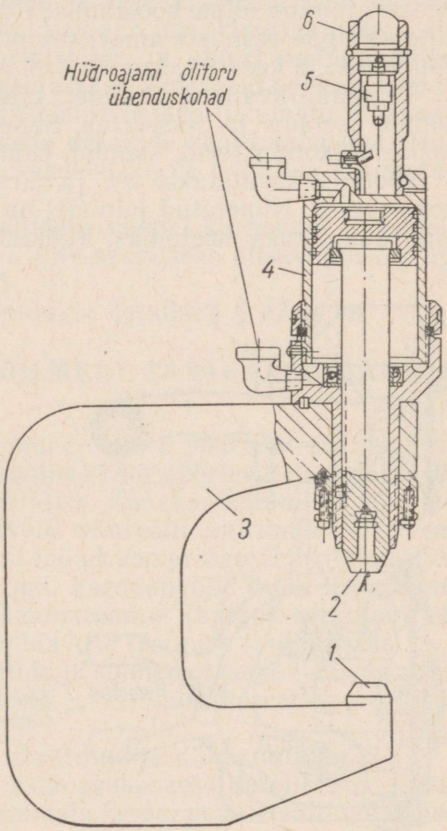
Survega külmneetimine tagab liite parema kvaliteedi kui lööki-

dega kuumneetimine. See neetimismeetod on müratu, kõrge tootlikkusega ja parendab tööliste töötingimusi. Autoremondiettevõtetes kasutatakse raamide ja teiste sõlmede remontimisel üha enam survega neetimist hüdrauliliste neetimisseadmete abil.

Neetimisseade koosneb hüdroajamist ja sellega õlitorustiku kaudu ühendatud neetimisseadisest. Neetimisseadis (joon. 100) koosneb klambrist *3*, mille allosas on matriits *1*, hüdrosilindrist *4* ja templist *2*. Seadist juhitakse käepidemega *6*, millel on lülitusnupp *5*. Hüdroajamist saabub vedelik vooliku ja otsiku kaudu silindri ülaossa ja surub kolvi koos varda ja templiga alla. Tempel toetub needi varvale, surub selle kokku ja kujundab needi pea. Teisest küljest toetab neeti matriits *1*.

Hüdrauliline neetimine koosneb järgmistest etappidest:

1. Neetimisseadis asetatakse ühendatavate detailide juurde ja surutakse matriits vastu needi pead.
2. Hüdrosilindri tempel lähendatakse needi varvale.
3. Kujundatakse templi survega needi pea.



Joon. 100. Hüdrauliline neetimisseadis

4. Tempel liigub lähteasendisse tagasi ja hark eemaldub needitavast objektist.

Needi pea kujundamiseks vajalik jõud sõltub needi läbimõõdust.

Terasneedi läbimõõt mm	3	4	6	8	10	12
Jõud T	2,0	3,5	7,0	11,5	14,0	20,0

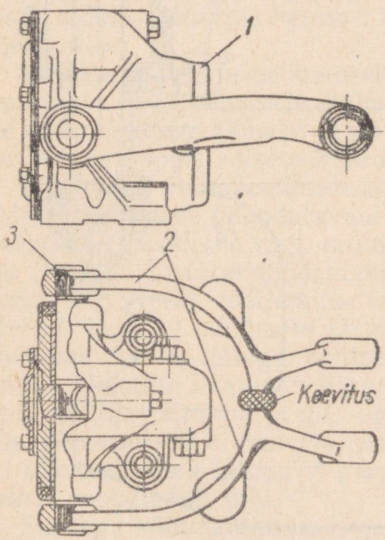
Neetliidet kontrollitakse hoolikalt välise ülevaatuse ja haamrikopustustega needipeadele.

Liidete koostamine keevitamise, jootmise ja liimimisega. Kahest või mitmest detailist koosneva mittelahtivõetava liite saamiseks kasutatakse sageli keevitamist, jootmist ja liimimist. Tuleb märkida, et autode remontimisel kasutatakse neid meetodeid ka kulunud ja vigastatud detailide taastamiseks (vt. teine jagu).

Keevitamisega ühendatakse detaile autobusside ja sõiduautode kerede, veoautode kabiinide jms. koostamisel. Sel otstarbel on kõige enam levinud gaasikeevitus, käsitsi kaarleekkeevitus, punktkeevitus ja keevitamine süsihappegaasist kaitsekeskkonnas. Mõnel juhul on keevitamine sõlme koostamise lõppoperatsiooniks. Näiteks sõiduauto «Volga» eesmiste amortisaatorite koostamisel asetatakse hoovad võllile ja keevitatakse seejärel omavahel kokku (joon. 101).

Et saada kvaliteetset liidet, tuleb keevitatavad detailid õigesti kohale asetada ja fikseerida. Selleks kasutatakse mitmesuguseid rakiseid (konduktorid, stendid, šabloonid jne.).

Jootmist kasutatakse vee- ja õliradiaatorite ning elektriseadmete koostamisel. Nimetatud juhtudel on jootmine detailide ühendamise ainuvõimalikuks meetodiks. Radiaatorite koostamisel saavutatakse



Joon. 101. Sõiduauto «Volga» eesmine amortisaator:
1 — korpus; *2* — hoovad; *3* — võll

jootmisega liite hermeetilisus, elektriseadmete koostamisel — kindel elektriline kontakt.

Eristatakse kaht jootmisviisi: kõvade ja pehmete joodistega. Pehmeteks joodisteks nimetatakse kergelt sulavaid joodiseid, mille sulamistemperatuur ei ületa 300° C. Nende joodiste kasutamisel ei ületa liite tõmbetugevus 10...11,5 kG/mm². Pehmete joodistega joodetakse jootekolvi abil või kastetakse ühendatavad detailid sulajoodisesse. Pehmeid joodiseid kasutatakse radiaatorite ja elektriseadmete koostamiseks.

Kõvadeks nimetatakse joodiseid, mille sulamistemperatuur on üle 500° C. Nende joodistega joodetud liidete tõmbetugevus on 25...40 kG/mm².

Kõvade joodistega jootmisel kuumutatakse detaile gaasipõletiga, ahjudes, soolavannides, kõrgsagedusvooluga töötavates induktorites või kastetakse detailid sulajoodisesse. Kõvu joodiseid kasutatakse relee-regulaatorite ja katkesti-jagajate kontaktide külgejootmiseks.

Liimimist kasutatakse kabiinide ja kerede koostamisel polstrimaterjali, mitmesuguste tihendite, vaipade jms. kinnitamiseks. Liimimisega kinnitatakse ka piduriklotside ja siduri veetava ketta friktsioonkatteid. Mõnel juhul kasutatakse liimaineid edukalt silindriliste liitepindadega detailide mittelahtivõetava liikumatu liite saamiseks. Liimimisel ei ole vaja karta detailide kaardumist ega sisepingeid, mis võivad tekkida pressimisel (eriti detailide kuumutamise korral).

Liimliiteid kasutatakse pressliidete asemel ka nendel juhtudel, kui ettenähtud ping ei ole tugeva liite saamiseks piisav (kuid ping ei muutu seejuures veel lõtkuks).

Liimimise tehnoloogiat vaadeldakse detailselt § 47 ja 48.

§ 14. DETAILIDE JA SÕLMEDE TASAKAALUSTAMINE

Tasakaalustamata detailide ja sõlmede suure pöörlemiskiiruse korral tekivad lisakoormused, mis mõjuvad nii pöörlevatele detailidele endile kui ka nende toetuspunktidele. Tasakaalustamist vajavate detailide hulka kuuluvad: väntvõll, väntvõlli kiilrihmaratas, veepumba kiilrihmaratas, ventilaatori labad, kompressori kiilrihmaratas, väntvõll koos hooratta ja siduriga, kardaanvõll, ratas koos kummiga jt. Selliste detailide tasakaalustamine (balansseerimine) on üheks auto töökindluse ja vastupidavuse tõstmise tingimuseks.

Auto remontimisel võib detailide ja sõlmede tasakaal saada rikutud. Seetõttu tuleb neid kontrollida ja vajaduse korral uuesti tasakaalustada.

Detailide tasakaal võib olla staatiline ja dünaamiline.

Staatilise tasakaalu korral asub raskuskese detaili või sõlme pöörlemisteljel. Dünaamilise tasakaalu korral peab detaili või sõlme

raskuskese asuma samuti pöörlemisteljel ja pöörlemistelge läbival tasapinnal ei tohi olla tsentrifugaaljõududest põhjustatud momente.

Staatiline tasakaalustamine. Näitena vaatleme (joon. 102, *a*) detaili *1* tasakaalustamist, mis on asetatud horisontaalsele juhtteele *3* toetuvale teljele *2* (või spetsiaalsele tornile). Tasakaalustamata massi *m* mõjul pöördub see detail asendisse, milles tasakaalustamata mass on kõige madalamal (joon. 102, *b*).

Detaili pöörlemisel tekib tasakaalustamata tsentrifugaaljõud, mis tekitab võllile ja selle tugedele lisakoormuse.

Detaili tasakaalustamiseks tuleb tasakaalustamata massi vastaspoolele kinnitada tasakaalustav mass *4* (joon. 102, *c*). Seejuures peavad tasakaalustamata massi Q_1 ja tasakaalustava massi Q_2 jõumomendid detaili pöörlemistelje suhtes olema võrdsed:

$$Q_1 r = Q_2 R,$$

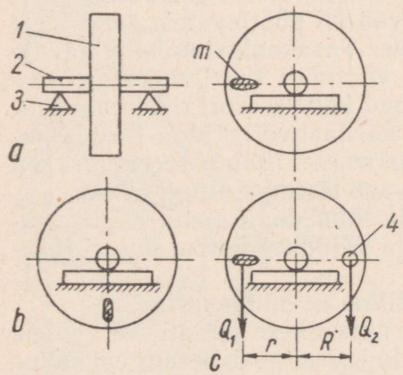
kus r ja R — tasakaalustamata ja tasakaalustava massi raskuskeskmete kaugused detaili pöörlemisteljest. Sellega on detail staatiliselt tasakaalustatud.

Tasakaalu võib saavutada ka metalli eemaldamisega tasakaalustamata poolelt (viilimise või puurimisega).

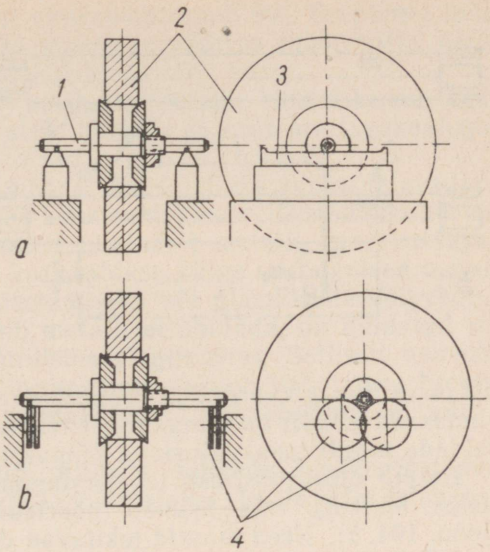
Staatilisele tasakaalustamisele kuuluvad tavaliselt lamedad detailid, näiteks hoorattad, siduri veetavad kettad, ventilaatorid, samuti mõned sõlmed: rataste rummud koos piduritrumlitega, siduri surveketas koos kestaga.

Staatilisel tasakaalustamisel asetatakse detail seadise horisontaalsetele prismadele (joon. 103, *a*) või pöörlevatele kettapaaridele (joon. 103, *b*). Tasakaalustusseadise kettad pöörlevad kuullaagritel, mis vähendab veerehõõrdumise miinimumini. Seetõttu tagavad ketastega seadised suurema tasakaalustustäpsuse.

Kuna detaili tasakaalustamisel on väga raske disbalanssi täielikult kõrvaldada, näidatakse tehnilistes tingimustes ühele või tei-



Joon. 102. Detaili staatilise tasakaalustamise skeem



Joon. 103. Detailide staatilise tasakaalustamise abinõude skeemid:
1 — torn; *2* — tasakaalustatav detail; *3* — prismad; *4* — kettad

sele detailile lubatud disbalansi suurus. Mõnele autodetailile ja sõlmele lubatud staatilise tasakaalustamise disbalansid on toodud tabelis 8.

Tabel 8

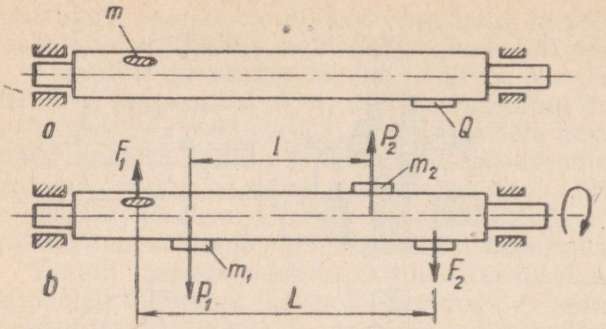
Autodetailide ja sõlmede staatilisel tasakaalustamisel lubatud disbalansid

Detailide ja sõlmede nimetused	Lubatud disbalanss G · cm	
	veoautodel	sõiduautodel
Väntvõlli kiilrihmaratas	40 . . . 50	10 . . . 35
Veepumba kiilrihmaratas	40 . . . 50	5 . . . 30
Kompressori kiilrihmaratas . . .	30 . . . 50	—
Ventilaatori labad	0 . . . 50	0 . . . 20
Ratas koos kummiga	—	250 . . . 500

Dünaamiline tasakaalustamine. Joonisel 104, *a* on näidatud võll, mille tasakaalustamata mass *m* on tasakaalustatud staatiliselt raskusega *Q*.

Võlli pöörlemisel tekivad kaks vastassuunalist tsentrifugaaljõudu F_1 ja F_2 (joon. 104, *b*). Need võrdsed jõud F_1 ja F_2 asuvad teineteisest kaugusel L ja tekitavad momendi F_1L, mis põhjustabki **detaili dünaamilise** tasakaalustamatuse. Selle tagajärjel mõjub võllile ja tugedele lisakoormus.

Jõupaari momenti on võimalik tasakaalustada teise jõupaariga,



Joon. 104. Detaili dünaamilise tasakaalustamise skeem

mis on esimesega võrdne ja vastassuunaline ning mõjub samas tasapinnas. Järelikult on dünaamilist tasakaalustamatust võimalik kõrvaldada ainult tasakaalustava jõupaariga.

Detaili dünaamiliseks tasakaalustamiseks on vaja lisada kaks massi $m_1 = m_2$, mis asuvad pöörlemisteljest võrdsel kaugusel (joon. 104, *b*). Need massid tekitavad detaili pöörlemisel tsentrifugaaljõud P_1 ja P_2, mis tekitavad omakorda pöördemomendile F_1L vastassuunalise tasakaalustava momendi P_1l. Niisugust tasakaalustamist nimetataksegi dünaamiliseks.

Dünaamiliselt tasakaalustatakse detaile ja sõlmi spetsiaalsetel tasakaalustuspinkidel.

Dünaamilise tasakaalustamise elektrilise pingi põhimõtteskeem on näidatud joonisel 105. Selle töötamise aluseks on tasakaalustatava sõlme summaarse disbalansi korrigeerimine kahel etteantud tasapinnal. Tasakaalustatav sõlm, antud juhul väntvõll *5* koos hooratta ja siduriga (sidur ei ole joonisel näha), asetatakse liikuvatele tugedele *4* ja *6*. Need toed on ühenduses poolidega *3* ja *11*, mis asuvad püsivmagnetite *2* ja *12* magnetväljas. Tasakaalustatav sõlm *5* pannakse võlliga *8* ühendatud elektrimootori abil pöörlema.

Dünaamilise tasakaalustamatuse korral hakkavad toed *4* ja *6* võnkuma. Koos tugedega võnguvad ka püsivmagnetite *2* ja *12* magnetväljades asetsevad poolid *3* ja *11* ja nende mähistes indutseeritakse elektromotoorjõud.

Elektromotoorjõud on võrdelised poolide võnkeamplituudiga. Poolide *3* ja *11* pinget võimendatakse transformaatorvõimendiga *1* ja mõõdetakse mõõteriistaga *13*, mille skaala on gradueeritud disbalansi ühikutes. Koos tasakaalustatava sõlmega pöörleb ka generaatori *10* rootor. Generaatori staator saab pöörduda ja selles olevate poolide erilise asetuse tõttu muuta mõõteriista *13* näitu.

Kui staatorit teatud nurga võrra pöörata, muutub mõõteriista *13* näit võrdseks nulliga. Staatori pööramisel nihkub osuti *7* hammasratta *9* skaalal teise kohta ja näitab tasapinda, millel tasakaalustamata massid asuvad.

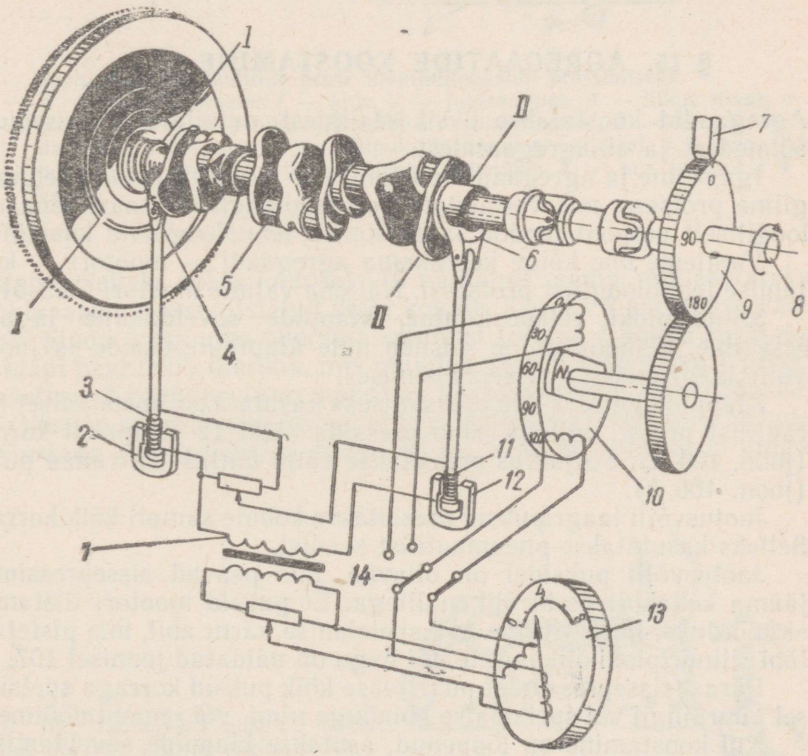
Tasapind, millel paikneb tasakaalustamata mass, ennetab tasa-

kaalustatava sõlme suurimat võnkeamplituudi 90°. Seepärast määratakse ka tasakaalustamata massi arvväärtus mõõteriista näidu järgi generaatori *10* staatori pööramisel 90° võrra.

Tasakaalustuspingil on kaks paralleelset elektriskeemi. Lülitiga *14* saab skeeme eraldi sisse lülitada ja määrata tasakaalustamatust kahes tasapinnas: *I—I* ja *II—II*.

Korrigeeritavad pinnad määratakse kindlaks varem ja need sõltuvad tasakaalustatava sõlme konstruktsioonist. Disbalansi kõrvaldamiseks eemaldatakse nendelt pindadelt metalli (puurimisega), asetatakse sinna seibid või keevitatakse külge spetsiaalsed metallplaadikesed. Koht seibide asetamiseks või plaadikeste külgekeevitamiseks või koht, kust tohib metalli eemaldada, on näidatud sõlmede tasakaalustamise tehnilistes tingimustes. Selliselt saavutataksegi sõlme tehnilistele tingimustele vastav disbalanss. Elektrilised tasakaalustuspingid võimaldavad tasakaalustada detaile ja sõlmi suure täpsusega.

Remondiettevõtetes tekib mitmete sõlmede tasakaalustamise vajadus sellest, et nende detaile vahetatakse. Peale selle tuleb tasa-



Joon. 105. Sõlmede ja detailide dünaamilise tasakaalustamise elektrilise pingi põhimõtteskeem

Tabel 9

Auto sõlmede ja detailide dünaamilisel tasakaalustamisel lubatud disbalansid

Detailide ja sõlmede nimetused	Lubatud disbalanss G·cm	
	veoautodel	sõiduautodel
Väntvõll	100 ... 150	10 ... 50
Väntvõll koos hooratta ja siduriga.	70 ... 150	15 ... 20
Kardaanvõll	50 ... 100	5 ... 15

kaalustada väntvõlle, mille kaelad on taastatud pealesulatamisega. Tasakaalustuse täpsus sõltub sõlmede ja detailide konstruktsioonist, otstarbest, pöörlemiskiirusest ja töötamisel lubatud vibratsiooni tasemest.

Mõnede autodetailide ja sõlmede dünaamilisel tasakaalustamisel lubatud disbalansi väärtused on toodud tabelis 9.

§ 15. AGREGAATIDE KOOSTAMINE

Agregaadid koostatakse üksikdetailidest, detailide alagruppidest, sõlmedest ja abiagregaatidest.

Iga sõlme ja agregaadi koostamiseks töötatakse välja tehnoloogiline protsess, mis vormistatakse tehnoloogiliste kaartidena analoogiliselt eespool toodud lahtivõtmise tehnoloogiliste kaartidega.

Vaatleme ühe kõige keerukama agregaadi — mootori — koostamise tehnoloogilist protsessi. Näitena valime mootori ГАЗ-51.

Silindriploki eelkoostamine, klappide soveldamine ja ploki pesemine. Eelkoostamine seisneb uute klapijuhtpukside ja jaotusvõlli laagripukside sissepressimises.

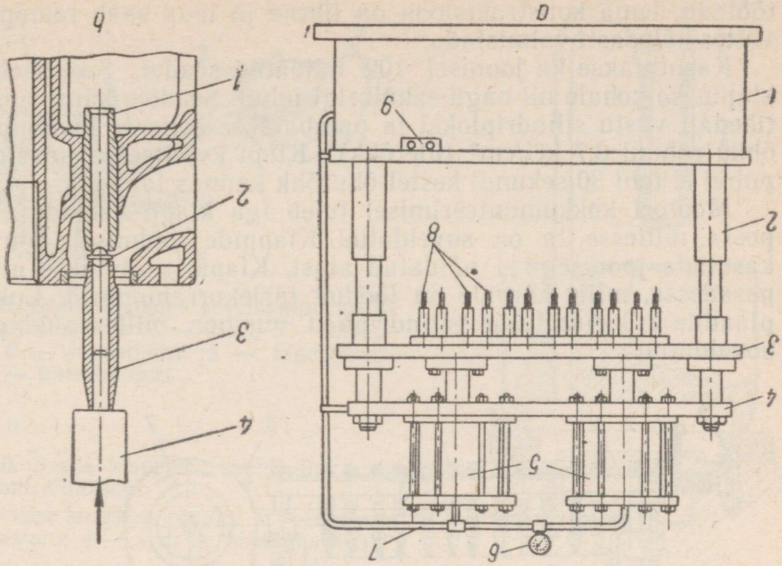
Klappide juhtpukside pressimiseks kasutatakse spetsiaalset hüdraulilist pressi, millega saab pressida kõiki 12 juhtpuksi korraga (joon. 106, *a*). Seejuures pressitakse välja ühtlasi ka vanad puksid (joon. 106, *b*).

Jaotusvõlli laagripuksid pressitakse kohale samuti kõik korraga. Selleks kasutatakse pneumaatilist seadist.

Jaotusvõlli puksidel on õliavad, mis peavad sissepressimisel jääma kokkuti ploki õlikanalitega. Et puksid mootori töötamisel ei pöörduks, fikseeritakse nad spetsiaalse kärni abil, mis pistetakse läbi silindriploki õlikanalite, nii nagu on näidatud joonisel 107.

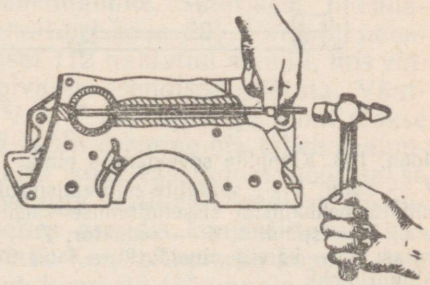
Pärast sissepressimist puuritakse kõik puksid korraga spetsiaalsel puurpingil või spetsiaalse abinõuga nimi- või remontmõõtmesse.

Kui koostamine on lõppenud, asutakse klappide soveldamisele, mida tehakse üheaegselt vastaval klappide soveldamise pingil (joon. 108). Soveldamise kvaliteeti kontrollitakse spetsiaalsete sea-



Joon. 106. Hüdrauliline press klapijuhtpukside pressimiseks:
а — pressi üldvaade; *1* — alus; *2* — juhtsammas; *3* — liikuv plaat; *4* — ülemine plaat; *5* — hüdrosilindrid; *6* — manomeeter; *7* — toru; *8* — vardad; *9* — lüliti nupp; *b* — juhtpukside asend pressimisel; *1* — vana juhtpuks; *2* — sfääriliste tugipindadega vahetükk; *3* — uus juhtpuks; *4* — varras

distega. Selleks sobib joonisel 110 näidatud seadis, mis asetatakse plokikaane pesasse pistetud klapi kohale. Korpus *2* surutakse vastu ploki pinda, kusjuures poorsest kummist rõngas *1* kokku surutakse ja klapi peal tekib ülerõhk, mis muudab värvilise vedeliku *4* nivood klaastoru 3 harudes (parempoolses harus vedeliku nivoo tõuseb). Kvaliteetse soveldamise korral ei tohi vedeliku nivood toru harudes ühtlustada (kontrollimise kestus 30 s). Selle seadmega on mugav

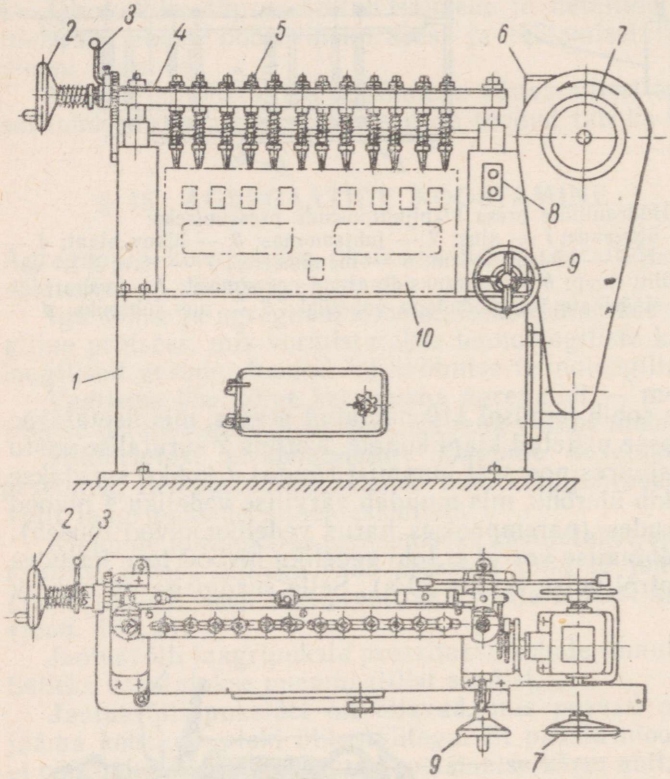


Joon. 107. Jaotusvõlli pukside lukustamine mootori ГАЗ-51 silindriplokis

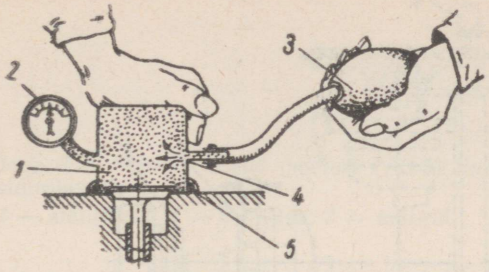
töötada, tema konstruktsioon on lihtne ja teda saab remondiettevõttes hõlpsasti valmistada.

Kasutatakse ka joonisel 109 näidatud seadet. See asetatakse klapipesa kohale nii nagu eelmiselgi juhul. Seadme kann surutakse tihedalt vastu silindriplokki ja pumbatakse sellesse kummipirniga õhku rõhuni 0,7 kG/cm² (ülerõhk). Klapi kvaliteetse soveldamise puhul ei tohi 30 sekundi kestel õhurõhk kannus langeda.

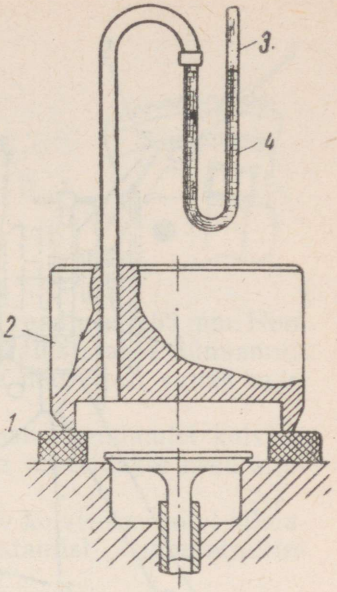
Mootori kokkumonteerimisel tuleb iga klapp asetada sellesse pessa, millesse ta on soveldatud. Klappide hoidmiseks on sobiv kasutada joonisel 111 näidatud alust. Klapid asetatakse plaadi *1* pesadesse, mille kõrvale on löödud järjekorranumbrid. Lukustusplaadile *2* kirjutatakse silindriploki number, millesse klapid on soveldatud.



Joon. 108. Klappide soveldamise pink:
1 — säng; *2* — spindlite pööramismehhanismi käsiratas; *3* — nihutusmehhanismi sisselülitamise käepide; *4* — spindlite korpus; *5* — spindlid; *6* — reduktor; *7* — spindlite tõstmise käsiratas; *8* — käiviti nupud; *9* — laua tõstmise käsiratas; *10* — silindriplokk

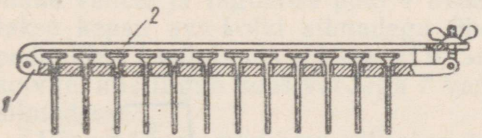


Joon. 109. Seade klappide soveldamise kvaliteedi kontrollimiseks: *1* — kann; *2* — manomeeter; *3* — kummipirn; *4* — tagasilöögiklapp; *5* — tihendrõngas



Joon. 110. Seade klappide soveldamise kvaliteedi kontrollimiseks:
1 — poorsest kummist rõngas; *2* — korpus; *3* — klaastoru; *4* — vedelik (metüüloranž) ▶

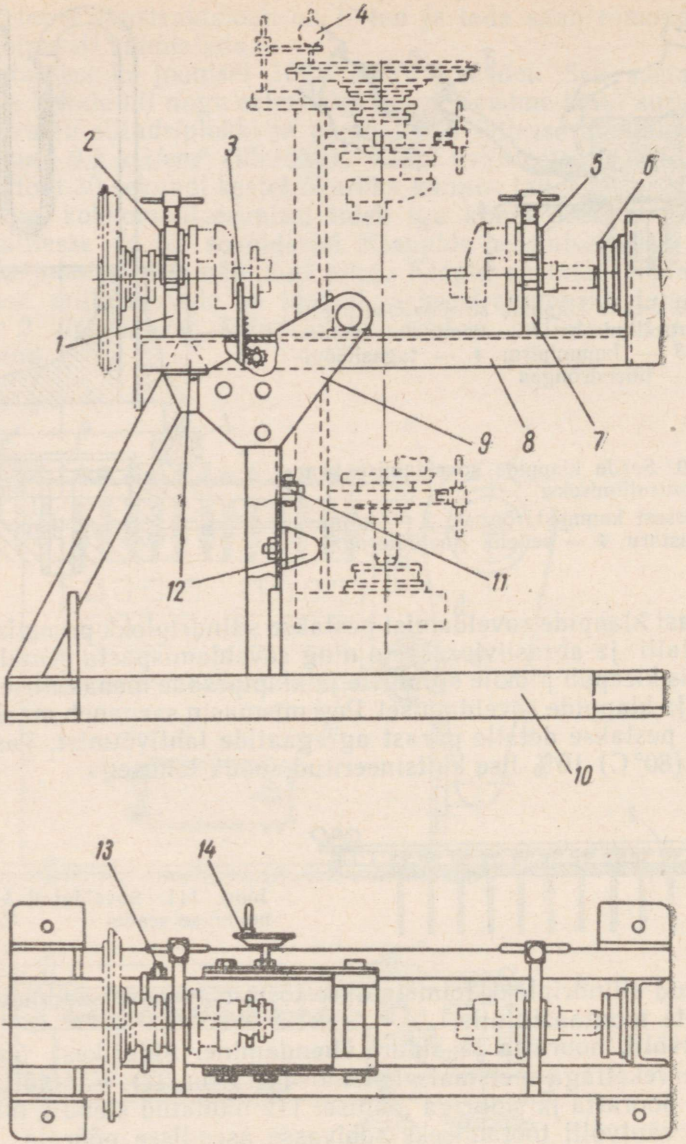
Pärast klappide soveldamist pestakse silindriplokk pesemismasinas metalli- ja abrasiiviosakeste ning soveldamispasta eemaldamiseks, mis kleepub plokile silindrite ja klapipesade mehaanilisel töötlemisel ja klappide soveldamisel. Pesemismasin sarnaneb masinaga, millega pestakse detaile pärast agregaatide lahtivõtmist. Pestakse kuuma (80° C) 10%-lise kaltsineeritud sooda lahusega.



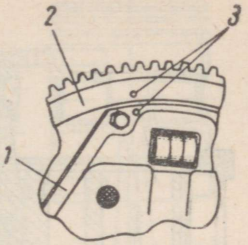
Joon. 111. Soveldatud klappide hoidmise seadis

Pestud silindriplokk toimetatakse tõste-transpordiseadmete abil mootorite montaažiliinile.

Väntvõlli, hooratta ja siduri ühendamine. Sidurikest ühendatakse survekettaga spetsiaalsel stendil (vt. joon. 22). Väntvõll ühendatakse hooratta ja siduriga joonisel 112 näidatud stendil, mis võimaldab väntvõlli töötamiseks sobivasse asendisse pöörata. Väntvõlli kaelad asetatakse kandurite *1* ja *7* pesadesse ja kinnitatakse ärapööratavate klambritega *2* ja *5*. Võlli eesmine ots läheb seejuures tugilaagrisse *6*. Pärast hooratta kohaleasetamist pööratakse tala *8* koos sellele kinnitatud väntvõlliga vertikaalasendisse (joonisel näidatud punktiirjoonega). Selles asendis kontrollitakse, kas hooratta tööpind on väntvõlliga risti. Kontrollimiseks kasutatakse indikaatorkella *4*, mille otsik toetub hooratta tööpinnale. Hooratta



Joon. 112. Stend väntvõlli ühendamiseks hooratta ja siduriga: *1, 7* — pesad väntvõlli kaeltele; *2, 5* — ärapööratavad klambrid; *3* — väntvõlli pöördumist takistav tõkesti; *4* — indikaator; *6* — tugilaager; *8* — pööratav tala; *9* — kandur; *10* — alus; *11* — pööratavat tala vertikaalasendis hoidev lukusti; *12* — kummist piirded; *13* — pööratavat tala horisontaalasendis hoidev lukusti; *14* — tõkesti *3* tõstemehhanismi käsiratas



Joon. 113. Märkide asend mootori ГАЗ-51 hoorattal ja sidurikestal:
1 — sidurikest; *2* — hooratas; *3* — märgid

tööpinna viskumine ei tohi ületada 0,15 mm raadiusel 155 mm. Hooratta ja siduriga ühendatud väntvõll tasakaalustatakse dünaamiliselt. Lõpuks kõrvaldatakse sidurikestalt ja hoorattalt vanad märgid ja tehakse uued (joon. 113).

Kolvi-kepsugrupi koostamine. Enne kepsu ühendamist kolviga pressitakse kepsu ülemisse peasse puksid ja töödeldakse need ettenähtud mõõtmesse.

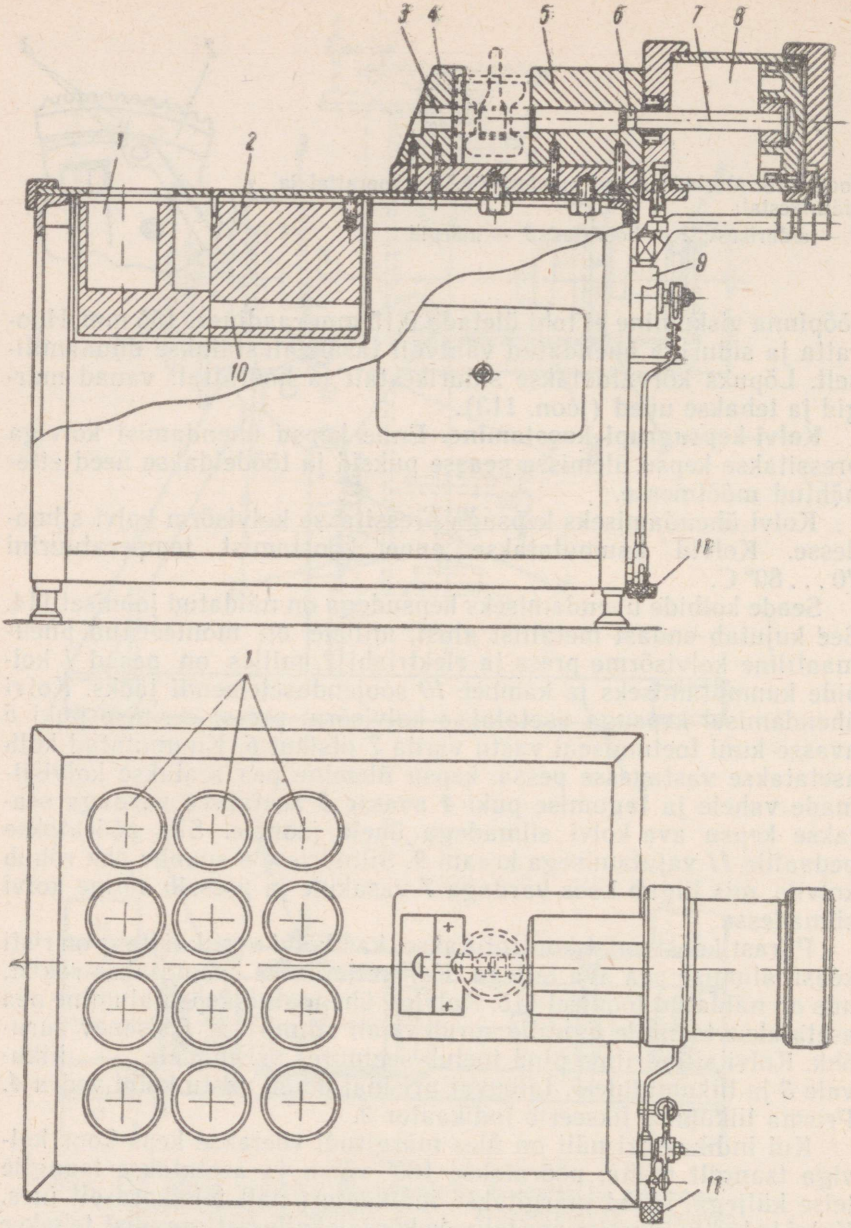
Kolvi ühendamiseks kepsuga pressitakse kolvisõrm kolvi silmadesse. Kolvid kuumutatakse enne koostamist temperatuurini 70 ... 80° C.

Seade kolbide ühendamiseks kepsudega on näidatud joonisel 114. See kujutab endast metallist alust, millele on monteeritud pneumaatiline kolvisõrme press ja elektriahi *2*, milles on pesad *1* kolbide kuumutamiseks ja kamber *10* soojenduselemendi jaoks. Kolvi ühendamisel kepsuga asetatakse kolvisõrm pressi eesmise puki *5* avasse kuni toetumiseni vastu varda *7* otsikut *6*. Kuumutatud kolb asetatakse vastavasse pessa, kepsu ülemine pea seatakse kolvisilmade vahele ja tagumise puki *4* avasse *3* asetatava vardaga seatakse kepsu ava kolvi silmadega ühele joonele. Siis pööratakse pedaalile *11* vajutamisega kraani *9*. Silindrisse *8* suubuv õhk rõhub kolvile, mis liigub koos vardaga *7* vasakule ja pressib sõrme kolvi silmadesse.

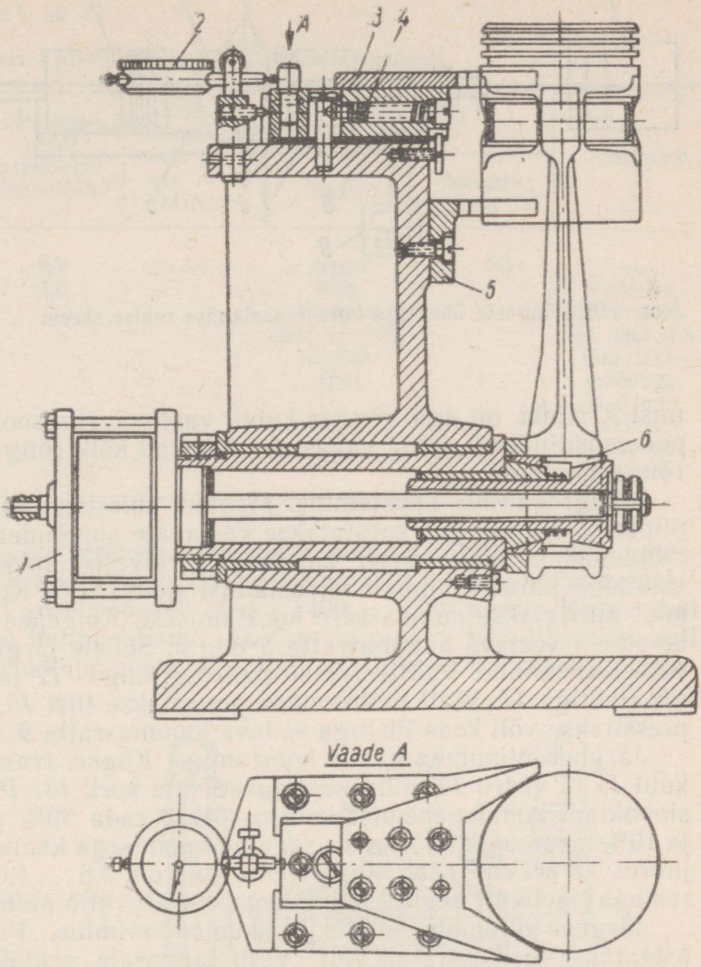
Pärast koostamist kontrollitakse, kas kolvi vertikaaltelg on risti kepsu alumise pea ava teljega. Kontrollimiseks kasutatakse rakist, mis on näidatud joonisel 115. Kolviga ühendatud kepsu alumine pea asetatakse tsangile *6*, mille surub laiali silindrisse *1* sisenev suruõhk. Kolvi silindriline pind toetub seejuures prismadele — liikuvale *3* ja liikumatule *5*. Liikuvat prismat hoiab vastu kolbi vedru *4*. Prisma liikumise fikseerib indikaator *2*.

Kui indikaatori näit on üles märgitud, võetakse keps koos kolviga tsangilt maha, pööratakse 180° võrra ja asetatakse tsangile teise küljega. Nüüd märgitakse indikaatori näit teistkordselt üles. Kolvi ja kepsu alumise pea telgede kõrvalekalle ristiasendist tehakse kindlaks indikaatori näitude järgi. Selleks kasutatakse eri tabeleid. Lubatud kõrvalekalle 100 mm kauguse kohta on 0,05 mm.

Üsna töömahukas operatsioon on kolvirõngaste pealeasetamine. Seda kergendab märgatavalt rõngakomplekti üheaegse pealeaseta-

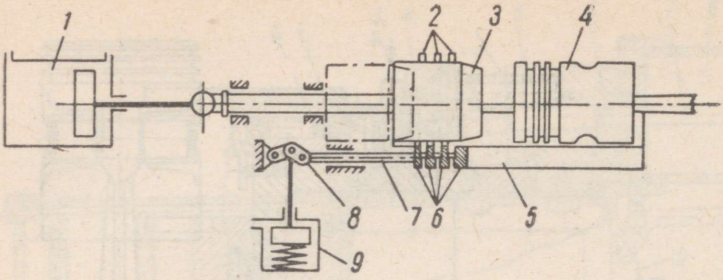


Joon. 114. Seade kolbide ühendamiseks kepsudega



Joon. 115. Rakis kolviga ühendatud kepsu kontrollimiseks

mise pneumaatiline rakis. Rakise skeem on näidatud joonisel 116. Kolvirõngad *2* asetatakse nukkide *6* vahele nii, et lukuvahed jäävad allapoole. Rõngaste vahekaugus võetakse võrdseks kolvi ringsoone vahekaugusega. Pneumosilindri *1* kolb tõukab koonuse *3* paremale ja surub rõngad laiali. Seejärel lülitatakse sisse pneumosilinder *9*, mis liigutab hoobade *8* kaudu varrast *7*. Nukid suruvad lukuvahed laiali ja fikseerivad rõngad sellises asendis. Seejärel liigub koonus *3* pneumosilindri *1* mõjul lähteasendisse, kolb *4* aga lükatakse mööda renni *5* rõngastesse kuni toetumiseni vastu koo-



Joon. 116. Rõngaste üheaegse kolvile asetamise rakise skeem

nust *3*. Nüüd on iga rõngas kolvil vastava ringsoone kohal. Kui pneumosilinder *9* nukid vabastab, lähevad kõik rõngad *2* korraga rõngasoontesse.

Abiagregaatide koostamine. Mootori abiagregaadid (veepump, õlipump, õlifilter jt.) koostatakse vastavate abinõudega varustatud töölaudadel. Koostamisel kasutatakse tavalisi lukksepatööriistu. Vaatleme näiteks õlipumba koostamist (joon. 117). Kokkumonteerimist alustatakse pumba kere koostamisest. Kõigepealt pressitakse keresse *4* veetava hammasratta *3* telg *5*. Sellele järgneb õlipumba võlli koostamine. Võllile pressitakse tugirõngas *12* ja kinnitatakse see tihvtiga *11*. Võlli liistusoonde pressitakse liist *10*, seejärel aga pressitakse võll koos liistuga vedava hammasratta *9* avasse.

Järgneb õlipumba kaane koostamine. Kaane avasse asetatakse kuul *15* ja vedru *14* ning keeratakse ette kork *13*. Pärast reduktsioonklapi kohalepanemist kontrollitakse seda 90% petrooleumist ja 10% masinaõlist koosneva segu pumpamisega kaane õõnde. Rõhu juures 3,5 kG/cm² peab klapp olema suletud, 3,6 . . . 4,0 kG/cm² juures aga täielikult avatud, nii et segu voolab välja pideva joana.

Järgneb õlipumba üldine kokkumonteerimine. Pumba keresse asetatakse eelkoostatud võll. Võlli tagaosale seatakse hammasratas *7* ja lukustatakse tihvtiga *8*. Teljele *5* asetatakse veetav hammasratas *3*, pannakse kohale tihend *2* ja kaas *1* (viimane kinnitatakse nelja poldiga). Koostatud abiagregaate tuleb spetsiaalsetel stendidel katsetada.

Õlipumpa ja -filtreid katsetatakse universaalsel stendil. Õlipumba katsetamisel kontrollitakse pumba poolt arendatavat rõhku ja juhul kui tehnilised tingimused nõuavad, ka tootlikkust (vt. tabel 10).

Kui katsetatava pumba poolt arendatav rõhk on väiksem, kui tehniliste tingimustega ette nähtud, valitakse suurema kõrgusega hammasrattad.

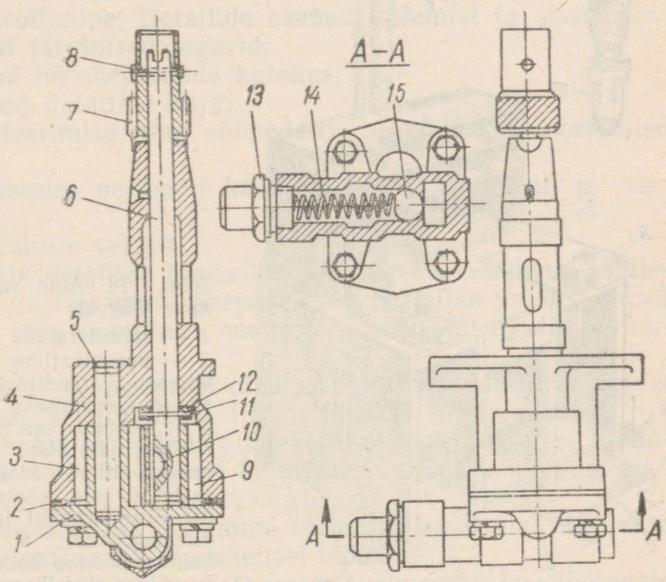
Õlifiltrite hermeetilisust kontrollitakse ühe minuti kestel rõhu all 6 kG/cm². Õli ei tohi filtrist väljuda.

Tabel 10

Mootori ГАЗ-51 õlipumba katsetamise režiimid

Pumba võlli pöörded p/min	Pumba poolt arendatav rõhk kG/cm²	Reduktsioonklapi poolt piiratav rõhk kG/cm²	Kasutatav vedelik		Märkused
			koostis	temperatuur °C	
250	0,9	4,0	Segu 90% petrooleumist ja 10% masinaõlist	20	—
725	4,0				Vedeliku etteandmisel läbi 1,5 mm läbimõõduga ja 5 mm pikkuse kalibreeritud ava

Veepumpa katsetatakse püsivatel mootori põhilisele ekspluatatsioonirežiimile vastavatel pööretel. Mootori ГАЗ-51 pumba katsetamisel peavad võlli pöörded olema 1400 ... 1500 p/min. Veepumbal kontrollitakse hermeetilisust. Töötamise ajal ei tohi tihendist vett tilkuda, laagrid kuumeneda ega tiivik vastu keret või kaant puutuda.



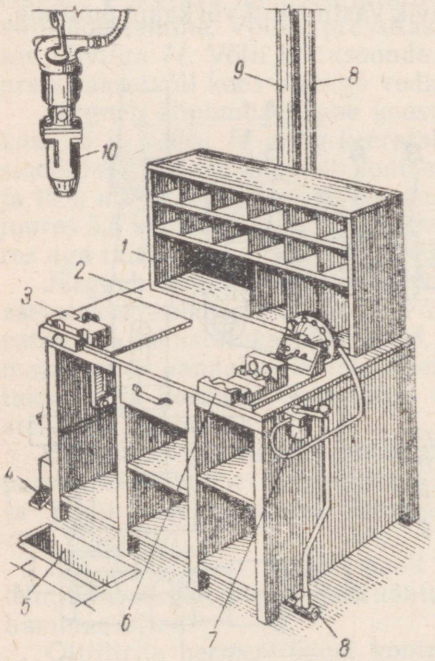
Joon. 117. Mootori ГАЗ-51 õlipump

Mootori üldine kokkumonteerimine. Mootor monteeritakse kokku voolumeetodil katkendliku liikumisega estakaadkonveieril (vt. joon. 19). Koostatud silindriplokk kinnitatakse liikuvale vankrile, millega ta liigub postilt postile. Vankri konstruktsioon võimaldab kokkumonteeritavat mootorit pöörata ja töötamiseks sobivasse asendisse seada.

Mootorite montaažiliini postide arv sõltub tootmisprogrammist ja määratakse kindlaks arvutuslikult. Toodavas näites koosneb montaažiliin viiest postist. Esimesel postil asetatakse kohale sidurikoda, kõik tikkpoldid, jahutussärgi korgid ja klapimehhanism; teisel — hooratta ja siduriga ühendatud väntvõll; kolmandal — kolvi-kepsugrupp; neljandal — jaotusvõll, plokikaas, jaotushammasrataste kaas ja reguleeritakse klapid. Viiendal postil ühendatakse külge abiagregaadid, õlivõttur ja karteripõhi.

Pärast kokkumonteerimist võetakse mootor tõste-transpordivahendite abil estakaadkonveieri vankrilt maha ja suunatakse katsetusjaama katsetamisele ja sissetöötamisele.

Töökohtade korraldamine. Monteerija töökoha põhiseadmeks on kruustangidega töölaud või sõlme, mehhanismi või agregaadi koostamise stend. Nagu eespool märgitud, peab stendidega olema hõlbus töötada (vt. ptk. 4). Sõlmede ja mehhanismide koostamiseks sobivad hästi töölauad, mis on varustatud teatud sõlmede



Joon. 118. Auto roolivarraste koostamise töökoht:
1 — väikedetailide riiul; *2* — töölaud; *3* — pneumaatline klamber rooli pikivarraste liigendite koostamiseks ja otsikute keeramiseks paralleelvarrastele; *4* — pneumoajami pedaal; *5* — süvend roolivarraste otste mahutamiseks; *6* — pneumaatiline klamber paralleelvarraste otsikute koostamiseks; *7* — pneumaatilise klambri juhtimiskraan; *8* — õhumagistraal; *9* — mutrikeerajat hoidva põiktoe sammas; *10* — pneumaatiline mutrikeeraja

koostamiseks vajalike abinõude ja detailide riiulitega. Joonisel 118 on näidatud auto roolivarraste koostamise töökoht.

Montaažitööline peab võimalikult rohkem kasutama mehhaniseeritud tööriistu. Selliste tööriistade riputusmeetodeid kirjeldati § 7. Töökoht tuleb varustada tõste-transpordivahenditega.

Seadmed tuleb paigutada nii, et nad jätaksid vabaks mugavaks töötamiseks vajaliku tsooni. Suuregabariidiliste detailide paigutamiseks on vaja ette näha alustega varustatud kohad. Seadmetevahelised ning seadmete ja hoone konstruktsioonide vahelised kaugused peavad vastama kehtivatele normidele.

Montaažilukksepa töökoha korraldamise ülejäänud eeskirjad on analoogilised demontaažilukksepa vastavate eeskirjadega (vt. § 7).

Montaažitööde ohutustehnika põhinõuded on samad mis lahtivõtmis- (vt. § 7) ja lukksepatöödel (vt. § 25).

§ 16. AGREGAATIDE SISSETÖÖTAMINE JA KATSETAMINE

Pärast koostamist autode agregaadid ja mehhanismid (mootorid, käigukastid, veosillad jt.) töötatakse sisse ja katsetatakse. Selleks kasutatakse spetsiaalseid stende ja seadmeid.

Agregaate töötatakse sisse selleks, et kõik koostöötavad detailid sobituksid üksteisega ja et ekspluatatsiooni antavate detailide kulumine oleks stabiliseerunud. Katsetamise eesmärgiks on remondi kvaliteedi kontrollimine. Detailide esmast kulumist ja sissetöötamist mõjutavad järgmised tegurid:

1) töödeldud hõõrdepindade karedus;
2) ühendatud detailide kuju;
3) komplekteerimise ning sõlmede ja agregaatide koostamise kvaliteet;
4) sissetöötamise perioodil kasutatava õli kvaliteet ja viskoossus;
5) sissetöötamise režiim.

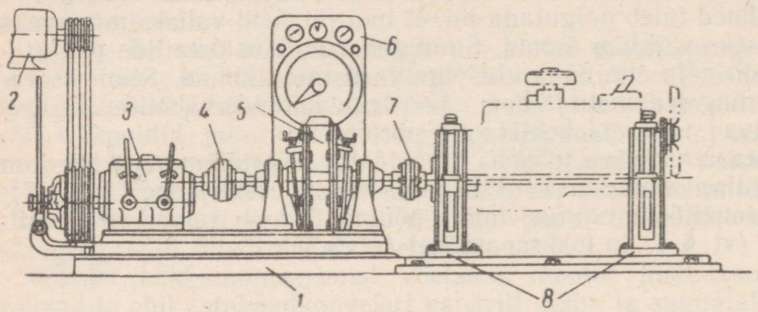
Ühendatavate detailide pinna kuju ja karedus sõltuvad töötlemise meetodist ja täpsusest. Seepärast on detailide valmistamisel ja taastamisel vaja saavutada nende õige kuju ja nõutav pinnasiledus.

Liite töötamise algperioodil on koostöötavate detailide tegelik puutepind väike, arvutuslikust 100...100 000 korda väiksem, ja erirõhk detailide toetuspindade puutekohtades arvutuslikust tunduvalt suurem. Seetõttu hakkavad töötavate pindade kokkupuutuvad kohad purunema ja pinnad kuluvad kiiresti.

Sissetöötamisel esinev kulumine moodustab tunduva osa auto üldisest kulumisest remontidevahelisel töötsüklil.

Sissetöötamisel silutakse ebatasasused, suureneb koostöötavate detailide kontaktpind ja väheneb kulumise intensiivsus.

Mootori sissetöötamine ja katsetamine. Mootor töötatakse sisse külmalt ja kuumalt ning katsetatakse. Külmalt sissetöötamine toimub ilma koormuseta, kuumalt sissetöötamine ja katsetamine aga nii koormuseta kui ka koormusega.



Joon. 119. Pidurdusseade mootori sissetöötamiseks ja katsetamiseks

Joonisel 119 on näidatud pidurdusseade, mis võimaldab sisse töötada mootorit nii külmalt kui ka kuumalt koormuse all ja katsetada. Seadme põhiosadeks on: stend *8*, millele kinnitatakse katsetatav mootor; seadeplaat *1*, elektrimootor *2*, reduktor *3*, vabakäigusidur *4*, hüdropidur *5*, sidur *7*, mõõteriistade paneel *6*, katsetatava mootori toitesüsteem, jahutussüsteem ja juhtimispult. Elektrimootorilt käitatav reduktor *3* võimaldab muuta katsetatava mootori väntvõlli pöördeid ja töötada mootorit sisse külmalt pööretel 300, 385, 522, 685, 830 ja 1200 p/min. Vabakäigusiduri ülesandeks on lahutada reduktor hüdropidurist pärast mootori käivitumist. Mootor koormatakse hüdropiduriga *5*.

Hüdropiduris kasutatakse ära takistusjõud, mis tekib keha liikumisel vedelikus. Piduri rootor on ühendatud sissetöötatava mootori võlliga ja paikneb pukkidele laagerdatud suletud kestas — staatoris. Rootorile on kinnitatud kettad, mis pöörlevad staatorile kinnitatud ketaste vahel. Staator täidetakse teatud kõrguseni veega. Rootori pöörlemisel tekib kesta ja vee vahel hõõrdemoment, mis on võrdne rootori võllile rakendatud momendiga. Momendi suurust näitab mõõteriistade paneeli *6* tsentris asuv osuti. Arvestamata jääb ainult kiikuva staatori laagrite hõõrdumine. Kuna laagrite hõõrdumine ei ületa 0,02% mõõdetavast momendist, ei ole sellel tähtsust. Hüdropiduris kulutatav võimsus sõltub staatoris oleva vedeliku nivoo kõrgusest.

Piduril on spetsiaalne reguleerimisseadis, mis võimaldab muuta staatorisse siseneva ja sellest väljuva vee hulka ja reguleerida niiviisi nivood. Et vee rõhu muutumine torustikus ei mõjutaks hüdropiduri töötamise stabiilsust, soovitatakse juhtida vett hüdropidu-

risse ujukiga varustatud püsiva nivoo paagist. Hüdropiduris kulutatud võimsus muundub soojuseks, mis antakse pidurit läbivale veele.

Hüdraulilise pidurdusseadme KO-2204 tehnilised andmed

Maksimaalne võimsus hj	140
Rootori lubatud maksimaalpöörded p/min	3500
Rootori ketaste läbimõõt mm	500
Ketaste arv	5

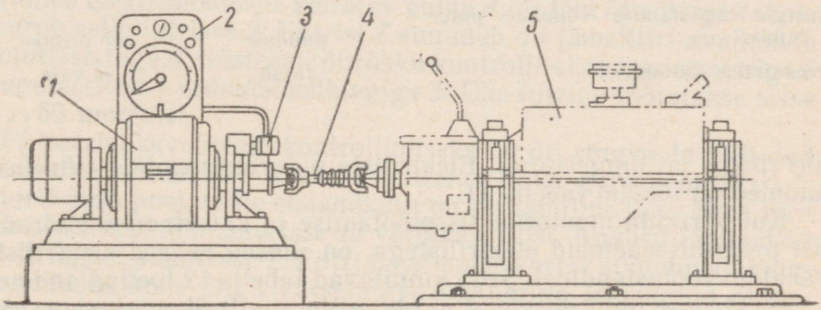
Mõõtemehhanism — reversiivse näitemehhanismiga pendeltüüpi kaaluseade.
Veetoide — 5...6 m kõrgusel asuvast püsiva nivooga paagist.

Joonisel 120 on näidatud elektriline asünkroonmootoriga pidurdusstend. Remonditud mootori töötab külmalt sisse asünkroonmootor, mis tarbib elektrienergiat võrgust. Kuumalt sissetöötamisel ja katsetamisel töötab asünkroonmootor sünkroongeneraatori režiimis ja on katsetatavale mootorile koormuseks. Niipea kui katsetatava mootori pöörded muutuvad asünkroonmootori pööretest suuremaks, hakkab viimane andma energiat tehase võrku.

Elektrilise pidurdusstendi konstruktsioon on tunduvalt lihtsam kui hüdraulilisel (vt. joon. 119). Hüdraulilise pidurdusseadme kolme agregaadi — elektrimootori, reduktori ja hüdropiduri asemel on elektrilisel pidurdusstendil ainult üks — asünkroonmootor.

Katsetatava mootori poolt arendatava võimsuse mõõtmiseks on asünkroonmootor kinnitatud kahele laagripukile ja ühendatud kaalumehhanismiga, millel on skaalaga mõõteseadis.

Peale mootori pöördemomendi määramise skaala on juhtimispuldi paneelil järgmised seadised: kaks distantstermomeetrit jahutusvee temperatuuri kontrollimiseks, õlimanomeeter, tahhomeeter, elektrimootori käivitusnupud ja kontroll-lamp, mis näitab, kas staa-



Joon. 120. Elektriline pidurdusstend mootorite sissetöötamiseks ja katsetamiseks:
1 — asünkroonmootor; *2* — mõõteriistade kilp; *3* — tahhomeetri ajam; *4* — kardaanvõll; *5* — katsetatav mootor

Tabel 11

Elektriliste pidurdusstendide tehnilised andmed

Näitajad	Stendi mudel			
	СТЭ-160	СТЭУ-55	СТЭУ-40	СТЭУ-28
Asünkroonmootori tüüp	АК-102-4	АК-82-4	АК-82-6	АК-81-6
Võimsus kW	160	55	40	28
Sünkroonpöörded p/min.	1500		1000	
Maksimaalne pidurdusvõimsus elektrimootori lubatud maksimaalpööretel hj	400	160	120	110
Elektrimootori ankru lubatud maksimaalpöörded töötamisel generaatorina p/min	2500		2000	

Tabel 12

Pidurdusseadmete tehnilised andmed

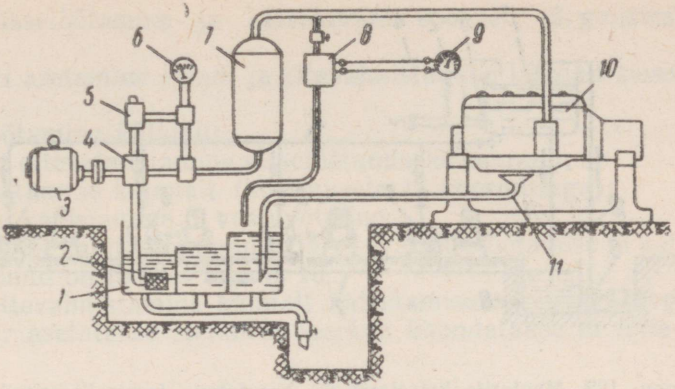
Näitaja	Pidurdusseadme tüüp	
	hüdropidur	elektriline vahelduvvoolu balanssiirpidur
Pööratavus	mittepööratav	pööratav
Pidurdusmomendi mõõtmise minimaalne viga %	3,5	1,0 ... 1,5
Seadme suhteline maksumus	1,0	0,75
Energia tagastamise võimalus pidurdamisel	puudub	on olemas
Veevajadus töötamisel	vajab	ei vaja

tori mähis on pingestatud. Elektriliste pidurdusstendide tehnilised andmed on toodud tabelis 11.

Kui võrrelda mootorite sissetöötamise ja katsetamise hüdraulilisi pidurdusseadmeid elektrilistega, on ilmsed eelised elektrilistel vahelduvvoolustendidel. Seda kinnitavad tabelis 12 toodud andmed.

Elektriline pidurdusstend ei ole mitte ainult ökonoomsem, vaid on ka konstruktsioonilt lihtsam ja võimaldab kinni pidada mootorite sissetöötamisel ja katsetamisel ettenähtud kiirus- ja koormusrežiimist.

Mootori ökonoomsust hinnatakse kütusekulu järgi stendis tööta-



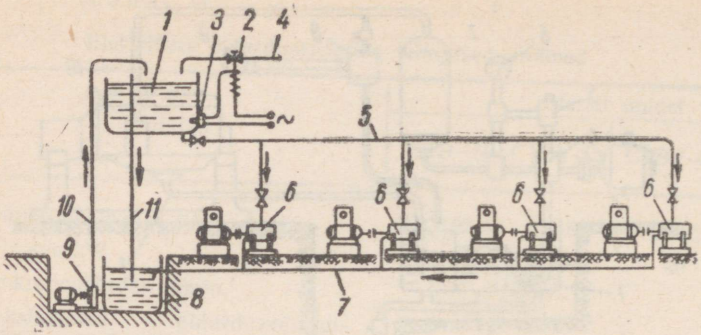
Joon. 121. Pideva ringvooluga filterseade mootorite katsetamiseks

misel. Kütusekulu leitakse teatud ajavahemikus tarbitud kütuse mahu või kaalu järgi.

Sissetöötamise perioodil kuluvad detailid intensiivsemalt, mistõttu ka õli saastub kulumissaadustega kiiremini. Et sissetöötamisel mootori detailide kulumist vähendada, tuleb süsteemis ringlevat õli pidevalt ja kvaliteetselt puhastada ning kulumissaadused hõõrdepindadelt kiiresti eemaldada. Mootorite katsetusjaamades kasutatakse sel eesmärgil pideva ringvooluga filterseadmeid (joon. 121).

Seadme tööpõhimõte on järgmine. Mootori *10* sissetöötamise ja katsetamise ajal on karteripõhja õliava lahti, õli voolab lehtrisse *11* ja sealt isevoolu teel anumasse *1*. Anum on jaotatud kolmeks omavahel ühendatud sektsiooniks, milles õli setib. Viimasest sektsioonist imeb elektrimootorilt käitatav pump *4* õli läbi õlivõtturi *2* sõela ja surub selle filtrisse *7*. Filtrist *7* suundub õli jämefiltri ava kaudu mootorisse tagasi. Süsteemi õlirõhku kontrollitakse manomeetriga *6* ja reguleeritakse reduktsioonklapiga *5*. Ühe filtriga töötatakse sisse 30 . . . 50 mootorit.

Filtreerimiskvaliteedi kontrollimiseks on õli ringvoolu lülitatud spetsiaalne seade, mis koosneb andurist *8* ja galvanomeetrist *9*. Anduris asub pool, mille südamikuks on keraamiline toru. Seda toru läbib osa filtrist *7* mootorisse *10* väljuvast õlist. Andurit läbinud õli voolab tagasi anumasse *1*. Filtri mustumise korral suunduvad kulumissaadused koos õliga katsetatava mootoriga ühendatud õlimagistraali. Mustunud õli saabub ka andurisse *8*. Õlis leiduvad metalliosakesed (kulumissaadused) muudavad anduri pooli induktiivsust, mistõttu galvanomeetri osuti kaldub kõrvale. Grammides graadueeritud galvanomeetri *9* skaala on jaotatud tsoonideks, millel on õli mustumist iseloomustavad pealkirjad: «nõrk», «keskmine»,



Joon. 122. Mootorite katsetamiseks kasutatava tsentraliseeritud vesivarustussüsteemi põhimõtteskeem

«tugev», «väga tugev». Täpsemate tulemuste saamiseks tuleb õli mustumist kontrollida otsekohe pärast filtreerimist. Seepärast asetatakse andur *8* vahetult filtri taha. Galvanomeetri kasutamist hõlbustab selle asetamine katsestendi lähedale. Seade lülitatakse sisse vajaduse järgi, harilikult kord päevas kindlal kellaajal.

Sissetöötamisel väheneb detailide kulumine tunduvalt väikese viskoossusega õlide kasutamisel. Mootorite sissetöötamisel ja katsetamisel tuleb kasutada industriaalõli 20 (ГОСТ 1707-51), mille kinemaatiline viskoossus on 17 ... 23 cSt.

Mootorite sissetöötamisel ja katsetamisel on suur tähtsus nõutava soojusrežiimi tagamisel. Jahutusvee temperatuurist sõltub suurel määral mootori koostöötavate detailide kulumine. Mootorisse siseneva vee temperatuur peab olema 65 ... 75° C, väljuva vee temperatuur aga 85 ... 90° C.

Katsetusjaamades kasutatakse mootorite normaalse temperatuurirežiimi hoidmiseks tsentraliseeritud vesivarustust. Tsentraliseeritud vesivarustuse põhimõtteskeem on näidatud joonisel 122. Ülemisest paagist *1*, mis täidab segisti ülesannet, läheb vesi isevooluteel läbi toru *5* katsetatavate mootorite *6* jahutussüsteemidesse. Jahutussärkidest voolab kasutatud vesi läbi toru *7* kogumispaaki *8* ja sealt pumba *9* toimel toru *10* kaudu segistisse *1* tagasi. Katsemootoritesse siseneva jahutusvee püsiva temperatuuri tagab segistisse *1* asetatud kontakttermomeetor *3*. See termomeeter juhib elektromagnetilist ventiili *2*, mis omakorda reguleerib külma vee juurdevoolu torust *4*. Veenivoo hoiab segistis vajalikul kõrgusel ülevoolutoru *11*. Pumba *9* lülitavad perioodiliselt sisse ja välja kogumispaaki *8* asetatud nivoosignalisaatorid.

Sissetöötamisele ja katsetamisele saabuv mootor peab olema täiesti komplektne. Tal peavad olema karburaator, kütusepump ja elektriseadmed.

Mootori sissetöötamine ja katsetamine koosneb järgmistest etappidest:

1) mootori asetamine stendi ja ettevalmistamine külmalt sissetöötamiseks;
2) sissetöötamine külmalt;
3) mootori ettevalmistamine sissetöötamiseks kuumalt;
4) sissetöötamine kuumalt (koormuseta ja koormusega);
5) mootori katsetamine ja vastuvõtmine.

Automootorite kapitaalremondile järgneva sissetöötamise ja katsetamise režiimid on toodud tabelis 13.

Mootori ettevalmistamine külmalt katsetamiseks seisneb järgmises. Mootor asetatakse stendile. Seejärel ühendatakse ta toite-,

Tabel 13

Automootorite sissetöötamise ja katsetamise režiimid

Sissetöötamise staadium	ГАЗ-51			ЗИЛ-164		
	Väntvõlli pöörded minutis	Koormus hj	Kestus min.	Väntvõlli pöörded minutis	Koormus hj	Kestus min.
Sissetöötamine külmalt . . .	500 . . . 700 850 . . . 950	— —	15 15	500 . . . 600 850 . . . 900	— —	20 10
Sissetöötamine kuumalt koormuseta . . .	1200 . . . 1300	—	20	900 . . . 1100 1300 . . . 1500	— —	10 10
Sissetöötamine kuumalt koormusega . .	1500 . . . 1800 1800 . . . 2000	10 . . .15 15 . . .20	25 20	1200 . . . 1400 1400 . . . 1500	10 . . . 15 15 . . . 20	15 10
Sissetöötamise ja katsetamise üldine kestus	—	—	95	—	—	75
Mootori vastuvõtmine . .	Mitte üle 2500	—	5	Mitte üle 2500		5
Valikkatsetused	1400	35	—	1200	44	—

õlitus- ja jahutussüsteemi torustikega. Süüteküünlad peavad olema välja keeratud, toite- ja süütesüsteem välja lülitatud. Selleks et sissetöötamise ja katsetamise käigus avastada jahutus- või õlitussüsteemi lekkimist, tuleb mootor kuivaks pühkida. Erilist tähelepanu on vaja pöörata liitekohtadele, keevisõmblustele ja paikadele, kui neid mootoril leidub.

Enne külmalt sissetöötamise alustamist tuleb valada mootori igasse silindrisse küünlaava kaudu 20 g mootoriõli. Siis lülitatakse stendi elektrimootor tööle ja töötatakse mootor mitmesugustel pööretel külmalt sisse.

Enne kuumalt sissetöötamist keeratakse kohale süüteküünlad ning lülitatakse sisse toite- ja süütesüsteem. Mootor käivitatakse stendi elektrimootoriga.

Kuumalt sissetöötamisel peab õlirõhk olema magistraalis vähemalt 1 kG/cm², õli temperatuur 60 ... 90° C, jahutussärgist väljuva vee temperatuur 85 ... 90° C.

Pärast kuumalt sissetöötamist võetakse mootor vastu. Vastuvõtmisel kontrollitakse: a) mootori töötamist tühikäigu minimaalsetel pööretel; b) mootori töötamist muutuvatel pööretel.

Mootor töötab vastuvõtmisel 5 minutit.

Mootori poolt arendatavat võimsust kontrollitakse tehniliste tingimuste alusel valikuliselt. Võimsus peab olema mootoril ГАЗ-51 pööretel 1400 p/min vähemalt 35 hj, mootoril ЗИЛ-164 pööretel 1200 p/min vähemalt 44 hj. Võimsuse kontrollimisel ei tohi seguklapp olla maksimaalselt avatud asendis üle ühe minuti.

Peale nimetatu on mootori vastuvõtmisel vaja:

a) kontrollida süütemomendi õigsust;

b) kuulatleda mootorit;

c) kontrollida siduri lahutumist;

d) kontrollida, kas ühenduskohtadest ei tilgu õli, bensiini või vett;

e) kontrollida, kas õli jämefiltri käepide pöördub kergesti.

Töötava mootori müra peab olema ühtlane, ilma teravalt eralduvate kohalike kloppimisteta.

Remonditud mootoritel on lubatud:

a) üldise müraga ühte sulav klappide ja tõukurite klõbin;

b) jaotushammasrataste ühtlane madalatooniline müra;

c) õlipumpa käitavate hammasrataste nõrk müra;

d) vähene gaaside väljumine õli sissevalamise torust, mis on tingitud sellest, et rõngad ei ole täielikult sisse töötanud.

Remonditud mootoritel ei tohi esineda:

a) kepsu- ja raamlaagrite kloppimist;

b) kolbide ja kolvisõrmede kloppimist ja kinnijäämist;

c) klappide ja tõukurite tugevat kloppimist;

d) tugevat, ilma stetoskoobita kuuldavat jaotushammasrataste müra;

e) gaaside väljumist tihendite vahelt;

f) õhu läbiimemist sisselaskekollektori ja karburaatori tihendite vahelt;

g) õli, bensiini või vee tilkumist tihendite vahelt.

Mootor loetakse vastuvõetuks järgmistel tingimustel:

a) kui ta käivitub vändast;

b) tal ei ole ühtki ülalmainitud defektidest;

c) töötab keskmistel pööretel stabiilselt, ilma vahelejätmiste ja ülekuumenemiseta;

d) avatud õhuklapi korral töötab stabiilselt madalatel tühikäigu pööretel (400 ... 500 p/min).

Katsetamisel ilmnenud defektid tuleb kõrvaldada enne mootori lõplikku vastuvõtmist. Sõltuvalt defektide iseloomust läheb mootor pärast nende kõrvaldamist kas lõplikule vastuvõtmisele või korratakse sissetöötamist, mille maht sõltub kõrvaldatud defektide iseloomust ja arvust.

Teistkordne sissetöötamine toimub täies ulatuses sel juhul, kui vahetati kas või üks kolb, kolvirõngas, kepsu- või raamlaagri liud. Jaotushammasrataste, õlipumba, jaotusvõlli, jaotusvõlli pukside, klappide või tõukurite vahetamisel võib sissetöötamist lühendada 30 ... 40 minutini.

Teistkordselt ei ole vaja sisse töötada mootorit, millel võeti lahti või vahetati karteripõhi, võeti maha jaotushammasrataste kaas (ilma et hammasrattaid oleks vahetatud), vahetati klapivedru, reguleeriti klappe, vahetati põrkmuhv või pingutati lekkimise kõrvaldamiseks ühenduskohti.

Mootorite kontrollülevaatus. Remondi kvaliteedi hindamiseks teostatakse kuni 10%-le sissetöötatud ja katsetatud mootoritest valikuline kontrollülevaatus. Mootori kontrollülevaatus toimub spetsiaalsel stendil (vt. joon. 13).

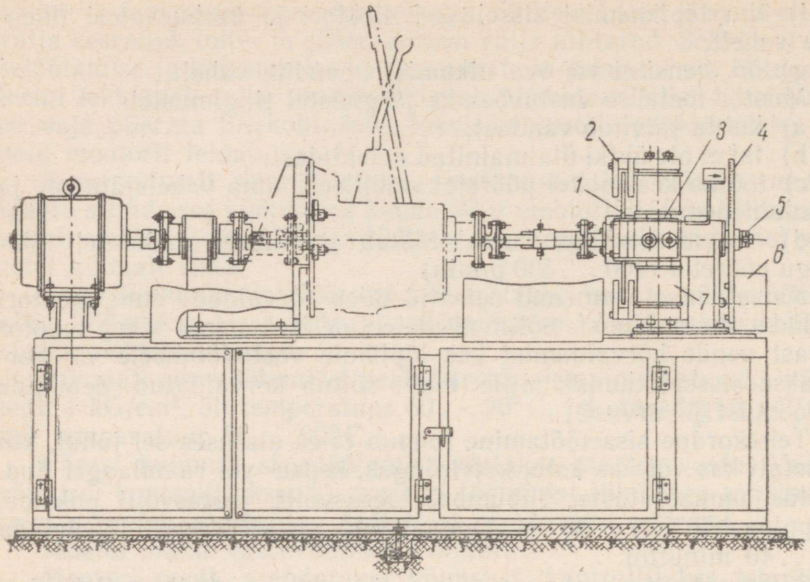
Kontrollülevaatusel võetakse mootor lahti. Temalt eemaldatakse plokikaas ja karteripõhi. Väntvõlli laagrite, kolbide ja kolvirõngaste sissetöötamise kvaliteedi hindamiseks eemaldatakse raamlaagrite kaaned ja võetakse välja kolvi-kepsugrupp.

Silindrite ja kolbide pindadel ei tohi olla kriimustusi, marrastusi, kolvi ebaühtlast kontakti silindriseinaga, samuti rõngaste kinnijäämist. Rõngad peavad kolvi ringsoontes vabalt pöörduma ja rõngaste lukuvahe olema tehniliste tingimustega lubatud piirides.

Raam- ja kepsulaagrite kontaktpind peab moodustama laagri üldpinnast vähemalt 75%. Kui kontaktpind koosneb üksikutest laikudest, peab summaarne kontaktpind moodustama samuti vähemalt 75% laagri üldpinnast.

Kui kontrollülevaatusel avastatakse defekte, siis need kõrvaldatakse, ja kui tehnilised tingimused nõuavad, töötatakse mootor uuesti sisse.

Vastuvõetud mootorite karburaatori ja sisselasketorustiku



Joon. 123. Käigukastide sissetöötamise ja katsetamise elektromagnetiline pidurdusstend

vahele tuleb asetada piirdeseib: mootoril ГАЗ-51 ava läbimõõduga 20 mm ja mootoril ЗИЛ-164 ava läbimõõduga 16 mm.

Piirdeseib peab olema plommitud ja selle võib eemaldada alles siis, kui auto on sõitnud vähemalt 1000 km. Pärast vastuvõtmist mootor värvitakse.

Käigukastide sissetöötamine ja katsetamine. Pärast koostamist töötatakse käigukastid sisse ja katsetatakse. Sissetöötamise ja katsetamise käigus kontrollitakse:

1) kuidas töötavad hammasrattad kõigil käikudel;

2) kui kergesti hammasrattad lülituvad ja kas nad ei lahutu iseenesest;

3) kas laagrid ei kuumene;

4) kas kaante ja laagrite tihendite vahelt ei tilgu õli jne.

Sissetöötamine ja katsetamine toimub spetsiaalsetel stendidel kõigil käikudel, nii koormuseta kui ka koormusega.

Käigukaste koormatakse elektromagnetiliste pidurite, asünkroonmootorite või hüdropiduritega.

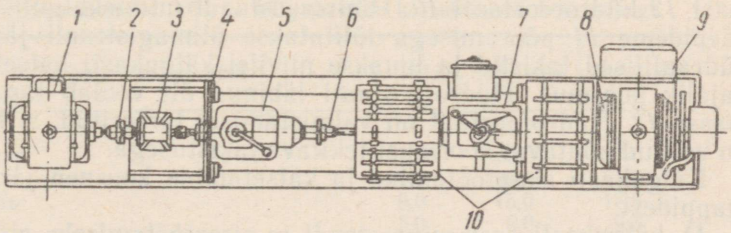
Joonisel 123 on näidatud elektromagnetiline pidurdusstend. Katsetatav käigukast asetatakse stendi. Vedav võll ühendatakse elektrimootoriga, veetav võll aga spetsiaalse võlli abil elektromagnetilise piduriga. Pidur koosneb ajamivõlli äärikuga ühendatud liikuvast kettast *1* (ketas on äärikust elektriliselt isoleeritud), poltidega südamiku *3* külge kinnitatud liikumatutest ketas-

test *2* ja neljast poldist *7*. Elektromagneti südamik *3* on liistu abil ühendatud kettaga *4*, millele on kinnitatud raskus *6*. Elektromagnetilise piduri poole toidetakse seleenalalditest, mida omakorda toidetakse reguleeritava autotrafo kaudu vahelduvvooluvõrgust.

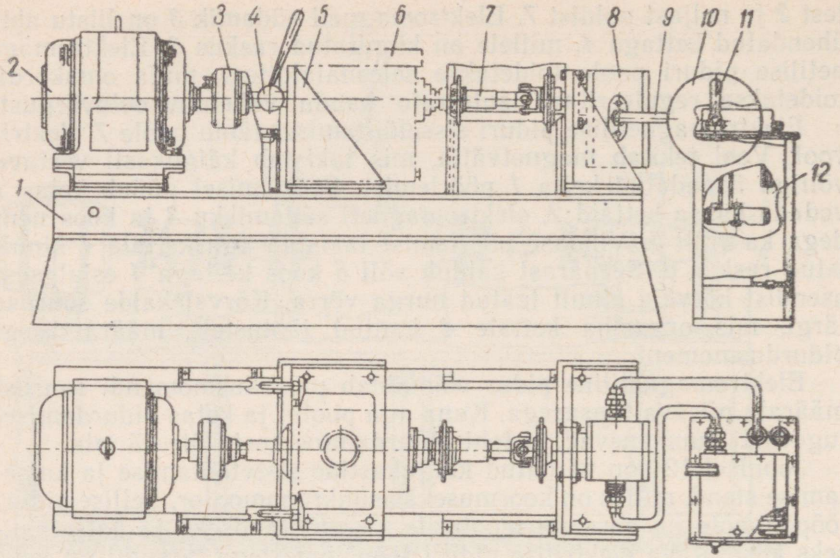
Elektromagnetilise piduri sisselülitamisel läbib poole *7* elektrivool. Vool tekitab magnetvälja, mis takistab käigukasti veetava võlliga ühendatud ketta *1* pöörlemist. Pöörlemisel püüab ketas *1* vedada kaasa kettaid *2*, elektromagneti südamikku *3* ja koos nendega ka võlli *5*. Viimase pöörlemist takistab aga kettale *4* kinnitatud raskus *6*. Seepärast kaldub võll *5* koos kettaga *4* esialgsest asendist kõrvale ainult teatud nurga võrra. Kõrvalekalde suuruse järgi, mis on näha kettale *4* kantud jaotustelt, määrataksegi pidurdusmoment.

Elektromagnetiline pidur võimaldab pidurdusmomendi suurust määrata piisava täpsusega. Kuna aga poolid ja ketas pidurdamisel tugevasti kuumenevad, ei tohi pidurdamine kesta üle 15 min.

Joonisel 124 on näidatud käigukastide sissetöötamise ja katsetamise stend, milles on koormuseks asünkroonmootor. Sellise piduri tööpõhimõte on sarnane mootorite sissetöötamiseks ja katsetamiseks kasutatava elektrilise piduri tööpõhimõttega. Stendil on kaks elektrimootorit: vedav *1* ja pidurdav *8*. Mootor *1* paneb siduri *2* ja võlli *3* kaudu pöörlema kandurile *4* kinnitatud käigukasti *5* vedava võlli. Katsetatava käigukasti veetav võll ühendatakse vahevõlli *6* kaudu stendi käigukasti *7* võlliga. Stendi käigukastina kasutatakse harilikult auto käigukasti. Selle käigukasti vedav võll ühendatakse siduri abil pidurdava elektrimootori *8* võlliga. Vahevõll ja sidur on kaetud kaitsekilpidega *10*. Pidurdav faasirootoriga asünkroonmootor on asetatud balanssiirselt kahele laagripukile ja hoova abil ühendatud kaalumehhanismiga *9*. Pidurdava elektrimootori pöördeid mõõdetakse elektrilise tahhomeetriga. Pidurdusmomenti reguleeritakse vedelikreostaadiga, mis asetseb eraldi. Eri tüüpi käigukastide katsetamiseks on vaja vahetada äärikud, millega käigukast kinnitatakse kanduri *4* külge, ja vahevõll *6*. Pidurdava elektrimootori *8* pöörded peavad olema kõigil katse-



Joon. 124. Käigukastide sissetöötamise ja katsetamise stend, milles on koormuseks asünkroonmootor



Joon. 125. Hüdraulilist pidurdusseadet omav käigukastide sissetöötamise ja katsetamise stend:
1 — raam; *2* — elektrimootor; *3* — sidur; *4* — ekstsentrikklamber; *5* — kandur katsetatava käigukasti kinnitamiseks; *6* — katsetatav käigukast; *7* — kardaan; *8* — õlipump; *9* — õlitoru; *10* — hüdroreostaat; *11* — mitmekäigulise kraani käepide; *12* — õlianum

režiimidel vedava elektrimootori *1* pööretest kõrgemad. See saavutatakse stendi käigukastiga *7*. Viimane tekitab katsetamisel müra, mis segab katsetatava käigukasti kuulamist. Käigukasti asemel on võimalik kasutada müratult töötavaid klots-rihmvariaatoreid.

Joonisel 125 on näidatud hüdraulilise pidurdusseadmega käigukastide sissetöötamise ja katsetamise stend. Seade koosneb õlipumbast ja hüdroreostaadist. Reostaadil on mitmekäiguline kraan ja komplekt hüdrotakisteid (düüsidega kanaleid). Katsetatava käigukasti *6* veetav võll ühendatakse kardaanülekande *7* kaudu hammasratasõlipumbaga *8*, mis pumpab töötamisel õli anumast *12* hüdroreostaati *10*. Hüdroreostaadi mitmekäigulise kraani käepideme *11* pööramisega lülitatakse õlimagistraali järjestikku hüdraulilised takistid ja luuakse niiviisi käigukasti katsetamiseks vajalik koormus. Hüdroreostaati läbinud õli voolab tagasi anumasse *12*. Hüdroreostaat on valmistamisel tareeritud, s. t. düüsid on valitud nõutavat koormust tekitava takistusega.

Käigukasti sissetöötamine ja katsetamine koosneb järgmistest etappidest:

1) käigukasti asetamine stendi ja sissetöötamiseks ettevalmistamine;

2) sissetöötamine ja katsetamine koormuseta;

3) sissetöötamine ja katsetamine koormusega.

Katsetatava käigukasti vedava võlli pöörded peavad olema 1000...1500 p/min. Katsetamise kestust ei reglementeerita. See sõltub ajast, mis kulub katsetatava käigukasti kuulamiseks ja defektide avastamiseks kõigil käikudel. Enamikus remondiettevõtetes on käigukasti sissetöötamise ja katsetamise üldine kestus keskmiselt 20...25 minutit, sellest koormuse all 12...15 minutit. Ühel käigul kestab katsetamine 3...4 minutit.

Enne sissetöötamise ja katsetamise alustamist peab käigukasti karter olema täidetud sissevalamise ava servani puhta transmissiooniõliga. Koormusega sissetöötamisel ja katsetamisel koormatakse käigukasti pidurdusmomendiga. Käigukastide katsetamisel kasutatavad pidurdusmomendid on toodud tabelis 14.

Veosildade sissetöötamine ja katsetamine. Veosildade koostamisele järgneb katsetamine, mille käigus kontrollitakse:

1) kuidas töötavad peaülekande ja diferentsiaali hammasrattad;

2) kui vabalt pöörlevad rattarummud koos piduritrumlitega;

3) kas ei esine rummude viskumist (rattakilpide liitepinnas);

4) kas laagrid ei kuumene;

5) kas tihendid, liitepinnad ja korgid ei lase õli läbi.

Mõnikord toimub veosilla sissetöötamise ja katsetamise perioodil pidurite eelreguleerimine .Sellisel juhul peab katsestendi konstruktsioon võimaldama nimetatud operatsiooni sooritada.

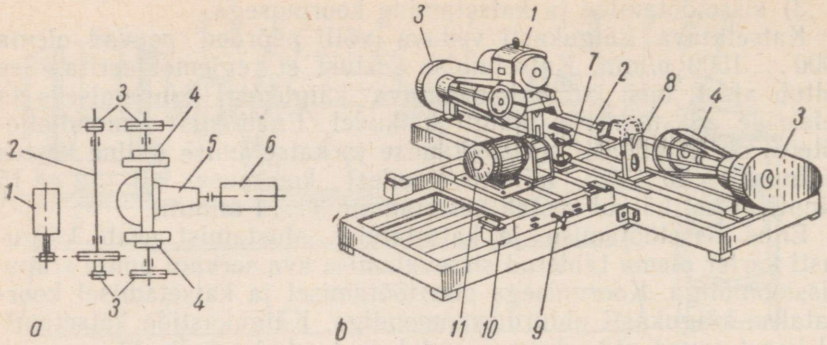
Veosildade koormusega katsetamise stendid peavad olema varustatud diferentsiaali blokeerimise seadmega. See tagab katsetamisel koormusrežiimi stabiilsuse ja lihtsustab tunduvalt pidurdusmomendi reguleerimist. Diferentsiaali blokeerimiseks asetatakse tagasilda spetsiaalsed poolteljed, mis on omavahel nuutidega ühendatud.

Konstruktsioonilt on kõige lihtsam selline veosildade katsetamise stend, kus koormus tekitatakse piduritrumlite pidurdamisel piduriklotsidega (nagu auto ekspluateerimiselgi). Kuid sellisel

Tabel 14

Pidurdusmomendid kG·m käigukastide katsetamisel koormusega

Sisselülitatud käik	ГАЗ-51А	ЗИЛ-164	МАЗ-200
Esimene	33,0	50,0	57,0
Teine	16,0	26,0	31,0
Kolmas	9,0	15,0	17,5
Neljas	5,0	8,0	9,0
Viies		7,0	7,4
Tagurpidi	40,0	52,0	61,0



Joon. 126. Veosildade sissetöötamise ja katsetamise stend, milles on koormuseks asünkroonmootor:
a — põhimõtteskeem; *b* — üldvaade

stendil ei tohi trumleid kestvalt pidurdada. Poolteise- kuni kaheminutised koormuse perioodid peavad vahelduma koormuseta perioodidega. See on tingitud pidurite konstruktiivsetest iseärasustest. Pidurid on ette nähtud lühiajaliseks töötamiseks ja kuumenevad kestval pidurdamisel üle.

Joonisel 126 on näidatud veosildade sissetöötamise ja katsetamise stend, milles on koormuseks asünkroonmootor. Katsetatav sild asetatakse kolmele toele: keskmisele *7* ja kahele külgmisele *8*. Veosilla vedav võll ühendatakse elektrimootori *6* võlliga. Elektrimootor on asetatud liikuvale plaadile *11*, mida saab kruviajami *9* abil liigutada ristsuunas. Peale selle võib plaat *11* koos raamiga liikuda neljal rullil *10* pikisuunas. Pikisuunas võib liikuda ka kesktoe *7* ülaosa. See kõik võimaldab katsetada eri tüüpi veosildasid. Katsetatava veosilla piduritrumlite külge kinnitatakse liugmuhvid *4*. Need muhvid asuvad hammasvõllidel, mis on kettülekannete *3* kaudu ühenduses neljale kuullaagrile toetuva blokeeriva võlliga *2*. Blokeeriv võll *2* on kiilrihmülekande abil ühendatud koormava asünkroonmootoriga *1*.

Pidurdusmomenti reguleeritakse elektrimootori *1* rootorimähise ahelasse lülitatud reostaadi takistuse muutmisega. Seda tüüpi pidurdusseadme eeliseid on kirjeldatud eespool, mootorite katsetamisseadmete vaatlemisel. Katsetatava tagasilla diferentsiaali blokeerimiseks kasutatakse blokeerivat võlli *2* ja kettülekannet *3*.

Veosildade sissetöötamine ja katsetamine koosneb järgmistest etappidest:

1) veosilla asetamine stendi ning sissetöötamiseks ja katsetamiseks ettevalmistamine;
2) veosilla sissetöötamine ja katsetamine koormuseta;
3) veosilla sissetöötamine ja katsetamine koormusega;

Tabel 15

Pidurdusmomendid tagasildade katsetamisel koormusega

Näitajad	ГАЗ-51А	ЗИЛ-164	МАЗ-200
Pidurdusmoment ühel poolteljel kG · m	16,5	30,5	54,0

4) tagarataste pidurimehhanismide kontrollimine ja reguleerimine.

Tagasildade katsetamisel kasutatavad pidurdusmomendid on toodud tabelis 15.

Veosildade katsetamisel on vedava hammasratta pöörded 1000... 1500 p/min. Katsetamine kestab ilma koormuseta 5 minutit ja koormusega 10 minutit.

Enne katsetamise algust peab veosilla karter olema täidetud õli sissevalamise ava alumise servani puhta transmissiooniõliga.

Stendil katsetatav veosild peab vastama järgmistele tingimustele:

a) rummud koos piduritrumlitega peavad pöörlema sujuvalt ja vaikselt;

b) piduritrumlid peavad pöörlema vabalt, kuid ilma märgatava telglõtku ja viskumiseta;

c) piduri tugiketta äärise ja trumli vahel ei tohi olla vertikaalpilu;

d) tagasilla peaülekanne ja diferentsiaal peavad töötama sujuvalt, ilma kinnijäämiste ja kloppimisteta.

Kallurite tõstemehhanismide katsetamine. Kalluri tõstemehhanismi katsetamisel kontrollitakse süsteemi hermeetilisust, õlirõhku ja kolvivarre liikumiskiirust.

Süsteemi hermeetilisus sõltub kolvi ja kolvirõngaste ning silindriseina vaheliste lõtkude suurusest ning kolvivarre kontakttihendi kvaliteedist. Tõstemehhanismi katsetatakse hüdraulilise koormusseadmega stendil.

Tõstemehhanismi õlipumba katsetamisel pumbatakse õli läbi spetsiaalse drosseli. Pumba tootlikkust ja rõhku võrreldakse etaloonpumba vastavate andmetega.

Tõstemehhanismi hüdrosilindri katsetamisel kasutatakse koormuseks katsestendi hüdrosilindrit. Hüdrosilindri remondi kvaliteedi üle otsustatakse aja järgi, mis kulub koormatud kolvi liikumiseks äärmisest alumisest asendist äärmisse ülemisse, ja selle järgi, kui palju liigub vars seisva pumba korral koormuse mõjul alla.

Kallurite tõstemehhanismide katsetamise režiimid on toodud tehnilistes tingimustes.

Ohutustehnika põhinõuded. Mootoreid töötatakse sisse ja katsetatakse teistest tootmisjaoskondadest isoleeritud ruumis — katsetusjaamas. Ülejäänud agregaate töötatakse sisse ja katsetatakse harilikult agregaatide remontimise jaoskonnas. Katsetusjaam peab olema valge, kuiv ja soe. Ruumi põrand olgu kõva ja sile, kuid mitte libe. Põrandal peab olema kalle kanalisatsioonitrapi suunas. Töökohtadele tööliste jalgade alla tuleb asetada kantavad puitrestid.

Mootorite sissetöötamisel ja katsetamisel võivad heitgaasid torustiku ebatihedate liitekohtade vahelt tungida katsetusjaama ruumi. Bensiinimootorite heitgaasid koosnevad süsihappegaasist, veeaurust, vingugaasist ja lämmastikust. Diiselmootori heitgaaside koosseisu kuulub peale nimetatud komponentide veel akroleiin.

Tervisele on kõige kahjulikumad vingugaas ja akroleiin.

Vingugaas (CO) on õhust veidi kergem värvuseta ja lõhnata gaas. Ta seguneb hästi õhuga ja mürgistab seda. Vingugaas on äärmiselt mürgine. Tema mürgine toime tugevneb, kui õhus on süsihappegaasi (CO_2). Viimase mõjul inimese hingamine sageneb ja seetõttu suureneb paratamatult ka vingugaasi sissehingamine. Sattudes koos õhuga inimese organismi, tõrjub vingugaas verest hapniku välja ja mürgitab niiviisi organismi. Tekib peavalu, peapööritus, unetus, närvilisus, isutus, iiveldus ja südamekloppimine.

Akroleiin (akrüülaldehüüd $CH_2 \cdot CH_2 \cdot CHO$) on värvuseta vedelik, mille terav lõhn tuletab meelde küünla kustutamisel tekkivat lõhna. Heitgaasides esineb ta auruna.

Isegi vähese akroleiinisisaldusega õhu lühiajaline sissehingamine ärritab silmade, nina ja kurgu limanahka. Korduval toimel tekivad seedehäired, iiveldus, rõhuv tunne rinna all ja kõhuvalu või valuhood.

Ka bensiiniaurud mõjuvad töötajate tervisele kahjulikult. Bensiiniauru sisaldava õhu sissehingamisel tekib peavalu ning kurgu, nina ja silmade limanaha ärritus. Seepärast peab katsetusjaama ruum olema varustatud läbitõmbeventilatsiooniga.

Kõik elektriseadmete ja elektritööriistade metallosad, mis võivad pingestuda, peavad olema maandatud. Transformaatorid ja koormusreostaadid piiratagu kaitsekilpidega.

Kantavad elektrilised tööriistad (trillid, mutrikeerajad) peavad töötama kuni 36 V, kandelambid — kuni 12 V pingega. Enne sissetöötamise ja katsetamise stendi käivitamist on vaja kontrollida katsetatava agregaadi kinnitust ja stendi pöörlevate osade vastastikust ühendust, samuti õli olemasolu mootori karteris.

Diiselmootorite sissetöötamise ja katsetamise stendid tuleb varustada spetsiaalse seadmega mootori avariiliseks seisakamiseks juhul, kui mootor hakkab «lõhkuma».

Agregaatide sissetöötamise ja katsetamise perioodil on keela-

tud teha kinnitus-, reguleerimis- või mõnda muud liiki töid. Neid töid lubatakse teha ainult pärast pöörlevate osade peatumist. Katsetusjaamas peab olema piisaval hulgal tulekustutusvahendeid (tulekustutid, kastid kuiva liivaga, viltvaip). Kütuse ja õli varu ei tohi ületada ühe vahetuse vajadust. Seda varu tuleb hoida hermeetiliselt suletavate korkidega metalltaaras. Katsetusjaamas on keelatud kasutada lahtist tuld.

9. PEATÜKK

AUTO ÜLDINE KOKKUMONTEERIMINE, KATSETAMINE JA ÜLEANDMINE

§ 17. KOOSTAMINE

Kapitaalremondis monteeritakse auto kokku voolumeetodil. Selle meetodi olemust ja eeliseid vaadeldi üksikasjalikult auto demontaaži kirjeldamisel.

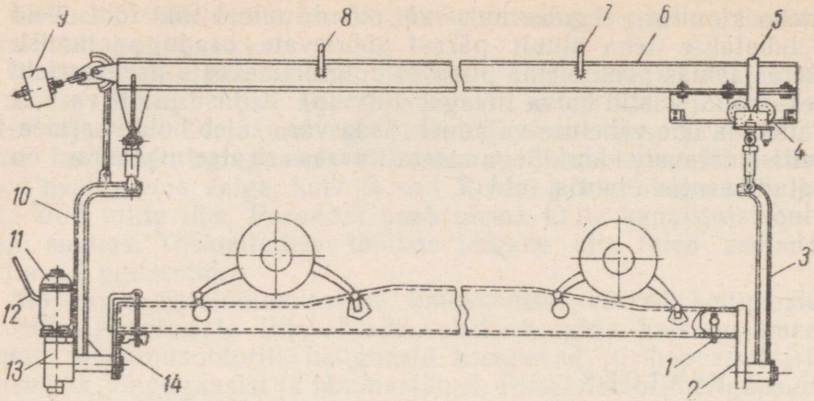
Auto üldine kokkumonteerimine seisneb koostatud, katsetatud ja värvitud agregaatide ja sõlmede monteerimises remonditud ja värvitud raamile (kandvale kerele).

Nii nagu agregaatide ja sõlmede koostamiseks töötatakse ka auto kokkumonteerimiseks välja tehnoloogiline protsess ja vormistatakse tehnoloogilised kaardid. Kokkumonteerimine toimub kooskõlas autode remontimise, koostamise ja katsetamise tehniliste tingimustega. Veoautosid monteeritakse perioodilise liikumisega konveieritel (vt. § 5).

Kokkumonteerimine algab auto kummulikeeratud raami asetamisest konveierile. Seejärel kinnitatakse raamile vedrudega ühendatud esi- ja tagasild ning pööratakse raam koos sildadega spetsiaalse seadme abil normaalasendisse (joon. 127). Siis asetatakse kohale kardaanülekanne, mootor koos käigukastiga ja roolimehhanism, edasi — kabiin, radiaator ja välisosad. Viimasel postil tangitakse auto vee, bensiini ja õliga ning suunatakse katsetamisele.

Raamita sõiduautod monteeritakse kokku järgmiselt.

Remonditud ja värvitud kere asetatakse spetsiaalsele estakaadile. Siin kinnitatakse külge kütusepaak, torustikud ja pidurisüsteemi detailid. Selliselt eelkoostatud autokere asetatakse tõstetranspordivahendite abil spetsiaalsele konduktorstendile, kuhu on eelnevalt tõstetud agregaadid (esisild koos mootori ja käigukastiga, tagasild koos vedrudega). Konduktorstendi konstruktsioon



Joon. 127. Stend auto alusvankri kummulipööramiseks:
1 — fiksaator; *2* — eesmine haarats; *3* — eesmine kandur; *4* — liikuv vankrike; *5* — kaitselook; *6* — kandetala; *7, 8* — sangad stendi kinnitamiseks elektritelferi külge; *9* — vastukaal; *10* — tagumine kandur; *11* — elektrimootor; *12* — elektrikaabel; *13* — reduktor; *14* — tagumine haarats

tagab kere ja agregaatide kinnituskohtade täpse ühtelangemise (agregaatide asend stendil vastab nende tegelikule asendile autol).

Agregaatide külgeühendamisele järgneb rataste allapanek. Seejärel võetakse auto konduktorstendilt maha ja asetatakse põrandale, kus monteerimine lõpetatakse. Kokkumonteeritud sõiduauto tangitakse vee, bensiini ja õliga ning suunatakse katsetamisele.

§ 18. AUTODE KATSETAMINE JA ÜLEANDMINE

Auto kokkumonteerimise kvaliteedi kontrollimiseks katsetatakse autot spetsiaalsel stendil või proovisõidul. Võrreldes proovisõiduga on stendikatsel hulk olulisi eeliseid.

Proovisõitu raskendavad erinevate aastaaegade isesugused ilmastikutingimused (vihm, pori, lumi, kiilasjää jne.). Auto katsetamise kvaliteet sõltub sel juhul palju katsetaja kvalifikatsioonist.

Stendikatse sooritatakse kinnises ruumis. Mitmesuguste abinõude ja seadmete kasutamine võimaldab autot kontrollida vastavalt remontimise, koostamise ja katsetamise tehnilistele tingimustele. Peale selle lühendab stend tunduvalt katsetamise kestust.

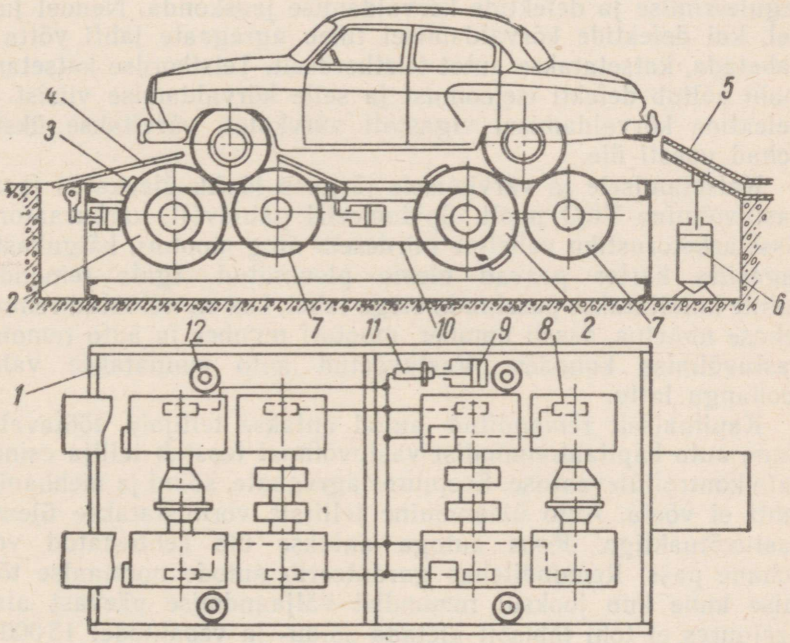
Autode koostamisjärgse katsetamise stend on näidatud joonisel 128. Stend koosneb keeviskonstruktsiooniga raamist *1*, millele on monteeritud neli paari trumleid *2* ja *7*. Kaks trumlipaari on monteeritud auto tagasildadele, millelt on eemaldatud peaülekanded ja diferentsiaalid. Ülejäänud kaks paari on asetatud auto tagasilla pooltelgede katetele vabalt. Trumlid on varustatud hüdrauli-

lise distantsajamiga pidurimehhanismidega. Eesmiste trumlite *2* silinderpindadel on vasakul pool kõrgendused *3*. Need on ette nähtud selleks, et imiteerida katsetatava auto liikumist munakivisillutisel.

Auto sõidab ratastega stendi trumlitele. Tagumised trumlipaarid *7* ja *2* panevad pöörlema katsetatava auto tagarattad. Eesmine trumlipaar *2* saab pöörlemise tagumiste trumlitega ühendatud kiilrihmülekandelt *10*. Heitgaasid eemaldatakse toru *5* kaudu, mis seatakse vajalikule kõrgusele ja lastakse alla pneumosilindri *6* abil. Pneumaatilised tugiplaadid *4* väldivad katsetamisel auto liikumist trumlitelt. Külgmised rullid *12* piiravad auto liikumist külgsuunas.

Kui katsetatava auto rattad on kokkupuutes trumlite parempoolse sileda pinnaga, imiteeritakse rahulikku sõitu mööda siledat asfalteed. Rataste liikumisel trumlite vasakule kõrgendustega *3* poolele vastavad katsetingimused munakivisillutisega teel sõitmisele. Katsetamisel viiakse auto ühelt trumlite poolelt teisele rooliratta vähese pööramisega.

Koormus tekitatakse auto katsetamisel trumlite *2* ja *7* pidurdamisega pidurimehhanismide abil. Suruõhu poolt pneumosilindris *9*



Joon. 128. Stend auto koostamisjärgseks katsetamiseks

tekitatav rõhk paneb tööle piduri peasilindri *11*, millest pidurivedelik suundub trumlite pidurimehhanismidesse asetatud töösilindritesse *8*. Tugiplaatide *4* ja ventilatsioonitoru *5* tõstmise ja allalaskmise juhtimine on üldise pneumolüliti abil blokeeritud stendi trumlite pidurisüsteemiga. Selline stendi konstruktsioon võimaldab imiteerida teetingimusi, tekitada nõutavat koormust ja saavutada lühikese ajavahemiku kestel katsetamiseks vajalikke temperatuurirežiime. See saavutatakse trumlite *2* ja *7* masside ja läbimõõdu ning telgede vahe (sellest sõltub rataste haardenurk) valikuga, samuti trumlite asetamisega erinevale kõrgusele.

Proovisõidul peab auto läbima 30 km koormaga, mis vastab 75%-le nominaalkandejõust. Tee peab olema kõva kattega ja kiirus otseülekandel kuni 30 km tunnis.

Katsetamise režiim on ette nähtud tehniliste tingimustega. Auto paigalt liikumisel ei tohi mootori pöörded järsult tõusta. Soojal mootoril peab üleminek väikestelt pööretelt suurtele toimuma ilma karburaatori «aevastuste» ja summuti «paukudeta». Käigud peavad lülituma kergelt ja müratult. Katsetamise perioodil peab jahutusvee temperatuur olema normi piirides.

Katsetamise käigus ja pärast katsetamist teostatakse auto hoolikas kontrollülevaatus. Kõik avastatud defektid kantakse spetsiaalsele sissesõidulehele. Auto saabub koos sissesõidulehega reguleerimise ja defektide kõrvaldamise jaoskonda. Nendel juhtudel, kui defektide kõrvaldamisel tuleb agregaate lahti võtta või vahetada, katsetatakse autot teistkordselt. Teistkordse katsetamise maht sõltub defekti iseloomust ja selle kõrvaldamise viisist. Kui defektide kõrvaldamisel vigastati värvkatet, värvitakse üksikud kohad uuesti üle.

Katsetamisele ja värvimisele järgneb lõplik ülevaatus ja auto vastuvõtmine TKO poolt. Spidomeetri paindvõll, karburaatori ja sisselasketorustiku vaheline piirdeseib ning mootori, käigukasti ja tagasilla karter peavad olema plommitud. Igale remonditud autole kinnitatakse passiandmetega tabel, kus on näidatud remonditehase nimetus, šassii number, mootori number ja auto remondist vastuvõtmise kuupäev. Vastuvõetud auto suunatakse valmistoodangu lattu.

Kapitaalselt remonditud autod antakse tellijale töötavatena. Enne auto kapitaalremondist vastuvõtmist teostab tellija esindaja auto kontrollülevaatuse. Seejuures agregaate, sõlmi ja mehhanisme lahti ei võeta. Auto üleandmine tellijale vormistatakse üleandevastuvõtuaktiga. Koos autoga antakse üle kehtestatud vormi kohane pass. Remonditehas garanteerib autode normaalse töötamise kuue kuu jooksul remondist väljaandmise päevast alates. Seejuures ei tohi läbisõit ületada sõidu- ja veoautodel 15 000 km ja autobussidel 20 000 km ning tellija peab olema kinni pidanud auto kasutamise eeskirjadest.

Kui autol avastatakse enne garantiitähtaega rikkeid, mis ei ole tekkinud tellija süü tõttu, ja tehase TKO pooli asetatud plommid on terved, esitab tellija tehasele reklamatsiooniakti. Remonditehas on kohustatud vahetama reklamatsiooniaktis näidatud rikkis agregaadid või kogu auto kolme päeva jooksul.

Autoremonditehas ei võta pretensioone ja reklamatsioone vastu juhul, kui

a) karburaatori piirdeseib on eemaldatud enne 1000 km läbisõitu;

b) puudub ettenähtud vormi kohaselt koostatud akt piirdeseibi eemaldamise kohta;

c) auto mootor või teised agregaadid, milles defektid on avastatud, on võetud lahti ilma remonditehase või Riikliku Autoinspektsiooni esindaja juuresolekuta.

TEINE JAGU

AUTODETAILIDE TAASTAMISE MEETODID

10. PEATÜKK

DETAILIDE DEFEKTIDE JA TAASTAMISVIISIDE LIIGITUS

§ 19. HÕÕRDUMINE JA KULUMINE

Hõõrdumine on takistus, mis tekib kahe kokkupuutes oleva detaili suhtelisel liikumisel nende kokkupuute tasapinnas, kui on olemas detaile teineteise vastu suruv jõud. Liikumisele vastu suunatud takistusjõudu nimetatakse hõõrdejõuks. Sõltuvalt detailide suhtelise liikumise iseloomust tehakse vahet liugehõõrdumise ja veerehõõrdumise vahel.

Liugehõõrdumisel libiseb üks detail teise pinnal, s. t. ühe detaili ühed ja samad punktid lähevad kokkupuutesse teise detaili uute punktidega.

Veerehõõrdumise puhul veereb üks detail mööda teist, s. t. ühe detaili üksteisele järgnevad punktid lähevad kokkupuutesse teise detaili üksteisele järgnevate punktidega, kusjuures ühe detaili teise suhtes pöörlemise hetkeline tsenter langeb kokku ühega puutepunktidest. Detailide reaalsetes töötingimustes veerehõõrdumist puhtal kujul ei esine. Ta on alati seotud liugehõõrdumisega. Kõige iseloomulikemateks liideteks, kus sellist hõõrdumist kohtab, on veerelaagrid. Laagrite töötamine on paratamatult seotud libisemisega, sest kuulid või rullid ei saa libisemata pöörelda erinevate raadiustega pindadel, mille vahele nad on surutud.

Tüüpiliseks liiteks, milles üheaegselt liugehõõrdumisega täheldatakse veerehõõrdumist, on hammasülekanne. Niisugust hõõrdumist nimetatakse liithõõrdumiseks.

Sõltuvalt õlikihi olemasolust hõõrduvate pindade vahel eristatakse järgmisi hõõrdumise liike: kuiv-, piir-, vedelikuline ja poolvedelikuline hõõrdumine.

K u i v h õ õ r d u m i n e tekib siis, kui detailide töötavate pindade vahel ei ole määret (näiteks hõõrdumine siduri ketaste vahel, hooratta hammasvöö ja käiviti hammasratta vahel).

P i i r h õ õ r d u m i s e k s nimetatakse hõõrdumist, mis tekib detailide töötavate pindade vahel siis, kui neid lahutab väga õhuke

määrdekile (0,1 μ ja vähem). Sellist kilet ei näe palja silmaga ja ta püsib molekulaarjõudude mõjul tugevalt detaili pinnal (näiteks hõõrdumine silindri ülaosa peegelpinna ja surverõngaste vahel töösegu põlemise perioodil).

Vedelikuline hõõrdumine esineb siis, kui hõõrduvad pinnad on täielikult lahutatud määrdekihiga. Sel juhul ei ole tööpindade vahel otsest kontakti. Vedelikulist hõõrdumist kohtab töötava mootori kepsu- ja raamlaagrites.

Poolvedelikulist hõõrdumist täheldatakse neil juhtudel, kui samaaegselt vedelikulise hõõrdumisega esineb piir- või kuivhõõrdumine. See hõõrdumise liik esineb väntvõlli laagrites mootori käivitamise perioodil, samuti kolvisõrmel ja klapisäärel.

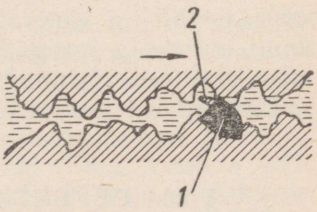
Autode kasutamisel muutuvad hõõrdumise tagajärjel mõõtmed, s. t. detailid kuluvad.

Kulumine on hõõrdumisprotsessi resultaat. Uurimised on näidanud, et pindade kulumine on suurim kuivhõõrdumise puhul, tunduvalt väiksem piirhõõrdumisel ja peaaegu puudub vedelikulisel hõõrdumisel. Sellest nähtub ka määrde kui töötavate pindade kulumist takistava ja vähendava vahendi osatähtsus. Auto muutuva töörežiimi, vältimatute peatumiste, käivituste ja teiste põhjuste tõttu on reaalsetes tingimustes võimatu tagada koostöötavate detailide vahel püsivat vedelikulist hõõrdumist.

Kõigis liikuvates liidetes, kuigi nad on arvestatud töötamiseks määrdega, esineb tegelikult koostöötavate pindade vastastikune kokkupuude, s. o. kuivhõõrdumine, mis kulutab detaile. Tuleb püüda selle poole, et detailide pinnad oleksid kogu oma töötamise kestel võimalikult pikemat aega õliga eraldatud.

Vaatleme kulumise iseloomu liugehõõrdumisel ja veerehõõrdumisel. Kuiva liugehõõrdumise puhul muudavad detailid kuludes oma esialgseid mõõtmeid ja kuju, mis rikub liidetele ettenähtud iste. Liite töötamisele kaasnevad mitut liiki kulumised.

Tänapäeva ettekujutuste kohaselt on liugehõõrdumisel põhilisteks kulumisliikideks abrasiiv-, korrosioon- ja soojuskulumine.



Joon. 129. Abrasiivkulumise skeem:
1 — kõva osake; *2* — kulumissaadus

Abrasiivkulumisele on iseloomulik kõvade osakeste (tolm, tahm, kulumissaadused jt.) olemasolu töötavate pindade vahel. Need osakesed moodustavad õliga abrasiivsegu ja suurendavad ühendatud detailide kulumist (joon. 129).

Korrosioonkulumine seisneb selles, et ümbritseva keskkonna mõjul moodustuvad detailide pindadele oksiidikelmed. Hõõrdumise käigus need purunevad ja tekivad uuesti. Sellise kulumise intensiivsus võib olla suur.

Soojuskulumisele on iseloomulik metalli mikroskoopiliste osakeste noolutus, karastus, ümberkristalliseerumine ja sulamine töötavate pindade kokkupuutekohtades hõõrdumisel eralduva soojuse mõjul. Nimetatud muutused on seotud pinnakihtide intensiivse kulumisega, mis on tingitud nende pehmenemisest ja muljumisest, samuti osakeste erosioonist ja keevitumisest. Erosiooni põhjustavad koostöötavate detailide pindade üksikutel kohtadel esinevad molekulaarsidemed, mis on alumiste kihtide omadest tugevamad. Hõõrdumisel purunevad niisugused sidemed allpool hõõrdepinda, ühe detaili tööpinna osakesed kanduvad teisele ja kulumine on intensiivne.

Nimetatud kulumise liik esineb detailidel, mille koostöötavatel pindadel on suured erisurved ja libisemiskiirused. Soojuskulumine on palju kordi intensiivsem kui korrosioonkulumine.

Veerehõõrdumisel on kulumine omapärane protsess, mida põhjustavad tööpindade keerukas pingeolukord ja korduvatest muutuvatest koormustest põhjustatud väsimusnähtused. Hõõrdepinna kulumisele on iseloomulik metalli murenemine ja üksikud või grupiviisilised rõugetaolised lohud. Veerehõõrdumise puhul on kulumise vähendamiseks samuti vaja kasutada määret, mis peab katma töötavad pinnad õhukese kilega.

Tegelikult esinevad autodetailide iga liite töötamisel mitut liiki kulumised. Nendest võivad ühed olla peamised, mis määravad detailide ekspluatatsioonilise kulumiskindluse, teised aga kaasnevad, mis mõjutavad peamist kulumist vähe.

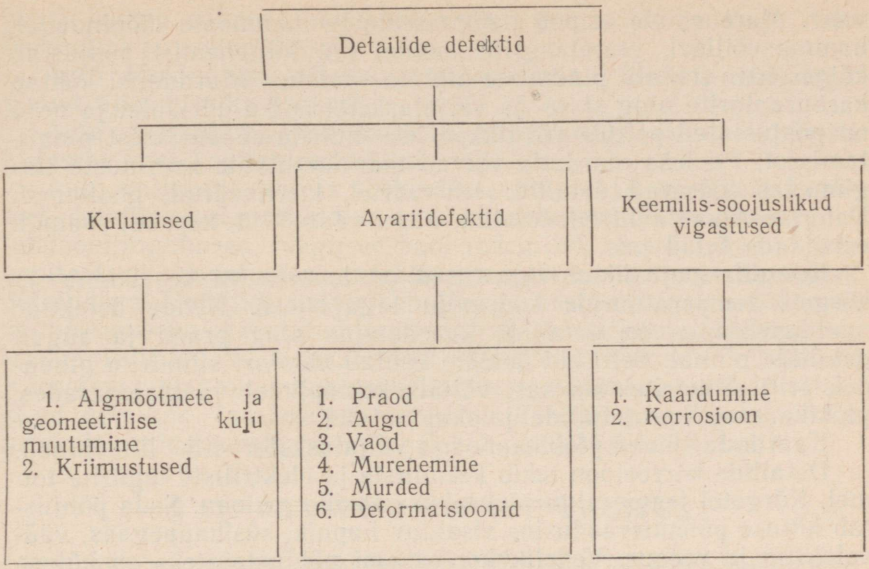
Lõpuks tuleb märkida, et toodud kulumiste liigitus ei ole ammendav. Kulumine on väga keerukas ja seni lõpuni selgitamata füüsikalis-keemiline protsess.

Kulumise vähendamiseks on teada järgmised võimalused: detailide hõõrdepinna kareduse vähendamine ja pinnakõvaduse tõstmine, metall- ja värvkatete ning antifriktsioonmaterjalide kasutamine, autode ja agregaatide koostamise, sissetöötamise ja katsetamise kvaliteedi tõstmine, auto mehhanismide ja sõlmede õigeaegne ja kvaliteetne tehniline teenindamine.

§ 20. DEFEKTIDE LIIGITUS

Kulumise ja iga liiki vigastuste tagajärjel tekivad ekspluatatsiooni käigus autodetailidel mitmesugused defektid (joon. 130). Vaatleme iga defektide rühma eraldi.

Detailide kulumine toimub hõõrdejõudude, metalli pind-



Joon. 130. Detailide defektide liigitus

miste kihtide väsimuse ja arvutuslikust suuremate koormuste toimel, mis rikuvad jäikust või detailide asetust sõlmes.

Kulumise tagajärjel muutuvad detailide esialgsed mõõtmed ja koostöötavate pindade esialgne kuju. Kui pindade vahele satuvad kõvad osakesed (tahm, kulumissaadused jms.), tekivad detailidele kriimustused ja marrastused. Neid defekte kohtab ümbritsevate ja ümbritsetavate detailide silinderpindadel, keermetel, fassong- ja kõverpindadel, võllihammastel (nuutidel) ja liistusoontes, hammasrataste tööpindadel, tugi- ja otspindadel. Näiteks kuluvad väntvõlli kaelad ovaalseks ja kooniliseks, nende pindadele tekivad aga kriimustused.

Avariidefektid on arvutuslikust tunduvalt suuremate koormuste, löökide, sisepingete, metalli väsimuse ja temperatuuri mõju tagajärjeks. Need defektid on võimalikud kepsudel, väntvõllidel, kardaanvõllidel, pooltelgedel, plokikaantel, siduriketastel, koonusdetailide mitmesugustel pindadel, hammasrataste ja võllihammaste tööpindadel. Toome näiteid. Praod võivad tekkida malmist sidurikojale, raami detailidesse, silindriploki ja plokikaane seintesse. Avade tekkimine silindriploki ja plokikaane jahutussärgi seintesse on löökide ja jahutusvee külmumise tagajärjeks (osa seina surutakse välja). Vagude (sügavate kriimustuste) tekkimine silindri pinnale on harilikult tingitud kolvisõrme lukustusrõnga lahtitulemisest (kolvisõrm liigub kohalt ja lõikab otsaga

vao). Murenemine esineb hammasrataste hammaste tööpindadel, hammasvõllidel, veerelaagrite soontel jm. Murenemist põhjustab kõige enam metalli pindmiste kihtide väsimus. Murdumisi kohtab karburaatorite ning sisse- ja väljalasketorustiku äärikutel ja need on põhjustatud poltide või tikkpoltide mutrite ebaühtlasest pingutamisest. Pooleks murduda võivad märkimuutvate koormuste tingimustes töötavad detailid: lehtvedrud, kruvivedrud, poolteljed. Deformeeruvad sellised detailid, nagu väntvõllid, kepsud, raamid, esisildade talad jms.

Keemilis-soojuslikud vigastused on ümbritseva keskkonna ja kõrgete temperatuuride koosmõju tagajärjeks. Nende defektide avaldusvormiks on detailide kaardumine ning praod ja augud detailide pinnal. Selliseid defekte kohtab mootori silindrite pindadel, eriti silindrite ülaosas, väljalaskeklappidel ja klapipesades, plokikaantel, kere detailidel ja akuplaatidel.

Kaarduda võivad plokikaaned ja väljalasketorustike liitepinnad.

Detailide korrosioon tekib keemiliste ja elektriliste tegurite toimel. Kõrgetel temperatuuridel tekib gaasikorrosioon. Seda põhjustab kütuse põlemissaadustes sisalduv hapnik, süsihappegaas, vääveloksiid ja veeaur. Vedelikukorrosiooni põhjustajateks on kütuse põlemisel tekkivad orgaanilised happed. Väga vähesel hulgal sisaldavad happeid ka määrded.

Samuti tekitavad korrosiooni mootori jahutusvees sisalduvad leelised. Nende mõju iseloomulikuks näiteks on alumiiniumisulamitest plokikaante korrodeerumine veetoru kinnituskohtades.

Elektrivoolu toimel (auto metallosad on elektriseadmete üheks juhtmeks) esineb elektrolüüdi olemasolu korral detailide elektrokeemiline korrosioon. Elektrolüüdiks võib olla näiteks süsihape, mis sadestub detailide pinnale õhus leiduva süsihappegaasi ja veeauru ühinemisel. Elektrolüütiline protsess lagundab detailide pinda. Seda liiki korrosioon rikub autobusside keresid kohtades, kus on omavahel ühenduses erinevatest metallidest detailid (näiteks alumiiniumisulam ja teras). Elektrokeemilist korrosiooni täheldatakse ka akupatareide plaatidel.

Detailide pinda võib lagundada atmosfäärikorrosioon, mis on samuti tingitud elektrokeemilistest protsessidest. Kahjustus haarab kas kogu pinna või selle üksikuid piirkondi (ilmneb laikudena).

Tähtsamad atmosfäärikorrosiooni kiirust mõjutavad tegurid on õhu niiskus ja saastatus. Korrosiooniprotsess kiireneb märgatavalt, kui õhu suhteline niiskus on üle 60 ... 70% ja ta on saastatud söe ja tuha osakestega. Eriti tugev toime on vääveloksiidil.

Remonti saabuvate autode uurimisest võib järeldada, et enamik defekte on põhjustatud detailide loomulikust kulumisest. Avariidefekte esineb puhtal kujul suhteliselt harva. Valdav osa kõrvaldamist vajavaid defekte langeb kulumistele, mõningane hulk — keemilis-soojuslikele vigastustele või nende kombinatsioonile. Need defektide rühmad muudavad liidete esialgset istu ja selle taga-

järjel langeb sõlmede, mehhanismide, agregaatide ja kogu auto töökindlus ja vastupidavus.

Auto töökindluse all mõistetakse tema häireteta töötamist teatud ajavahemiku jooksul.

Auto vastupidavuseks loetakse auto tööiga ekspluatatsiooni algusest kuni kapitaalremondini.

Auto vastupidavuse ja töökindluse määravad montaaži kvaliteet, detailide kulumiskindlus ja väsimustugevus, samuti ekspluatatsioonitingimused. Nagu eespool märgitud, asendatakse autode kapitaalsel remontimisel defektidega detailid uute ja taastatud detailidega. Detailide kulumiskindlus ja väsimustugevus sõltuvad valmistamiseks kasutatud materjalist, termilisest töötlemisest, taastamisviisist ja mehaaniliselt töödeldud pindade siledusest. Käesoleval ajal on autoremonditööstuse käsutuses küllalt täiuslikud detailide taastamise meetodid. Põhilisi ja progressiivseid meetodeid ning nende rakendusalasid vaadeldakse allpool.

§ 21. TAASTAMISVIISIDE LIIGITUS

Liite töövõime taastamiseks on vaja taastada detailide geomeetriline kuju ja pinnaomadused, samuti esialgne ist. Seda võib saavutada kahel viisil:

1) detailidele uute mõõtmete andmisega;
2) detailide esialgsete mõõtmete taastamisega.

Esimesel juhul saab liites oleva detaili pind mehaanilise töötlemise tulemusel geomeetriliselt õige kuju, nõutavad pinnaomadused ja uue esialgsest erineva mõõtme, mida nimetatakse remontmõõtmeks.

Teisel juhul taastatakse liite detailidel nii õige geomeetriline kuju kui ka algmõõtmed. Detailide esialgset mõõdet on võimalik taastada mitmel meetodil: pealesulatamisega, metallitamisega, galvaanilise katmisega, survemenetlusel, lukksepa-mehaanilise töötlemisega (lisadetailide asetamisega), samuti ka plastmasside pealekandmise teel koos mitmesuguste termiliste, keemilis-termiliste ja mehaanilise töötlemise viisidega.

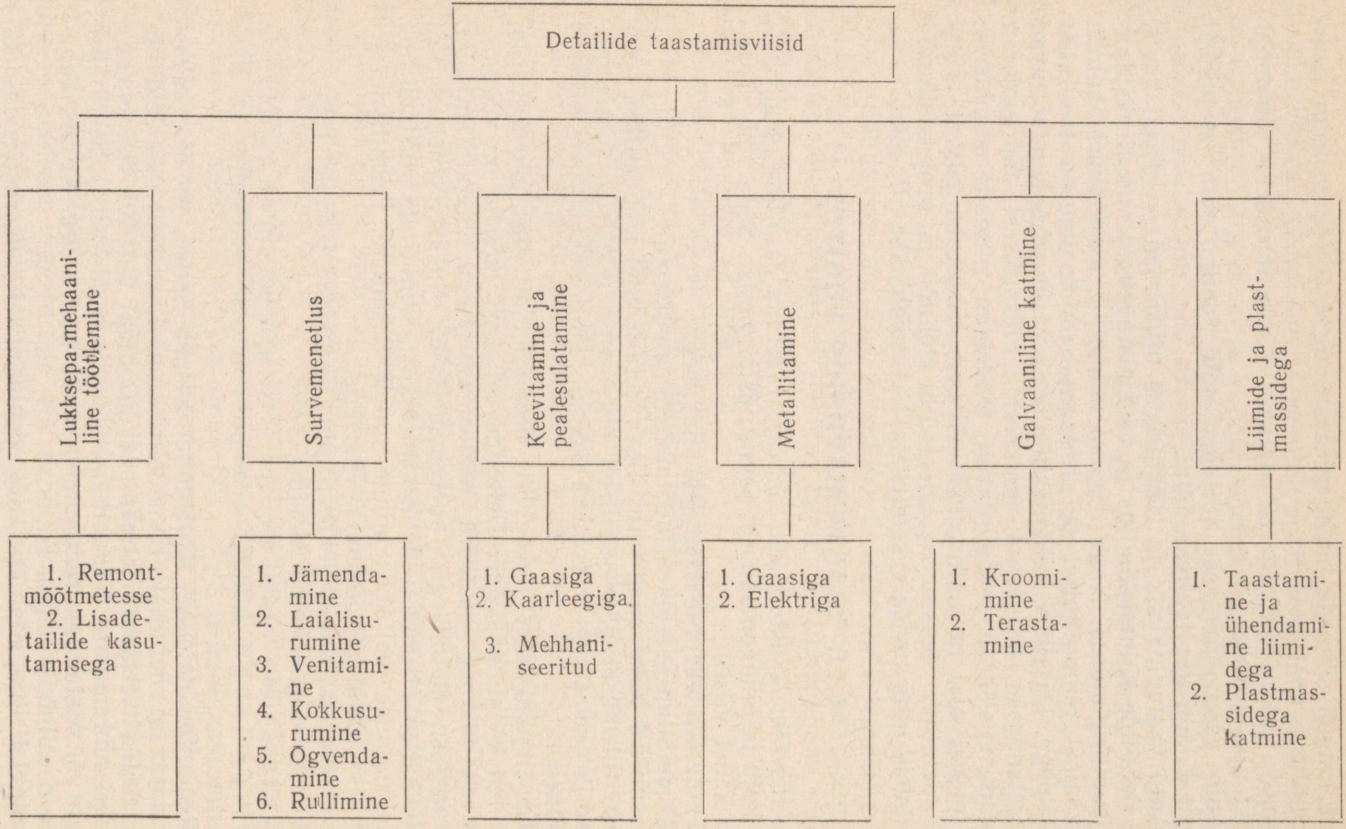
Detailide taastamisviiside liigitus on toodud joonisel 131.

Vaatleme iga meetodi olemust eraldi.

Detailide taastamine lukksepa-mehaanilise töötlemisega hõlmab remontmõõtmesse töötlemise ja lisadetailide kasutamise.

Remontmõõtmeisse töötlemine seisneb selles, et üks kahest ühendatavast detailist (harilikult hinnalt kallim), töödeldakse mehaaniliselt remontmõõtmesse (võlli tüüpi detailid väiksemasse ja avad suuremasse). Teine detail (tavaliselt odavam) asendatakse uuega või vastavasse remontmõõtmesse taastatuga. Niiviisi tagatakse detailide esialgne ist.

Näiteks liite silinder—kolb remontimisel puuritakse silinder



Joon. 131. Detailide taastamisviiside liigitus

järgmisse suurendatud remontmõõtmesse, kolb ja kolvirõngad aga asendatakse vastavas remontmõõtmes uutega.

Lisadetailide kasutamine seisneb selles, et detaili defektiga osa töödeldakse mehaaniliselt või eemaldatakse. Seejärel kinnitatakse (keevitusega, keermega jms.) kõlblikuks jäänud osale lisadetail, mis töödeldakse nimi- või remontmõõtmesse.

Lisadetailidena kasutatakse hülsse, plaate, rõngaid, pukse, hammasvõõsid ja mitmesuguseid nõutavate mõõtmete ja kujuga detailiosi. Sel viisil taastatakse keredetailides veerelaagrite pesad, käigukasti vahevõll ja teisi detaile.

Detailide taastamine survemenetlusel põhineb metallide plastilisuse kasutamisel, s. o. metalldetailide omadusel muuta välisjõudude toimel oma kuju, ise seejuures purunemata. Sel juhul kandub metall rõhu mõjul vajalikus suunas detailide kulunud pindadele. Selle taastamismeetodi hulka kuuluvad jämendamine, laialisurumine, kokkusurumine, venitamine, õgvendamine ja rihveldamine (rullimine).

Detailide taastamine keevitamise ja pealesulatamisega seisneb selles, et vigastatud detaili keevitatakse või sulatatakse selle kulunud pinnale metalli, mille järel töödeldakse detaili mehaaniliselt. Seda meetodit kasutatakse laialdaselt pragude kõrvaldamiseks raamidelt ja keredelt, silindriploki ja plokikaane seintelt, samuti ka mitmesuguste detailide pindadele pealesulatamiseks eesmärgiga taastada nende esialgsed mõõtmed.

Detailide taastamine metallitamisega seisneb selles, et detaili vastaval viisil ettevalmistatud pinnale pihustatakse erilise aparaadi — metallisaatori — abil sulametalli. Metalli pihustatakse suruõhuga. Pärast metallitamist töödeldakse detail nõutavasse mõõtmesse.

Detailide taastamine galvaanilise katmisega seisneb metalli elektrolüütilises sadestamises vastaval viisil ettevalmistatud detaili pinnale. Kulunud detaile taastatakse kroomimise või terastamisega. Kroomimist kasutatakse ka kaitse-dekoratiivkatete tekitamiseks. Peale selle on autoremondiettevõtetes leidnud kasutamist vase ja nikli galvaanilised katted (vasetamine ja nikeldamine). Vasetamine ja nikeldamine ei ole iseseisvad detailide taastamise meetodid, vaid on tehnoloogilisteks vaheprotsessideks. Vaske kasutatakse kaitse-dekoratiivkroomimisel aluskihina ja detailide pinna kaitsmiseks tsementiitimise eest. Niklit kasutatakse kaitse-dekoratiivkroomimise aluskihina.

Detailide taastamine liimide ja plastmassidega. Siia kuulub vigastuste sulgemine, kokkuliimimine ja plastmassidega katmine. Liimimisega taastatakse detaile, millel on praod, augud, mõlgid, ebatasasused jms. Sel juhul täidetakse vastaval viisil ettevalmistatud vigastuskohad pastataoliste liimidega. Mõnel juhul kaetakse vigastatud koht tugevuse tõstmiseks kinni liimis immutatud klaasriidega. Sellise meetodiga kõrvaldatakse

edukalt mõrasid silindriploki ja plokikaane jahutussärgi seintelt, kütusepaakidelt, samuti teistelt korpustelt ja anumatelt.

Liimidega ühendatakse metallist, puidust ja teistest mittemetalsetest materjalidest detaile või nende osi mitmesugustes kombinatsioonides. Sel meetodil taastatakse murdunud detaile. Liimimist kasutatakse ka mittelahtivõetavate liidete koostamisel.

Plastmassidega katmist kasutatakse kulunud detailide taastamiseks, samuti kabiinide, kerede ja teiste detailide silumiseks enne nende värvimist. Plastmasskatted kantakse metalldetailidele mitmel viisil: sulatamisega detaili kuumutatud pinnale, pressvormidesse valamisega, vedelatesse polümeermaterjalidesse kastmisega jms. Seejuures võib saada detailiga küllalt tugevalt liitunud kulumis- ja korrosioonikindla katte. Plastmassidega võivad olla kaetud üksikud pinnad või kogu detail. Sel meetodil taastatakse näiteks rooliratas, mille plastmass on vigastatud, ja teisi detaile.

Kõige progressiivsemad taastamismeetodid on metallkatete pealekandmine (pealesulatamine, metallitamine, kroomimine, terastamine) ja plastmassidega katmine. Need võimaldavad taastada kulunud detaile esialgsetesse mõõtmetesse ja tagavad detailide vahetatavuse. Peale selle on metallide ja plastmassidega katmise teel võimalik taastada detaile, mida suure kulumise tõttu ei saa remontmõõtmesse töödelda. Veerelaagritega ühendatud detailide jaoks on katted real juhtudel ainuvõimalikuks taastamisviisiks. Loomulikult ei ole kõik nimetatud katete pealekandmise meetodid samaväärsed. Detaili ratsionaalseim taastamisviis on ilmselt see, mis tagab taastatud detailile kõige pikema tööea väiksemate kulutustega.

II. PEATÜKK

REMONDILUKKSEPATÖÖD

§ 22. ÜLDMÕISTED

Remondilukksepatööd kujutavad endast detailide töötlemist, mis võib olla nii detailide taastamise iseseisvaks meetodiks (remontmõõtmetesse töötlemine, lisadetailide kasutamine) kui ka teiste taastamisviiside koostisosaks (galvaanilisel katmisel, keevitamisel ja pealesulatamisel, metallitamisel, survemenetlusel jne.).

Remondilukksepatööd koosnevad lukksepatööst ja mehaanilisest töötlemisest, mida sageli kasutatakse teineteisega kombineeritult.

Lukksepatöö kujutab endast metallide külmtöötlemist. Seda tehakse käsitsi või mehhaniseeritud tööriistadega. Detailide taastamisel kasutatakse järgmisi lukksepatöö liike: märkimist, raiu-

mist, viilimist, tükeldamist, pressimist, hõõritsemist, keermetamist, õgvendamist ja painutamist.

Mehaaniline lõiketöötlemine jagatakse järgmisteks liikideks:

a) eeltöötlemiseks (koorimine treimise ja freesimisega ning puurimine);

b) puhastöötlemine ja viimistlemine (peentreimine, hõõritsemine, kammlõikamine, peenfreesimine, peenlihvimine, soveldamine, hoonimine, superfiniš).

Eeltöötlemisega eemaldatakse põhiline osa töötlemisvarust. Puhastöötlmise eesmärgiks on anda töödeldavale pinnale ettenähtud kuju, mõõde ja pinnasiledus, samuti tagada selle õige asend teiste pindade suhtes.

Puhastöötlemist ilma järgneva viimistluseta kasutatakse juhtudel, kui töödeldavale pinnale ei esitata eriti kõrgeid nõudeid täpsuse ja pinna kvaliteedi suhtes (kuni 3...4. klassi täpsus ja 4...6. klassi siledus).

Suure täpsuse ja kõrge pinnasileduse (1...2. klassi täpsuse ja 6-ndast klassist kõrgema pinnasileduse) saavutamiseks kasutatakse puhastöötlemise järel pinna viimistlemist. Kui pind ei ole vajaliku siledusega, kiireneb detailide kulumine ja lüheneb nende tööiga. Seepärast tuleb autode remontimisel pöörata pindade lõplikule töötlemisele suurt tähelepanu. Vaatleme mõningaid spetsiifilisi iseärasusi omavaid lõpliku töötlemise meetodeid.

Soveldamine on eriti täpne spetsiaalsete soveldusmaterjalide abil sooritatav puhastöötlemise meetod. Soveldamisel eemaldavad abrasiivained mehaaniliselt metalliosakesi, millega sageli kaasneb pinna keemiline lagundamine soveldusmaterjalide koostisse kuuluvate aktiivainetega. Viimasel juhul tekivad töödeldaval pinnal oksüdeeruva metalli kiled, mis soveldi või detaili liikumisel eemalduvad. See kiirendab omakorda töötlemist.

Soveldamisel on eemaldatava metallikihi paksus 0,003...0,03 mm. Soveldamisega saavutatakse detaili mõõtmete ja geomeetrilise kuju suur täpsus (0,001...0,002 mm), 13...14. klassi pinnasiledus ning liitepindade hermeetilisus.

Soveldamise kvaliteet ja tootlikkus sõltuvad suurel määral soveldusmaterjalide õigest valikust. Soveldusmaterjalideks on abrasiivpulbrid, pastad, lihvimisriie, samuti määrde- ja sideained. Viimaseid kasutatakse segus abrasiivpulbrite või pastadega. Kõige enam kasutatakse detailide soveldamiseks järgmisi abrasiivpulbreid: boorkarbiidi, ränikarbiidi, elektrokorundi, smirglit ja klaaspulbrit. Ränikarbiidi kasutatakse peamiselt malmi, valgevase, vase, alumiiniumi ja eboniidi soveldamiseks; elektrokorundi — karastatud terasdetailide soveldamiseks; smirglit ja klaaspulbrit — kraanide ja teiste pronksist, valgevasest ja alumiiniumist armatuuride soveldamiseks.

Pastadest on kõige tarvitatavam keemiatööstuse ettevõtete poolt toodetav (Riikliku Optikainstituudi) pasta ГОИ.

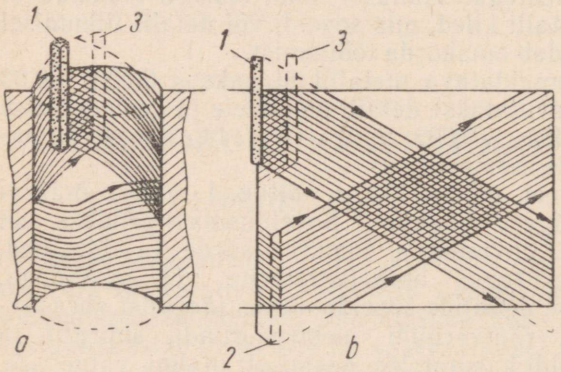
Määrdeained kergendavad soveldamist ja soodustavad töödeldava pinna kareduse vähenemist. Määrdeainetena kasutatakse petrooleumi, masina- ja värtnaõli, diislikütust jt. Et saada määrdest ja abrasiivist koosnevat vajaliku paksusega segu, lisatakse sideaineid: parafiini, steariini, vaha.

Soveldamisel toimub soveldatavate detailide või soveldi ja detaili keerukas suhteline liikumine. Liikumine peab vältima abrasiiviterade sattumist nende poolt varem läbitud kohtadele. Niiviisi eemaldatakse töödeldavalt pinnalt metalli ühtlasemalt ja kiiremini. Soveldada võib käsitsi ja mehhaniseeritult (pinkidel).

Eristatakse kahte soveldamise viisi: vahetult kokkupuutuvate pindade vastastikune soveldamine (näiteks klappide soveldamine pesadesse) ja soveldamine tööriista — soveldi abil (näiteks diiselmootorite kütusepumpade kolvipaaride välimiste ja sisemiste silinderpindade soveldamine). Esimesel juhul ei ole detailid enam vahetatavad (teatud pessa soveldatud klapp ei ole hermeetiline teises pesas). Soveldamine soveldite abil aga ei riku detailide vahetatavust.

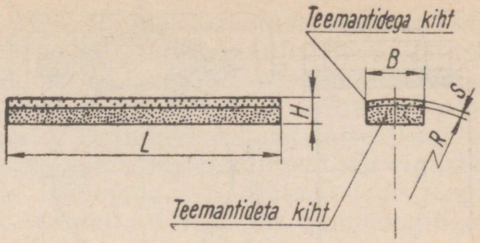
Soveldid valmistatakse enamasti hallist malmist, harvemini — vasest või valgevasest.

Soveldamist kasutatakse diiselmootorite pumppihustite kolvipaaride, etteandepumpade sisse- ja väljalaskeklappide ja kütusekraanide taastamisel. Mõningaid poleerimise juhtusid, näiteks kolvisõrmede, väntvõlli kepsu- ja raamlaagrikaelte poleerimist võib samuti vaadelda kui soveldamise alaliiki.



Joon. 132. Töötlemisjäljed pärast hoonimist (pea ühe üles-allakäigu järel):

a — silindri sisepinnal; *b* — silindri pinnalaotusel; *1* — luisu asend liikumise alguses; *2* — luisu asend pärast allaliikumist; *3* — luisu asend pärast esimest üles-allaliikumist



Joon. 133. Teemantluisk

Poleerimise eesmärgiks on vähendada pinna karedust. Poleerimisel ei ületa eemaldatava metallikihi paksus 0,005 mm.

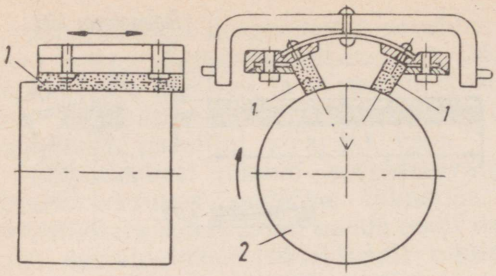
Hoonimine on eeltöödeldud ava viimistlusprotsess, milleks kasutatakse teemant- või abrasiivluiskudega varustatud hoonimispead. Töötamisel hoonimispea pöörleb ja liigub ühtlasi üles-alla, mille tulemusena tekib töödeldavale pinnale kaldjoonte (teemandi- või abrasiiviterade jälgede) võrk (joon. 132). Joonte lõikumiskohtades moodustuvad mikroskoopilised süvendid, mis täituvad määrdega. Hoonimise suureks eeliseks on töödeldud pinna suur siledus (8 ... 12. klass) ja võime hoida hästi määret.

Eriti efektiivne on hoonimine sünteetilistest teemantidest luiskudega (joon. 133). Sellised luisud valmistatakse teemandipulbri paagutamisel metalse sideainega (80% vaske ja 20% tina). Teemantluisk koosneb teemantidega ja teemantideta kihist (sideainest). Sõltuvalt töödeldavate detailide mõõtmetest võivad teemantluisud olla mitmesuguste mõõtmetega: $l = 100 \ldots 150$; $B = 8 \ldots 16$; $H = 3{,}5 \ldots 4$; $S = 1 \ldots 1{,}5$; R — vajaduse järgi.

Sünteetiliste teemantide head lõikeomadused vähendavad tunduvalt hoonimisel esinevaid termilisi deformatsioone ja lõikejõudu. Võrreldes hariliku abrasiivhoonimisega tagab see parema töödeldavate avade kuju taastamise ja protsessi stabiilsuse, kusjuures tootlikkus on kõrge. Sünteetilistest teemantidest luiskude püsivus ületab harilike abrasiivluiskude püsivuse 80 ... 200 korda. Arvutused näitavad, et mootori silindrite hoonimisel teemantluiskudega on kulutused tööriistale mitu korda väiksemad kui harilike abrasiivluiskudega hoonimisel.

Hoonimisel valatakse töödeldavale pinnale ohtralt määrdejahutusvedelikku, mis mitte ainult ei jahuta, vaid soodustab ka metallilaastude ja luiskude kulumissaaduste eemaldamist metalli pinnalt. Määrde-jahutusvedelikena kasutatakse diislikütust, petrooleumi või petrooleumi ja värtnaõli (20 ... 30%) segu. Hoonida soovitatakse pea ringkiirusega 45 ... 90 p/min. Vastavalt metalli eemaldamisele liiguvad luisud hoonimisel laiali (hoonimiseks jäetav töötlemisvaru on harilikult 0,02 ... 0,15 mm).

Hoonimist kasutatakse mootori silindrite, kepsude ülemise ja alumise pea avade, hammasrataste ja teiste detailide viimistlemiseks.



Joon. 134. Silindrilise välispinna töötlemise skeem superfiniši meetodil:
1 — abrasiivluisk; *2* — detail

Superfiniš seisneb selles, et pöörleva detaili pinnalt eemaldatakse metalli väga peeneteraliste luiskudega (teralisus M28 ... M20), mis liiguvad aeglaselt (kiirusega 1,5 ... 3,0 m/min) ja pidevalt mööda töödeldavat pinda edasi-tagasi (joon. 134). Ühtlasi võnguvad luisud 3 ... 5 mm amplituudiga. Võnkesagedus on 400 ... 1000 võnget minutis. Vedelikuna kasutatakse petrooleumi ja õli segu. Selle töötlemisviisiga eemaldatakse väga õhuke metallikiht (0,005 ... 0,02 mm) ja garanteeritakse 10 ... 13. klassi pinnasiledus. Protsess kestab 0,2 ... 0,5 minutit. Enne superfinišit peavad detailid olema lihvitud. Superfiniši meetodil töödeldud detailide pind on tuhm või läikiv. Kuna erisurved on väikesed (mitte üle 0,5 kG/cm²) ja kuumenemist ei esine, jääb töötlemisel pindmise kihi kristallstruktuur endiseks ja töödeldud pinnad on väga kulumiskindlad. Remondiettevõtetes võib seda töötlemisviisi soovitada väntvõllikaelte ja teiste detailide lõplikuks viimistlemiseks.

Remondiettevõtetes kasutatakse neidsamu mehaanilise töötlemise viise, mida masinaehituseski uute detailide valmistamisel. Taastatavate detailide mehaanilisel töötlemisel on siiski mõned iseärasused, mis tulenevad järgmistest põhjustest:

1) Detaili pinna ebaühtlase kulumise tõttu tuleb töötlemisel eemaldada muutuva paksusega metallikiht. Sellest tulenev perioodiline lõikejõu muutumine võib töödeldava pinna kuju moonutada.

2) Ekspluatatsiooni käigus tekkiva deformatsiooni, kulumise või üksikute pindade vigastuse tõttu rikutakse detailide õiget omavahelist asetust. Seetõttu kaovad detaili valmistamisel kasutatud lähtepinnad.

3) Et termilisel töötlemisel saavutatud omadusi ei ole soovitatav muuta, tuleb töödelda suure kõvadusega pinda.

4) Töötlemisvarud on väikesed (kroomimisele järgneval töötlemisel jne.).

5) Kroomimise, metallitamise ja pealesulatamisega taastatud detailide kattekihtidel on spetsiifilised omadused. Näiteks on pealesulatamisega taastatud detaili pindadel sageli ebaühtlane struktuur ja kõvadus, mis muudab lõiketingimusi. Seetõttu võib juhtuda, et töödeldud pinna täpsus ja siledus ei vasta nõuetele.

Detailide taastamisel on väga oluline saavutada lähtepindade õige omavaheline asetus, millega tagatakse tehnilistele tingimustele vastav pindade samateljelisus või perpendikulaarsus. Seetõttu tuleb püüda kasutada valmistamise lähtepindasid. Mitmetel põhjustel see siiski alati ei õnnestu. Detailide valmistamisel kasutatud lähtepinnad võivad olla ekspluateerimisel kulunud või vigastatud. Detaile võidi valmistada tehnoloogiliste lähtepindade järgi, mis pärast töötlemise lõppu eemaldati (näiteks nn. tehnoloogilised tsentriavad jt.). Seepärast tuleb lähtepindade valikul orienteeruda kulumata pindadele või valmistajatehase poolt kasutatud pinnad taastada. Mõnikord kasutatakse detaili kombineeritud ülesseadet säilinud tsentriava ja ühe vähem kulunud tööpinna järgi.

Järgnevalt vaadeldakse detailide taastamise viise mehaanilise töötlemisega.

§ 23. REMONTMÕÕTMETESSE TÖÖTLEMINE

Detailide töötlemisel remontmõõtmetesse taastatakse pindade geomeetriline kuju ja siledus, esialgsed mõõtmed aga muutuvad. Remontmõõtmed võivad olla normaalsetest suuremad või väiksemad. Taastatava detailiga koostöötaval detailil peavad samuti olema vastavad remontmõõtmed.

Detailide taastamisel võivad remontmõõtmed olla eelnevalt kehtestatud või mitte. Esimesel juhul on detaili töödeldava pinna mõõde määratud varem kindlaks, teisel mitte, ja detaili töödeldakse ainult õige geomeetrilise kuju ja nõutava pinnasileduse saamiseks.

Eelnevalt kehtestatud remontmõõtmetesse töödeldakse järgmised detailid: väntvõllid (kepsu- ja raamlaagrite kaelad), mootorite silindrid, jaotusvõllid (tugikaelad), kolvisõrmed, klapid ja nende juhtpuksid, tõukurid, käändteljepoldid jt.

Seda meetodit kasutatakse laialt keermete taastamiseks. Sel juhul vana keere lõigatakse maha (puuritakse välja, süvitatakse või treitakse) ja lõigatakse peale uus remontkeere (avadele suurem ja võllidele väiksem). Remontkeerme mõõde määratakse kindlaks kooskõlas ГОСТ-iga, kasutades võimaluse korral lähimat nimiläbimõõtu. Toome näite. Kui mootori ЗИЛ-164 väntvõlli otsa keermetatud ava, millesse keeratakse põrkmuhv, on kulunud või üle kahe keermeniidi on vigastatud (keerme mõõde M27×1,5), siis puuritakse ava läbimõõdule 28,5 mm ja lõigatakse sellesse suurendatud läbimõõduga keere M30×1,5. Koostamisel keeratakse väntvõlli külge loomulikult selline põrkmuhv, mille keere on M30×1,5.

Mitmete vastutusrikaste liidete remontmõõde peab olema ühe agregaadi piires ühesugune. Näiteks peab ühe mootori kõigil silindritel olema sama remontmõõde. See hõlbustab remontimist ja

Tabel 16

Mootori ЗИЛ-164 silindrite remontmõõtmed

Mõõtme nimetus	Silindri läbimõõt mm
Normaalne	101,56 / 101,62
1. remont	102,06 / 102,12
2. remont	102,56 / 102,62
3. remont	103,06 / 103,12

kindlustab mootori normaalse töötamise. Samuti tuleb ühte ja samasse remontmõõtmesse töödelda väntvõlli kaelad. Kepsu- ja raamlaagrikaelte remontmõõtmed võivad olla erinevad.

Detailide remontmõõtmed on toodud autode kapitaalremondi tehnilistes tingimustes. Näitena on tabelis 16 antud mootori ЗИЛ-164 silindrite remontmõõtmed.

Remontmõõtmesse töötlemise meetodi valik sõltub detaili materjalist ja pinnakõvadusest, samuti eemaldatava töötlemisvaru suurusest.

Töötlemisel kasutatakse harilikult neidsamu lõikeriistu ja režiime nagu masinaehituses mehaanilisel puhastöötlemisel. Terasdetaile lihvitakse korundketastega, malmist ja värvilistest metallidest detaile — karborundketastega.

Detaili töötlemine remontmõõtmesse tuleb planeerida tehnoloogilise protsessi lõppu, pärast termilist, keevitus-, lukksepa- ja teisi operatsioone (eriti juhul, kui detaili õgvendatakse, keevitatakse pragusid jms.). Selle nõude mittetäitmisel võib juhtuda, et lõplikult töödeldud pinnad (näiteks väntvõlli poleeritud kaelad või silindrite lihvitud pinnad) deformeeruvad või vigastuvad (tekivad mitmesugused kriimustused jms.).

Kui remontmõõtmeid ei ole ette nähtud, siis ei tohi valmistada detaile lõplike mõõtmetega, sest neid tuleb ühenduskohas vajaliku istu saamiseks sobitada. Kehtestamata remontmõõtmesse töödeldakse näiteks mootori klapipesad ja klappide pead. Mootori ekspluateerimisel kaotavad klapid kuumade gaaside, korrosiooni, löökkoormuste ja nõe sadestumise tõttu hermeetilisuse ning pesade ja klapipeade pindadele tekivad sööbeaugud ja kriimustused. Et liite töövõimet taastada, süvitatakse klapipesa tööpinda kulumisjälgede eemaldumiseni, s. o. kuni õige geomeetrilise kuju ja nõu-

tava pinnasileduse saavutamiseni. Seejärel soveldatakse klapipea pessa või lihvitakse (sel juhul klappide soveldamist ei nõuta). Klapipesade taastamise tehnoloogiat vaadeldakse õpiku teises osas.

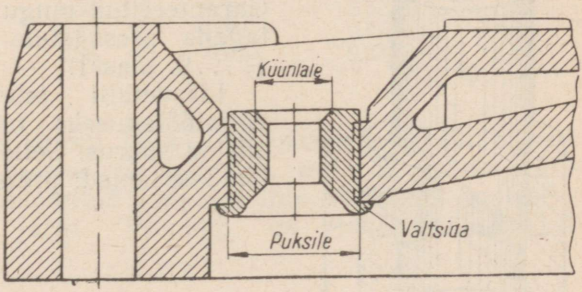
Toome veel ühe näite. Auto ekspluateerimise ja pukside korduva sisse- ja väljapressimise tagajärjel muutuvad käändteljepoldi ava kuju ja mõõtmed. Selleks et liite töövõimet taastada, hõõritsetakse ava õige geomeetrilise kuju saamiseni. Siis sobitatakse puks avaga ja tagatakse sellega vajalik ist (ping).

Detailide taastamine remontmõõtmesse on levinud ja kõigile kättesaadav meetod, millel on siiski olulisi puudusi. Selle meetodi korral ei saa kasutada normaalmõõtmetega varuosi ja tekib vajadus suure hulga mitmesuguste remontmõõtmetega osade järele.

Remontmõõtmetega varuosade kasutamine annab end negatiivselt tunda ka auto remontimise tehnoloogilises protsessis: muudab kallimaks ja komplitseeritumaks detailide kontrollimise, sorteerimise ja taastamise, samuti sõlmede ja agregaatide koostamise. Detailide kontrollimiseks on vaja suurt hulka piirmõõteriistu, mehaanilisel töötlemisel aga erinevaid lõikeriistu. Tekib vajadus liidete eelkomplekteerimise järele iga remontmõõtme jaoks, mis suurendab tunduvalt komplekteerimistööde mahtu. Seetõttu tuleb lugeda progressiivsemateks selliseid meetodeid, millega taastatakse detailide esialgsed mõõtmed ja nende vahetatavus.

§ 24. LISADETAILIDE KASUTAMINE

Defektsete detailide taastamiseks kasutatakse laialt lisadetaile. Selle taastamisviisi olemus on järgmine. Detaili kulunud või vigastatud osa eemaldatakse või töödeldakse seda mehaaniliselt. Seejärel kinnitatakse (keevitamisega, keermega jms.) terveks jäänud osa külge spetsiaalselt valmistatud lisadetail. Lõpuks töö-



Joon. 135. Süüteküünla keermetatud ava, mis on taastatud remontpuksi keeramisega plokikaande

deldakse detaili taastatavad pinnad nõutavasse remontmõõtmesse. Lisadetailidena kasutatakse hülsse, plaate, rõngaid, pukse, hammasvööside jms.

Keermetatud avad puuritakse üle ja lõigatakse neisse suurendatud mõõtmega keere keermetatud puksi jaoks, mille sisemises avas on nimimõõtmega keere. Joonisel 135 on näidatud süüteküünla keermetatud ava, mis on taastatud remontpuksi keeramisega plokikaande.

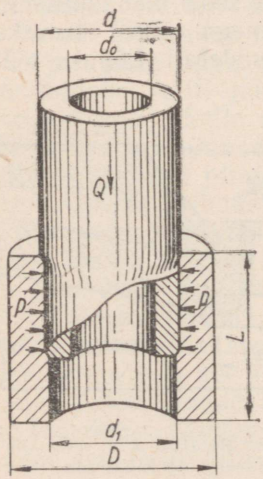
Väikese kõvadusega võllikaelad treitakse harilikult enne lisadetailide kohaleasetamist üle ning lihvitakse või ainult treitakse. Suure kõvadusega (termiliselt töödeldud) detaile lõõmutatakse enne treimist paikselt (kõrgsagedusvooluga) või üleni (ahjudes).

Tasapindu töödeldakse enne lisadetailide kohaleasetamist sõltuvalt detaili konstruktsioonist ja ülesandest mitmesugusel viisil: treimise, lihvimise, freesimisega.

Lisadetailide materjali valikul tuleb arvestada tingimusi, milles nad hakkavad töötama. Real juhtudel peab see materjal füüsikalis-keemiliste omaduste (tugevus, kulumiskindlus, soojusjuhtivus jt.) poolest vastama põhidetaili materjalile. Kui aga lisadetaililt nõutakse ainult kõrget kulumiskindlust või antifriktsioonilisi omadusi, võib materjali valida nende nõuete alusel, sõltumata taastatava detaili materjalist. Siledaseinaliste avade taastamiseks malmdetailides (käigukastide ja tagasildade karterites, rattarummudes jms.) valmistatakse lisadetaile nii malmist kui ka terasest (harilikult terasest 20). Tööpindade nõutava kõvaduse tagamiseks töödeldakse lisadetaile termiliselt.

Teraspukside seinapaksus valitakse vähemalt 2...2,5 mm, malmpuksidel — ligikaudu kaks korda suurem. Nagu näha, on puksi minimaalne paksus taastatava detaili kulumisest tunduvalt suurem. Seepärast tuleb enne lisadetaili kohalepressimist eemaldada teatud metallikiht. Sile lisadetail ühendatakse põhidetailiga kõige sagedamini teise või kolmanda täpsusklassi garanteeritud pinguga. Garanteeritud pingu tekitamiseks on vaja tagada press-istule nõutav pinnasiledus (7...9. klass).

Lisadetaili tehnoloogilise protsessi väljatöötamiseks tuleb määrata pressimisjõu suurus. Selle järgi valitakse vajalikud seadmed: pressid, rakised jms.



Joon. 136. Detailide pressliite skeem

Suurima pressimisjõu (joon. 136) määrame valemiga

$$Q = f\pi dLp \text{ kG},$$

kus f — hõõrdetegur pressimisel;
d — liitepinna nimiläbimõõt cm;
L — liitepinna pikkus cm;
p — ühendatud detailide pindadel tekkiv survepinge kG/cm².

Hõõrdetegur f sõltub pressimisel esmajärjekorras pindade siledusest ja nende määrimisest, ühendatavate detailide materjalist ja survepingest (erisurvest).

Terase ja malmi vaheline hõõrdetegur on määrdega pressimisel $f = 0{,}085$, määrdeta $f = 0{,}13$.

Survepinge p arvutatakse valemiga

$$p = \frac{1}{d} \frac{\delta}{\frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2}} \text{ kG/cm}^2,$$

kus δ — arvutuslik ping * cm;

E_1 ja E_2 — ühendatavate detailide materjalide elastsusmoodulid kG/cm². Elastsusmoodul on terasel $2{,}1 \cdot 10^5$ kG/cm² ja malmil $1{,}5 \cdot 10^6$ kG/cm².

Ühendatavate detailide mõõtmeid (läbimõõte) iseloomustavate tegurite C_1 ja C_2 suurused on toodud tabelis 17.

Tabel 17

Tegurite C_1 ja C_2 väärtused

$\frac{d_0}{d}$ või $\frac{d}{D}$	C_1	C_2	$\frac{d_0}{d}$ või $\frac{d}{D}$	C_1	C_2
0,0	0,70	—	0,5	1,37	1,97
0,1	0,72	1,32	0,6	1,83	2,43
0,2	0,78	1,38	0,7	2,62	3,22
0,3	0,89	1,49	0,86	4,25	4,85
0,4	1,08	1,68	0,9	9,23	9,83

Selleks et määrata pressi jõudu, korrutatakse detaili pressimise arvutusliku jõu suurus varuteguriga, mille suuruseks valitakse 1,5 ... 2,0. Garanteeritud pinguga liite kvaliteeti kontrollitakse pressimisjõu järgi. Viimane on lahtipressimisjõust 10 ... 15% väiksem.

* Arvutusliku pingu all tuleb mõista keskmist pingu liite antud läbimõõdu jaoks, mis on suurima ja väikseima pingu aritmeetiline keskmine.

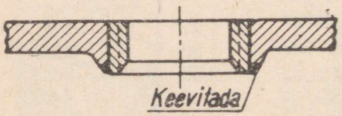
Detailide liite tugevus sõltub pingu suurusest. Mõningatel juhtudel tuleb nõutava liite saamiseks ümbritsevat detaili kuumutada. Ümbritseva ja ümbritsetava detaili temperatuuride erinevust on võimalik arvutada valemiga

$$t_p = \frac{\delta + i}{10^3 K_\alpha d_0},$$

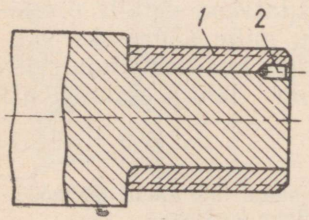
kus δ — pingu suurus μm;
i — ümbritseva (kuumutatud) ja ümbritsetava detaili vaheline diametraallõtk μm;
K_α — ümbritseva detaili materjali joonpaisumistegur;
d_0 — ümbritseva detaili ava nimiläbimõõt mm.

Sõltuvalt detailide mõõtmetest ja massist valitakse suurus i 0,05 . . . 0,1 mm.

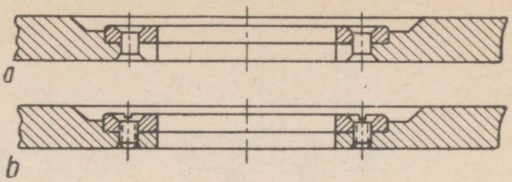
Detaile kuumutatakse tavaliselt gaasi- või elektriahjudes õhu või vedeliku keskkonnas (vees, mineraalõlis). Tihti kasutatakse sel otstarbel spetsiaalseid seadmeid, milles detaile kuumutatakse induktsioonvooluga. Üksikjuhtudel kasutatakse suurema kinnitustugevuse saavutamiseks keevitamist (joon. 137), lukustustihvte (joon. 138), -tikkpolte või -kruvisid. Kettad ja plaadid ühendatakse põhidetaili külge peitpeaga kruvide või neetidega (joon. 139) või keevitamise teel. Põhidetailiga ühendamisele järgneb lõplik mehaaniline töötlemine, enamasti normaalmõõtmesse. Kui suhteliselt keeruka kujuga detailil on kulunud või vigastatud üks osa, ülejäänud osad on aga ekspluatatsioonikõlblikud või vähe kulunud, siis asetatakse paljudel juhtudel detaili vigastatud osa asemele lisadetail. Vigastatud osa eemaldatakse, selle asemele valmistatakse vajaliku kuju ja mõõtmetega lisadetail ja ühendatakse põhidetailiga keevitamise teel, keermega või pealepressimise ja sellele järgneva keevitamise või jootmisega.



Joon. 137. Puksi kinnikeevitamine



Joon. 138. Puksi kinnitamine tihvti abil:
1 — puks; *2* — tihvt



Joon. 139. Ketta asetamise teel taastatud otspind: *a* — needitud; *b* — kruvidega

Näiteks võib tuua mootori ЗИЛ-164 veepumba korpuses oleva kuullaagripesa (joon. 140) taastamise tehnoloogia.

Operatsioonide järjekord.

1) Treimine (joon. 140, *a*). Seada veepumba korpus rakise tsentreerivale sõrmele ja kinnitada kahe poldiga läbi äärikus olevate avade. Lõigata vigastatud ots ääriku otspinnast 118 mm kauguselt korpuse küljest ära. Treida remontpuksi jaoks ava $\varnothing 50^{+0,027}$ sügavusega 57 mm ja faasida väljastpoolt 1×45°. Võtta veepumba korpus rakiselt maha.

2) Pressimine (joon. 140, *b*). Asetada veepumba korpus pressi lauale. Pressida puks treitud avasse. Võtta veepumba korpus pressi laualt maha.

3) Keevitamine (joon. 140, *c*). Asetada korpus rakisele (prismadele). Keevitada puks pideva õmblusega korpuse külge. Võtta veepumba korpus rakiselt maha.

4) Treimine (joon. 140, *d*). Asetada veepumba korpus rakise tsentreerivale sõrmele ja kinnitada kahe poldiga. Lõigata puksi ots ääriku otsast $150_{-0,53}$ mm kauguselt maha. Treida sooned vastavalt joonisele. Treida pesad eesmisele laagrile $\varnothing 47 \pm^{0,018}_{0,008}$ ja tagumisele laagrile $\varnothing 40 \pm^{0,007}_{0,020}$ mm. Treida keevisõmbluse väljaulatuv osa veepumba korpuse pinnaga tasa. Võtta veepumba korpus rakiselt maha.

5) Freesimine (joon. 140, *e*). Asetada veepumba korpus freespingi laual olevasse rakisesse. Freesida korpuse otsast 7 mm kaugusele 25 mm raadiusega aste. Võtta pumba korpus maha.

6) Lukksepatööd (joon. 140, *f*). Asetada korpus kruustangide vahele ja puhastada freesimisel jäänud kiskudest. Võtta veepumba korpus maha.

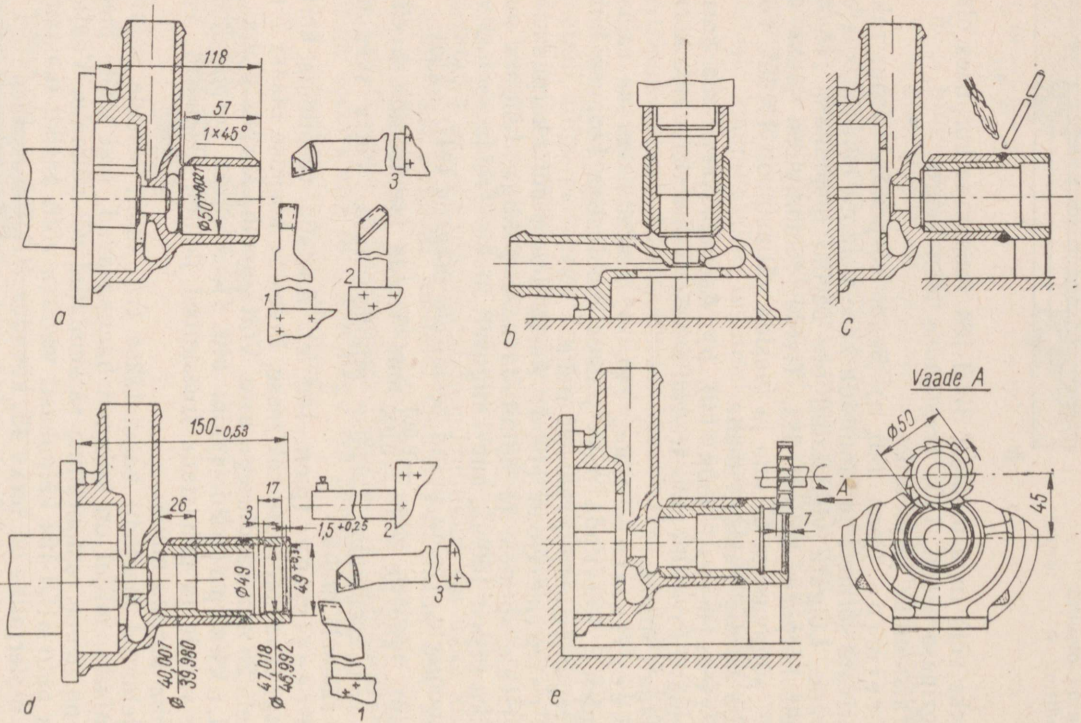
Kirjeldatud meetodit kasutatakse eriti laialt selliste detailide taastamiseks, millel on kulunud hammasavad, sest teiste meetoditega on nende remontimine raskendatud või võimatu. Vaatleme näitena auto ЗИЛ-164 käigukasti veetava võlli ääriku taastamist. Ääriku materjaliks on teras 45, kõvadus *HB* 166 ... 197.

Kui hammasliite süvised on kulunud laiuti üle lubatud mõõtme, soovitatakse detaili taastada järgmiselt (joon. 141):

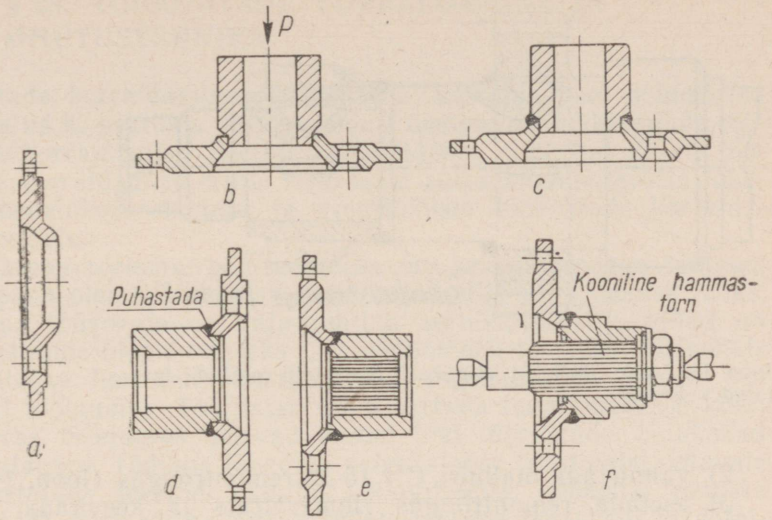
1) lõigata ära ääriku rumm ja treida remontpuksi sissepressimiseks ava (joon. 141, *a*);

2) pressida puks kohale (joon. 141, *b*);

3) keevitada puks ääriku külge (joon. 141, *c*);



Joon. 140. Mootori ЗИЛ-164 veepumba korpuses oleva kuullaagripesa taastamise järjekord



Joon. 141. Auto ЗИЛ-164 käigukasti veetava võlli ääriku taastamise järjekord

4) treida ääriku puksi ava, puhastada äärik sulametalli pritsmetest ja treida ta viskumise kõrvaldamiseks üle (joon. 141, *d*);

5) töödelda hambad kammlõikamisega (joon. 141, *e*);

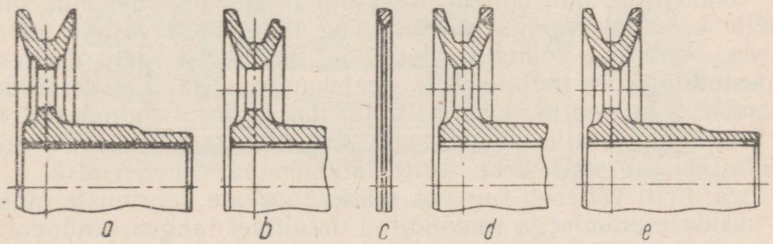
6) treida puksi välisläbimõõt joonisel ettenähtud mõõtmeni (joon. 141, *f*).

Sel meetodil taastatakse remondiettevõtetes edukalt ka mootori ЗИЛ-164 väntvõlli malmist rihmaratas.

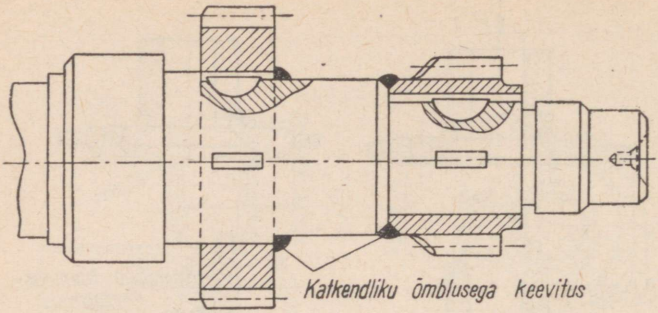
Mootori ЗИЛ-164 ekspluateerimisel kulub tugevasti ja isegi killuneb kiilrihma soone tagumine osa (joon. 142, *a*).

Detail tuleb taastada järgmises järjekorras:

1) lõigata treipingis kiilrihmaratta vigastatud osa ära (joon. 142, *b*);



Joon. 142. Mootori ЗИЛ-164 väntvõlli kiilrihmaratta taastamise järjekord



Joon. 143. Auto ЗИЛ-164 käigukasti lisadetaili meetodil taastatud vahevõll

2) valmistada malmist СЧ 15-32 remontrõngas (joon. 142, *c*);

3) asetada remontrõngas rihmarattale ja keevitada pideva õmblusega kinni (joon. 142, *d*);

4) joonisega ettenähtud kiilrihma soone mõõtmete taastamiseks treida külgekeevitatud rõngas üle (joon. 142, *e*).

Samal meetodil taastatakse käigukastide võlle ja hammasratasplokke, millel on kulunud üksikute vööde hambad. Hammasratasplokki või võlli lõõmutatakse temperatuuril 900° C ja jahutatakse koos ahjuga. Seejärel lõigatakse defektsed hambad treipingil maha. Sageli, selleks et mitte kogu hammasratasplokki lõõmutada, lõõmutatakse hammasvöö vigastatud osa paikselt kuumutades kõrgsagedusvooluga või lõigatakse see elektrierosioonpingil küljest ära. Järgneb taastatava detailiga samast materjalist valmistatud hammasvöö paigaldamine ja kinnitamine detaili põhiosale (joon. 143).

Lisadetaile kasutatakse laagrialuste pindade ja keermetatud detailide, samuti mõnede võllide, ristmike (diferentsiaali ristmik jt.) taastamiseks. Sel viisil on võimalik taastada suure kulumisega detaile.

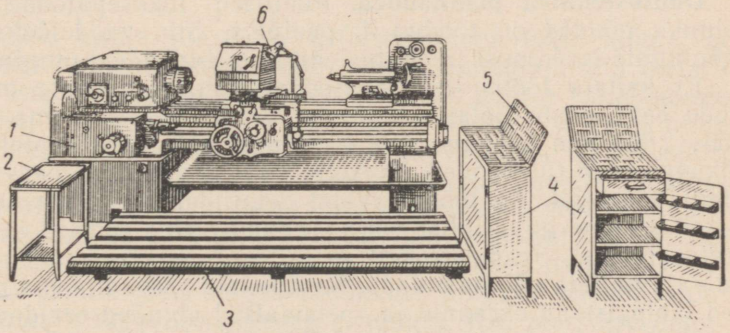
Nimetatud meetodil on ka palju olulisi puudusi, mis piiravad selle kasutusvõimalusi ja sunnivad remondiettevõtteid asendama teda, seal kus võimalik, detailide taastamise progressiivsemate meetoditega — metallkatete pealekandmisega. Lisadetailide asetamisega on keerukas ja kallis taastada vähe kulunud (0,1 mm ja alla selle) detaile. Peale selle vähendab see meetod võllitüüpi detailide tugevust, sest kaelte läbimõõdud vähenevad 4 . . . 6 mm võrra. Eriti väheneb tugevus märkimuutvate koormuste olukorras. Pukside asetamisega remonditud detailidel langeb tunduvalt väsimustugevus. Paljudel juhtudel ei ole see detailide taastamismeetod kõlblik ka konstruktiivsetel kaalutlustel (detaili mitteküllaldase seinapaksuse tõttu).

§ 25. TÖÖKOHTADE KORRALDAMINE JA OHUTUSTEHNIKA

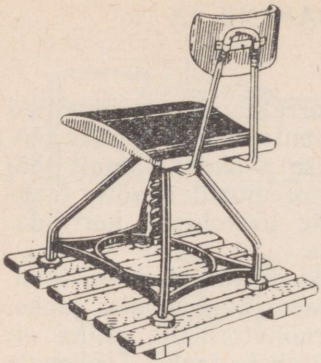
Töökohtade korraldamine. Töökohtade korraldamise põhimõtted on esitatud 4. peatükis, kus kirjeldati demontaažilukkseppade töökohtade korraldamist. Seetõttu vaadeldakse siinkohal ainult töökohtade korraldamise erilisi iseärasusi autoremondiettevõtte lukksepa-mehaanikajaoskonnas ja pingitööliste töökohtade korraldamise eeskirju.

Lukksepa töökoha põhiseadmeks on kruustangidega töölaud. Laual peab olema äravõetav kandur ja sellel alus joonise jaoks. Lukksepa töökohale on vaja juhtida suruõhutorustik, millel on otsik detailide ülepuhumiseks ja pneumotööriista jaoks. Töökohale paigutatakse harilikult lauapuurpink (spetsiaalsele alusele või vahetult töölauale). Tööriistad tuleb asetada lauasahtlitesse kindlas korras. Seejuures peavad teatud liiki tööriistade hoiukohad olema alalised. Töölaua lähedale paigutatakse taastamist ootavate ja taastatud detailide riiulid. Pingitöölise töökoha pindala (joon. 144) peab olema piisav sellele väikese riistakapi ja detailide riiuli või laua paigutamiseks. Tööriistad ja abinõud peavad asetsema riistakapis kindla korra kohaselt (alati kasutusel olevad tööriistad asetatakse lähemale) ja neil olgu alalised kohad. Enne töö algust tuleb vajalikud tööriistad töövõtetele vastavas järjekorras riistakapi kaanele laiali laotada ja kinnitada spetsiaalsele alusele töödeldava detaili joonis. Töökohtadele on vaja detailide ja toorikute jaoks ette näha riiulid ja platsid.

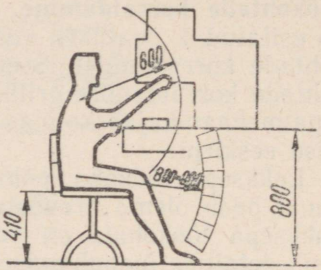
Lisaks tootmisruumi kunstlikule üldvalgustusele peab töökohal olema ka madalapingeline kohtvalgustus. Valgustid kinnitatakse kuulliigendiga kanduritele. See võimaldab valgust suunata. Keelatud on kasutada lahtisi reflektorita lampe.



Joon. 144. Treiali töökoht:
1 — treipink; *2* — detailide laud; *3* — puitrest; *4* — riistakapp; *5* — joonise alus; *6* — kohtvalgusti



Joon. 145. Tool, millel on kõrguse reguleerimiseks kruviseadis



Joon. 146. Tööpingi ääres istuva töölise käte ja jalgade töötsoonid

Nagu juba öeldud, peab tööline kõigil võimalikel juhtudel töötama istudes. Selleks peavad töökohad olema varustatud spetsiaalsete istmetega (joon. 145), mille kõrgust on võimalik vastavalt töölise kasvule reguleerida. Joonisel 146 on näidatud tööpingi juures istuva töölise käte ja jalgade tegevustsoonid. Pingitöölise jalgade all peab olema terve puitrest 25 ... 30 mm liistuvahega. Kui tööline peab tõstma üle 20 kg raskusi detaile ja sõlmi, peavad töökohal olema vastavad tõste- ja transpordivahendid.

Töökoht tuleb hoida puhas. Põrandal ei tohi olla õli, emulsiooni, laaste, lõikmeid ega teisi jäätmeid. Puhastamiseks peavad töökohal olema harjad, kaltsud, laastukonksukesed. Seadmete ja ruumide soovitatavad värvitoonid on toodud neljandas peatükis.

Ohutustehnika põhinõuded. Põhilised lukksepatööde ohutustehnika nõuded on toodud 4. peatükis. Siin vaadeldakse ainult mõningaid iseärasusi ja ohutustehnika põhinõudeid pingitöödel.

Et kaitsta töölisi lukksepatöödel eemalelendavate metallikildude eest, peab töölaua tagumise serva kohale olema asetatud 750 ... 800 mm kõrgune tihe kaitsevõrk. Metallilõikepinkide kõik liikuvad osad (ülekanded, lihvkettad, ketassaed jms.) peavad olema kindlalt kaetud. Ka töödeldavatel detailidel, mis liiguvad ja ulatuvad seadme gabariidist välja, peavad olema piirded ja tugevad toetusabinõud. Seadmete kõik metallosad, mis võivad pingestuda, on vaja nullida või maandada. Seadmetele peavad olema paigaldatud läbipaistvad ekraanid ja spetsiaalsed abinõud eralduva laastu murdmiseks ja eemaldamiseks. Läbipaistvate ekraanide puudumise korral peavad töölised tingimata kasutama kaitseprille. Pinkide juurde peavad olema üles seatud veel kantavad kilbid ja võrestikud. Pingi töötamise ajal on keelatud puhastada tööriistu, töödel-

davat detaili ära võtta, mõõta ja üles seada. Detail või toorik peab olema pingis tugevalt kinnitatud. Koorivlihvpinkidele tuleb paigaldada läbipaistvad ekraanid, mis on blokeeritud pingi käivitusseadmega (pinki ei saa enne ekraani allalaskmist käivitada). Katete puhastamiseks tolmust kasutatagu spetsiaalseid abinõusid. Abrasiivketas kinnitatakse surveäärikutega (elastsest materjalist tihenditega), mille läbimõõt peab olema vähemalt $^1/_3$ ketta läbimõõtu. Abrasiivketta ja käetoe vahe peab olema vähem kui pool töödeldava eseme paksusest, kuid mitte üle 3 mm. Käetugi tuleb tugevalt kinnitada. Jahutuseta töötavad abrasiivtööriistaga tööpingid on tingimata vaja varustada tolmuäratõmbega.

Enne töö algust peab tööline korda seadma oma riietuse: kinni nööpima varrukate kätised; kohendama riietust selliselt, et ei oleks lipnevaid otsi; panema juuksed tihedalt liibuva peakatte alla. Keelatud on töötada pingi juures kergetes jalatsites (tuhvlites, sandalettides).

12. PEATÜKK

SURVETÖÖTLEMINE

§ 26. ÜLDMÕISTED

Survetöötlemisel nihutatakse metall survejõudude mõjul kulunud pindade suunas ja muudetakse seega detaili mõõtmeid. Seejuures toimub detailide jääv (plastiline) deformatsioon, ilma et nad puruneksid.

Eristatakse kahte plastilise deformatsiooni liiki: külma ja kuuma. Neist esimene toimub ilma detaili kuumutamiseta metalli kristallisiseste nihkumiste arvel, mis nõuavad suurte välisjõudude rakendamist. Seejuures muutuvad deformeerunud metallikihtide füüsikalis-keemilised omadused; plastilisus väheneb, voolavuspiir, tugevuspiir ja kõvadus tõusevad. Niiviisi muutub metall plastilise deformatsiooni tagajärjel tugevamaks. Sepistamistemperatuurideni kuumutatud detailid alluvad teist liiki deformatsioonile. Sel juhul toimuvad detaili metallis kristallidevahelised nihked. Deformatsiooniks vajalik jõud langeb tunduvalt, pragude tekkimise oht väheneb, metalli tugevusomadused ei muutu. Kui plastilise deformatsiooniga taastamiseks detaili eelnevalt kuumutati, kaovad termilise töötlemisega saadud omadused. Seetõttu on pärast taastamist vaja termilist töötlemist korrata.

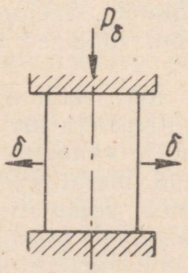
Detailide taastamine survemenetlusel on lihtne ja käepärane.

Kuna lisametalli ei kulu, võimaldab ta kokku hoida värvilist metalli ja kõrgekvaliteedilisi teraseid. Meetodi kasutusvõimalus sõltub harilikult sellest, kas detailis on olemas metallivaru. Seoses sellega, et autodetailide metallikogus käesoleval ajal väheneb, kitsenevad teatud määral ka nimetatud meetodi kasutusvõimalused.

Sõltuvalt välisjõu ja deformatsiooni suunast liigitatakse töötlemisviise järgmiselt: jämendamine, laialisurumine, venitamine, kokkusurumine, õgvendamine ja rullimine.

§ 27. JÄMENDAMINE

Detailide jämendamisel (joon. 147) ei ühti mõjuva jõu P_δ suund deformatsiooni δ suunaga. Jämendamist kasutatakse umbsete ja õõnsate detailide välisläbimõõdu suurendamiseks ja õõnsate detailide siseläbimõõdu vähendamiseks kõrguse arvel. Jämendamisega taastatakse värviliste metallide sulamitest pukse, mille sise- või välispind on kulunud. Taastamine toimub külmalt pressil olevates spetsiaalsetes rakistes (joon. 148). Rakise konstruktsioon sõltub jämendatavate pukside konstruktsioonist. Kui pukside pinnal on auke, sooni ja süviseid, tuleb need enne jämendamist täita vastavat kuju ja mõõtmeid omavate esemetega. Rakise detailid soovitatakse valmistada terasest 45 ja töödelda termiliselt kõvaduseni *HRC* 40 ... 50. Pukse jämendatakse järgmiselt. Kulunud puksi pistetakse spetsiaalne sõrm *2*, mille läbimõõt on lõplikult töödeldud ava läbimõõdust 0,2 mm väiksem. Seejärel asetatakse detail koos sõrmega jämendamise rakisesse. Korkide *1* ja *5* pressimisel matriitsi *4* puks jämeneb (lüheneb pikuti), täites sõrme ja kulunud



Joon. 147. Detaili jämendamise skeem

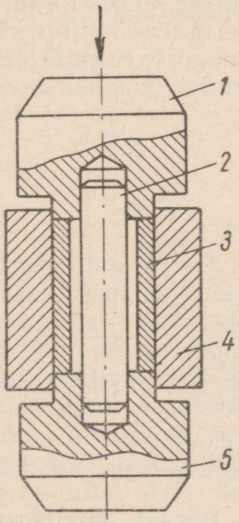
pinna vahelise pilu. Lõpuks töödeldakse puks mehaaniliselt nõutavasse mõõtmesse.

Puksi mõningasest lühenemisest (2 ... 3 mm) tingitud erisurve suurenemine on üsna tühine ja puksi töövõimet oluliselt ei mõjuta.

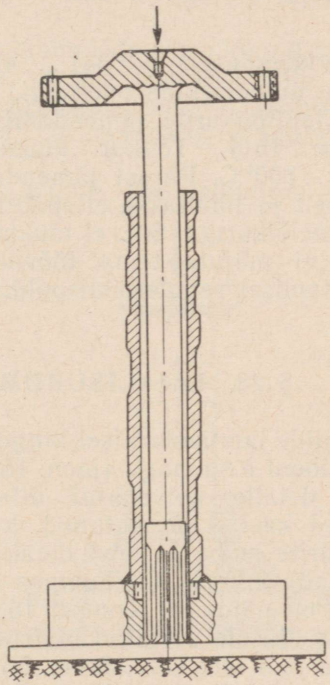
Jämendamisega taastatakse auto ЗИЛ-164 pooltelgi, mille hammaste laius on jõudnud piirkulumiseni. Sõlme konstruktsioon võimaldab lühendada pooltelge kuni 12 mm võrra. Seetõttu ei alanda

selle taastamismeetodiga kaasnev pooltelje lühenemine tema töövõimet.

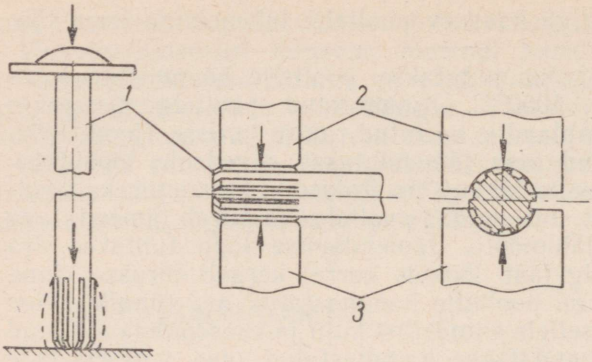
Enne jämendamist kuumutatakse pooltelje hammastatud ots temperatuurini 950...1050° C. Kuumutatud pooltelg pistetakse põrandal olevale terasplaadile asetatud rakise torusse (joon. 149). Pooltelje hammastatud otsa jämendatakse sagedaste löökidega, suurendades niiviisi selle läbimõõtu. Rakise valmistamiseks kasutatakse pooltelje katet, mis suunab pooltelge ja piirab jämendatava hammastatud otsa läbimõõtu. Jämendamise lõpp tuntakse ära selle järgi, et pooltelg jääb löökide korral kergelt torusse kinni. Pärast jämendamist on pooltelje hammastatud osa tünnikujuline (joon. 150). Et anda sellele silindrilist kuju ja suurendada kulunud hammaste laiust, tasandatakse hammastatud otsa vormraudade vahel (vt. joon. 150) kuni 60 mm läbimõõduni. Seda tehakse käsitsi sepahaamriga või mehhaniseeritult sepistushaamriga. Seejärel pooltelg õgvendatakse (vajaduse korral), treitakse hammastatud ots üle, freesitakse hambad ning karastatakse ja nooluta-



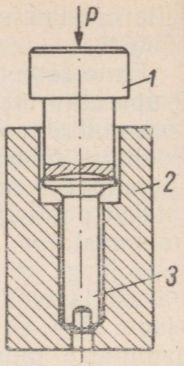
Joon. 148. Pukside jämendamise rakis: *1, 5* — korgid; *2* — sõrm; *3* — taastatav puks; *4* — matriits



Joon. 149. Rakis pooltelje hammastatud otsa jämendamiseks



Joon. 150. Pooltelje hammastatud otsa jämendamise skeem:
1 — pooltelg; *2, 3* — vormrauad



Joon. 151. Jämendamisrakisesse asetatud klapitõukur mootoril ЗИЛ-164:
1 — tempel; *2* — matriits; *3* — klapitõukur

takse kõvaduseni *HB* 341 ... 415. Selle meetodiga võib taastada ka teiste automarkide pooltelgi.

Klapitõukurite jämendamiseks kasutatakse spetsiaalset rakist (joon. 151). Tõukur kuumutatakse eelnevalt temperatuurini 800 ... 850° C. Pärast jämendamist töödeldakse tõukuri säärt termiliselt ja lihvitakse ettenähtud mõõtmesse. Keere kalibreeritakse keermelõikuriga. See, et tõukuri säär jämendamise tagajärjel lüheneb, ei mõjuta tema töövõimet. Lühenemist kompenseeritakse koostamisel reguleerimispoldiga.

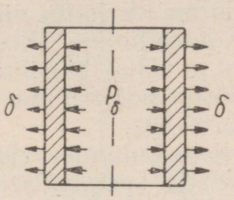
§ 28. LAIALISURUMINE

Detailide laialisurumisel langeb mõjuva jõu P_δ suund ühte deformatsiooni δ suunaga (joon. 152). Selle meetodiga taastatakse õõnsaid detaile: kolvisõrmi, diferentsiaalikarpe, mille rull-laagritealused kaelad on kulunud, kardaani ristmike tappe, piduri töösilindrite kolbe ja teisi detaile. Kolvisõrmi võib laialisurumisega taastada külmas või kuumas olekus. Kolvisõrmede laialisurumise rakis on näidatud joonisel 153. Laialisurutav kolvisõrm pannakse rakise alusele asetatud matriitsi. Seejärel lükatakse tempel pressi varda jõul läbi kolvisõrme. Niiviisi surutakse sõrm kulunud pinna suunas laiali (välisläbimõõt suureneb). Pärast laialisurumist töödeldakse kolvisõrmi termiliselt ja mehaaniliselt.

Kui kolvisõrme tsementiiditud kiht on kulunud üle 0,2 mm, eelneb laialisurumisele 0,3 mm sügavune tsementiitimine. Kolvisõr-

mede temperatuur peab laialisurumisel olema 900 ... 1000° C. Pärast laialisurumist karastatakse ja noolutatakse sõrmed nõutava kõvaduseni, töödeldakse mehaaniliselt ja kontrollitakse.

Joon. 152. Detaili laialisurumise skeem

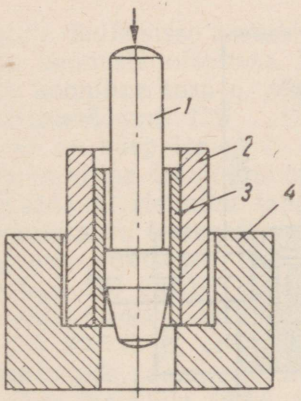


Kolvisõrmede külmalt laialisurumiseks soovitatakse kasutada järgmist järjekorda.

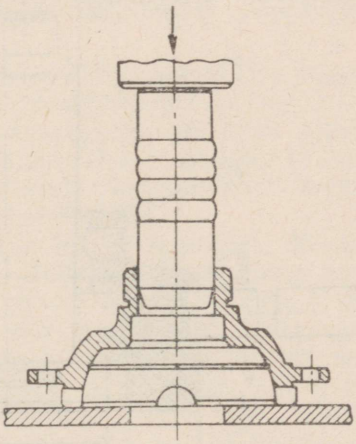
1) Sõrme kõrge noolutus temperatuuril 600 ... 680° C (sõltuvalt terase margist). See on vajalik materjali plastilisuse saavutamiseks. Et vältida oksiidi tekkimist, tuleb detaili kuumutada neutraalses või taandavas keskkonnas (töötanud karbonisaatoris või malmipurus). Pärast noolutamist ei tohi välispinna kõvadus ületada *HRC* 30.

2) Kolvisõrmede sorteerimine ava läbimõõdu järgi kuni 0,2 mm intervalliga. See on vajalik seetõttu, et ava läbimõõt võib olla mitmesugune (puurimise tolerantsi piirides), templi läbimineku ping peab aga olema küllalt täpne. Optimaalseks pinguks on 0,5 ... 0,8 mm.

3) Sõrme laialisurumine külmalt templi ühe läbimiga. See-



Joon. 153. Kolvisõrmede laialisurumise rakis:
1 — tempel; *2* — matriits; *3* — kolvisõrm; *4* — alus



Joon. 154. Diferentsiaalikausi laialisurumise skeem

juures peab jääma lihvimiseks vajalik töötlemisvaru, milleks võetakse 0,15 ... 0,20 mm.

4) Sõrme karastamine ja madal noolutamine nõutava kõvaduseni. Termilise töötlemise režiim valitakse sõltuvalt terase margist.

5) Sõrme lihvimine nimimõõtmesse.

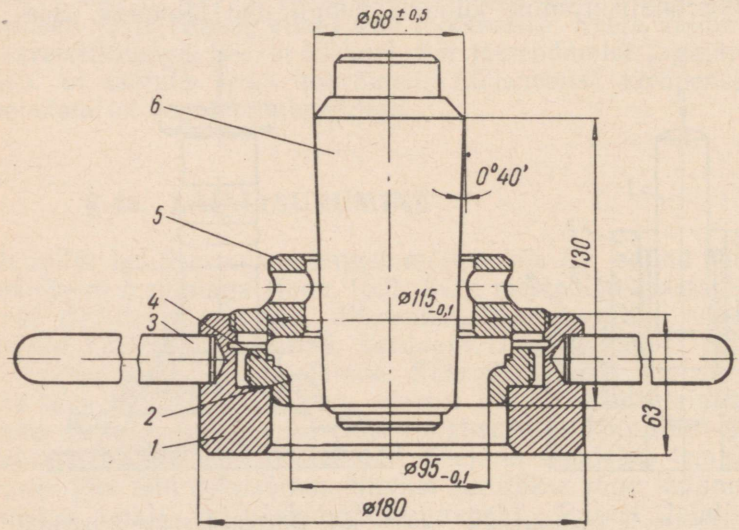
6) Kontrollimine. Kontrollitakse pragude olemasolu, pinnakõvadust ja välisläbimõõtu.

7) Sõrme poleerimine nõutava pinnasileduseni ($\nabla 10$ vastavalt ГОСТ 2789-59).

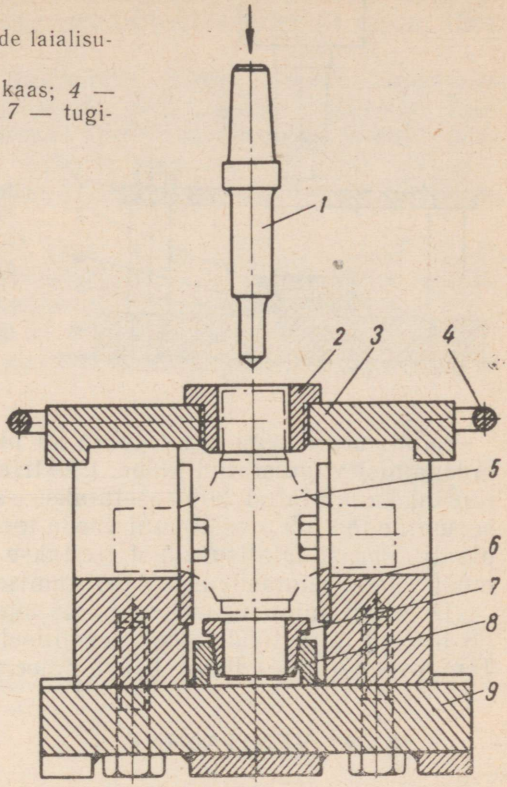
Tööriista kulumise vähendamiseks tuleb külmalt laialisurumisel kasutada spetsiaalseid määrdeid, mis tekitavad tööriista ja detaili vahele püsiva kile. Terasdetailide jaoks kasutatakse näiteks värtnaõli, grafiiti ja rohelist seepi sisaldavaid määrdeid. Uurimused on näidanud, et ava pinna kalestumise tõttu on kolvisõrmede väsimustugevus pärast külmalt laialisurumist mõnevõrra suurem kui uutel.

Pressil surutakse külmalt laiali ka terasest (ЗИЛ-164) ja tempermalmist (МАЗ-200) valmistatud diferentsiaalikausse, mille laagrikaelad on kulunud. Diferentsiaalikausi laialisurumise skeem on näidatud joonisel 154. Laialisurumise pinguks on 0,6 ... 0,8 mm.

Laialisurumisega taastatakse veel auto ЗИЛ-164 diferentsiaallaagri kulunud või vigastatud keermega mutreid. Need detailid on valmistatud tempermalmist (*HB* 121 ... 149). Laialisurumise rakis on näidatud joonisel 155. Taastatav mutter *4* asetatakse rakise pide-



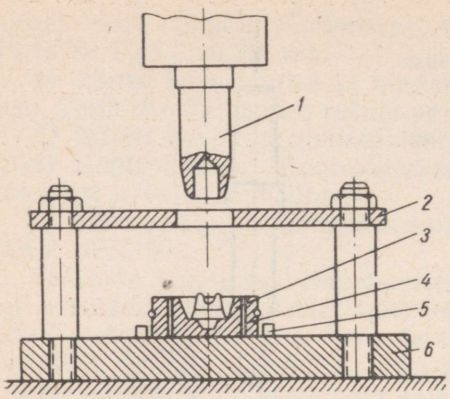
Joon. 155. Auto ЗИЛ-164 diferentsiaalilaagri mutri laialisurumise rakis



Joon. 156. Kardaaniristmiku tappide laialisurumise rakis:
1 — tempel; *2* — matriits; *3* — kaas; *4* — käepide; *5* — ristmik; *6* — hark; *7* — tugipuks; *8* — puksi tugi; *9* — plaat

messe *1*. Selle sisse asetatakse neli koonust *2* ja keeratakse äärik *5* vastu koonuste otspinda. Koonustest moodustatud avasse asetatakse kooniline torn *6*. Mutter surutakse pressi all laiali keerme välisläbimõõduni 136 ... 137 mm. Rakise ülesseadmiseks ja tõstmiseks on käepidemed *3*. Laialisurumisele järgneb mutri keerme kalibreerimine treipingis nimimõõtmeni M135×1,5.

Kardaani ristmiku tappe surutakse laiali järgmiselt. Ristmik kuumutatakse temperatuurini 1000 ... 1100° C ja asetatakse spetsiaalsesse rakisesse (joon. 156). Seejärel surutakse pressi abil templiga või käsitsi sepahaamriga kõik tapid laiali. Sisepingete kõrvaldamiseks ristmik normaliseeritakse: kuumutatakse temperatuurini 800° C ja jahutatakse õhu käes. Mehaanilise töötlemise lähtepindade saamiseks taastatakse ristmiku tsentriavad. Seejärel treitakse tapid üle, jättes lihvimiseks 0,3 ... 0,5 mm töötlemisvaru. Töödeldud kardaaniristmik tsementiiditakse, karastatakse ja noolutatakse kõvaduseni *HRC* 56 ... 62. Järgneb määrdenipli ja kaitseklapi keermetatud avade kalibreerimine. Lõpuks lihvitakse ristmiku tapid ümarlihvpingis vajalikku mõõtmesse.



Joon. 157. Piduri töösilindri kolvi laialisurumise rakis:
1 — tempel; *2* — piirdeplaat; *3* — piduri töösilindri kolb; *4* — matriits; *5* — matriitsi kohaleasetamist hõlbustavad prismad; *6* — tugiplaat

Laialisurumisega taastatakse ka piduri töösilindrite alumiiniumisulamist valmistatud kolbe. Elektriahjus 400 ... 450° C temperatuurini kuumutatud kolb asetatakse rakisesse (joon. 157). Laialisurumine toimub pressil kuni varda toetumiseni vastu rakise piirdeplaati. Pärast laialisurumist treitakse ja lihvitakse kolbe vajalike mõõtmete ja pinnasileduse saavutamiseks.

Detailide laialisurumise rakiste templid valmistatakse terastest У8 ja У10 ning töödeldakse termiliselt kõvaduseni *HRC* 58 ... 63. Templite tööpinnad lihvitakse ja poleeritakse.

§ 29. VENITAMINE

Venitamisel (joon. 158) nii nagu jämendamiselgi on mõjuva jõu P_δ ja deformatsiooni δ suunad erinevad. Venitamist kasutatakse välispindade mõõtmete suurendamiseks materjali arvel, mida surutakse välja mittetöötava osa kitsait alalt. Venitamisel toimuvad üheaegselt jämendamine ja laialisurumine. Selle meetodiga taastatakse kulunud tööpinnaga klapipäid, roolihoobade kulunud sfäärilise pinnaga kuulsõrmi ja teisi detaile.

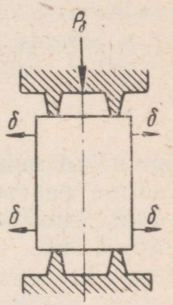
Klapipäid taastatakse venitamisega siis, kui tööpind on tunduvalt kulunud ja tehnilised tingimused ei luba enam lihvida (silindrilise vööndi kõrgus on alla 0,5 mm). Venitamiseks kasutatakse suletud stantsi (joon. 159).

Et vältida klapipea karastamist, on soovitatav kuumutada matriits enne venitamist temperatuurini 350 ... 400° C. Klappi kuumutatakse spetsiaalses ahjus, soolavannis või harilikul ääsil. Klapisäär ei tohi kuumeneda temperatuurini, mille juures kõvadus väheneb. Seepärast peab kuumutamisel jälgima, et hõõgvärvus ei leviks klapisääre sellele osale, mis on kokkupuutes juhtpuksiga. Kuumutatud peaga klapp pannakse stantsi ja asetatakse tempel kohale. Siis antakse templile sepahaamriga 2 ... 3 tugevat lööki

või üks löök sepistushaamriga. Löökide tagajärjel surub matriitsi põhjas olev ringikujuline kõrgendik metalli klapipeast (joon. 160) kulunud ossa.

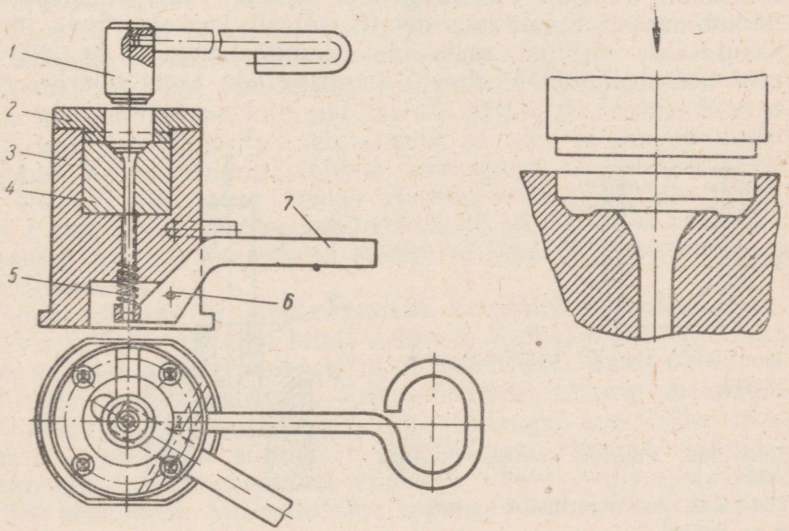
Et vältida sisepingeid, asetatakse klapid pärast venitamist kuuma liiva või asbestvati sisse, kus nad aeglaselt jahtuvad. Seejärel kontrollitakse, kas klapisäär ei ole paindunud. Kui paine ületab tehniliste tingimustega lubatud suuruse, siis säär õgvendatakse. Viimaseks operatsiooniks on klapipea treimine ja lihvimine nõutava mõõtmeni.

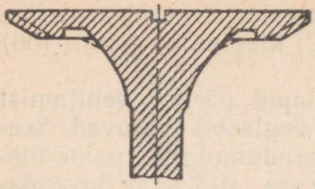
Joonisel 161 on näidatud rakis auto ЗИЛ-164 roolihoobade kuulsõrmede taastamiseks venitamisega. Et kergendada templi surumist kuulsõrmesse, on eelnevalt sõrme pea otspinnasse puuritud 4 mm läbimõõduga ja 25 mm sügavune auk. 820 ... 830° C temperatuurini kuumutatud sõrm asetatakse rakisesse ja templi ots



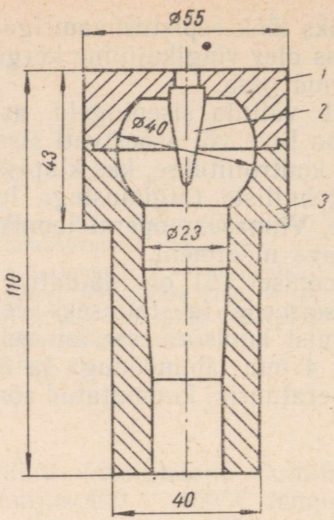
Joon. 158. Venitamise skeem

Joon. 159. Suletud stants klapipea taastamiseks venitamisega:
1 — tempel, *2* — juhtrõngas; *3* — stantsi korpus; *4* — matriits; *5* — tõukuri vedru; *6* — tõukuri telg; *7* — tõukuri hoob





Joon. 160. Klapi ristlõige pärast venitamist

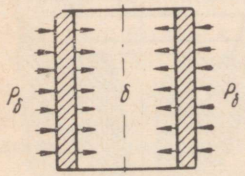


Joon. 161. Rakis, millega taastatakse venitamise teel auto ЗИЛ-164 roolihoobade kuulsõrmi:
1 — matriitsi ülemine pool; *2* — tempel; *3* — matriitsi alumine pool

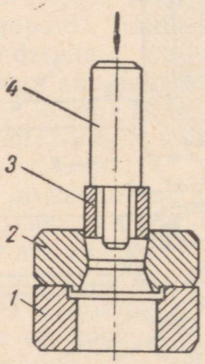
puuritud auku. Tempel surutakse pressi abil või haamrilöökidega sõrme peasse, mis suurendabki selle läbimõõtu. Lõpuks töödeldakse kuulsõrme mehaaniliselt ja termiliselt.

§ 30. KOKKUSURUMINE

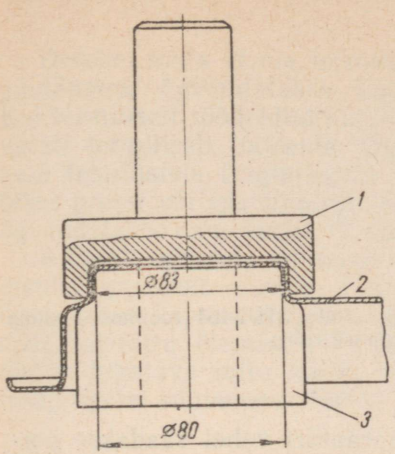
Detailide kokkusurumist iseloomustab mõjuva jõu P_δ ja deformatsiooni δ suuna ühtelangemine (joon. 162). Kokkusurumisel nihkub metall taastatava detaili äärtelt keskele. Seda meetodit kasutatakse värviliste metallide sulamitest pukside ja tempermalmist rattarummude kulunud laagripesade taastamiseks, samuti



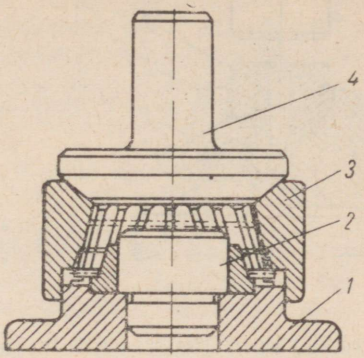
Joon. 162. Detaili kokkusurumise skeem



Joon. 163. Pukside kokkusurumise rakis:
1 — alus; *2* — matriits; *3* — puks; *4* — tempel



Joon. 164. Mootori ГАЗ-51 jaotushammasrataste kaane kokkusurumise rakis



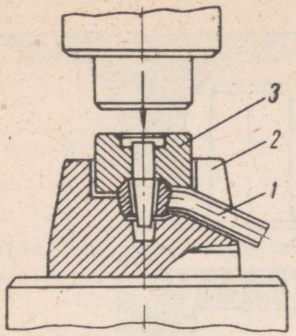
Joon. 165. Koonusrull-laagrite separaatorite kokkusurumise rakis

käändtelgede, roolihoobade ja teiste detailide taastamiseks, kui neil on kulunud koonilised avad.

Pukside kokkusurumise rakis on näidatud joonisel 163. Matriitsi siseneva osa kaldenurk on 7 . . . 8° ja väljuval 18 . . . 20°. Kalibreeriva silindrilise vööndi mõõtme valimisel arvestatakse, et puksi siseläbimõõtu on vaja vähendada kulumise ja mehaanilise töötlemise varu võrra. Silindrilise vööndi kõrgus on 3 . . . 5 mm. Kokkusurumine toimub pressil ilma detaili kuumutamata, kusjuures puksi välisläbimõõt väheneb. Et viimast taastada, pressitakse kokkusurutud puks teraspuksi sisse. Sellisel viisil saadud bimetallpuksi ava hõõritsetakse vajalikku mõõtmesse.

Kokkusurumisega taastatakse mootori ГАЗ-51 jaotushammasrataste kaas, millel on kulunud tihendi aluspind. Jaotushammasrataste kaas on stantsitud lehtterasest ja teda ei ole termiliselt töödeldud. Kokkusurumine toimub spetsiaalse rakise abil (joon. 164). Kaas *2* asetatakse rakise alusele *3* ja surutakse pressil vormi *1* abil kokku. Rakise konstruktsioon ja mõõtmed võimaldavad saada vajalikke laagripesa mõõtmeid ilma järgneva mehaanilise töötlemiseta.

Koonusrull-laagrite separaatoreid taastatakse kokkusurumisega, kui rullide vahed on laiuti kulunud. Rull-laagrite separaatorid on valmistatud külmalt valtsitud teraslindist mark 08 või 10. Termiliselt neid ei töödelda. Kokkusurumine toimub spetsiaalse rakise abil (joon. 165). Ilma välisrõngata laager asetatakse rakise alusesse *1* pressitud sõrmele *2*. Välisrõnga asemele pannakse survekoonus *3*, mille sisepinnal on laagri rullide arvule vastav hulk koonilisi süvendeid. Siis surutakse separaator tõukuri *4* abil pres-



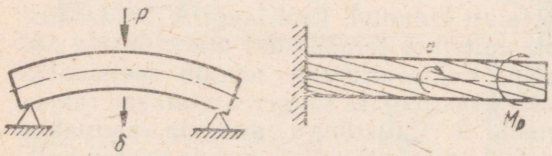
Joon. 166. Auto ЗИЛ-164 roolihoova silma kokkusurumise rakis

sil kokku, kuni laagri rullide ja separaatori vahel saadakse normaalne lõtk.

Kokkusurumisega taastatakse mitmesuguseid hoobasid, mille silmades on kulunud siledad või hammastatud avad. Auto ЗИЛ-164 roolihoova *1* silm (joon. 166), mille kooniline ava on kulunud, kuumutatakse sepääsil 900...950° C ja asetatakse siis rakise alumise vormipoole *2* sisse. Ülemisel vormipoolel *3* on koonilise otsaga sõrm, mis läheb roolihoova avasse ja piirab kokkusurumisel ava läbimõõtu. Kokkusurumiseks kasutatakse pressi või sepistushaamrit. Pärast kokkusurumist töödeldakse roolihoob termiliselt ja mehaaniliselt.

§ 31. ÕGVENDAMINE

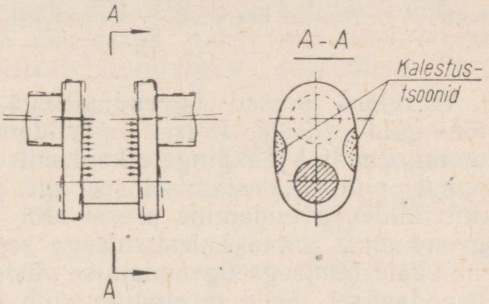
Detailide õgvendamisele on iseloomulik, et mõjuva jõu P või pöördemomendi M_p suunad langevad ühte deformatsiooni δ suunaga (joon. 167). Seda meetodit kasutatakse detailide esialgse kuju taastamiseks, mis on rikutud jääkdeformatsioonide tagajärjel (paine, vääne, kaardumine). Õgvendatakse mootorite väntvõlle ja jaotusvõlle, raami detaile, pooltelgi, esitelgede talasid, kepse, klappe ja teisi detaile. Mõningaid detaile kuumutatakse enne õgvendamist. Et mitte rikkuda termilisel töötlemisel saadud omadusi, soovitatakse termiliselt töödeldud detaile õgvendada külmalt.



Joon. 167. Detaili õgvendamise skeem

Detaile, mida ei ole termiliselt töödeldud ja mis on tugevasti paindunud, õgvendatakse kuumalt temperatuuril 700...800° C. Kui termiliselt töödeldud detaile õgvendada kuumalt, on neid vaja uuesti termiliselt töödelda. Õgvendamisel deformeeritakse detaili kuni tehnilistele tingimustele vastava kuju saamiseni. Õgvendatakse pressi või spetsiaalsete rakiste abil. Väntvõlle ja jaotusvõlle õgvendatakse enne kaelte lihvimist.

Külmalt õgvendatud detail deformeerub pärast teatud aja möödumist osaliselt uuesti. Katsetustega on kindlaks tehtud, et õgvendatud kepsud deformeeruvad uuesti pärast lühiajalist töötamist, mistõttu ülemise ja alumise pea telgede mitteparalleelsus ületab lubatava mitu korda. See nähtus on põhjustatud töö- ja jääkpingete summeerumisest. Kuna plastiline deformatsioon on

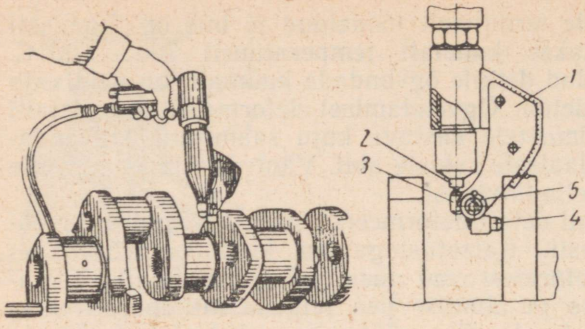


Joon. 168. Kalestamistsoonid väntvõlli õgvendamisel

nõtke ulatuses ebaühtlane, võivad jääkpinged kasvada suureks ja põhjustada detailide kõverdumisi iseenesest ilma tööpinget rakendamata.

Õgvendamise tulemuste püsivamaks muutmiseks soovitatakse detaili pärast õgvendamist kuumutada temperatuurini 400... 450° C ja hoida sel temperatuuril 0,5...1 tundi (sõltuvalt mõõtmetest). Selle tulemusena vähenevad jääkpinged. Taastatud detaili tugevus moodustab uue detaili tugevusest umbes 90%. Nimetatud režiimi võib soovitada kepsude ja teiste detailide õgvendamiseks. Detaile soovitatakse kuumutada neutraalses või taandavas keskkonnas. Termiliselt töödeldud detailid, mille noolutustemperatuur on alla 500° C, kuumutatakse pärast õgvendamist temperatuurini 200...250° C ja pikendatakse sellel temperatuuril hoidmise aega. Sellisel juhul taastub detaili tugevusest umbes 50%.

Üsna progressiivseks meetodiks on külmalt õgvendamine kohaliku pinnakalestamisega. Meetod seisneb järgmises. Detaili teatud kohti kalestatakse spetsiaalse pneumovasara löökidega (pinnitakse). Selle tagajärjel metalli pinnakihid mõnevõrra venivad ja deformeerivad detaili paindele vastassuunas, s. t. õgvendavad.



Joon. 169. Pneumaatilise vasara asend väntvõlli õgvendamisel kalestamise meetodil:
1 — kandur; *2* — pneumaatilise vasara löökur; *3* — nookur; *4* — nookuri löökur; *5* — nookuri telg

Võrreldes pressil õgvendamisega, on sellel õgvendusviisil mõningaid eeliseid. Pressil õgvendamisel toimub suure paindekoormuse mõjul jääkpingete kontsentreerumine, eriti õnnalde piirkonnas, pinna kalestamisel see aga puudub. Seetõttu vähendab väntvõllide õgvendamine pressi abil väsimustugevust tunduvalt, õgvendamine pinna kalestamisega seda aga peaaegu ei muuda. Pinnakalestamisega õgvendamise püsivus on kõrgem kui pressiga õgvendamisel. Selle meetodiga võib õgvendada keeruka kujuga detaile suure täpsusega (kuni 0,02 mm).

Väntvõlle õgvendatakse kohaliku pinnakalestamisega juhul, kui nende viskumine ei ületa 0,03...0,05% võlli pikkusest. Suurema viskumise korral kasutatakse õgvendamiseks pressi. Väntvõlli õgvendamise kalestamistsoonid on näidatud joonisel 168. Punktiiriga on näidatud väntvõlli ühe osa kontuur enne õgvendamist. Väntvõlli põski kalestatakse spetsiaalse vasara löökidega (joon. 169) kuni võlli sirgenemiseni. Ühele ja samale kohale ei tohi lüüa üle kolme-nelja korra. Detailide õgvendamine pinna kalestamisega ei nõua suurt jõudu ja on väga efektiivne.

Vardaid ja kange õgvendatakse alasil vasest ja puidust vasaratega, klappide sääri — prismadel spetsiaalsete rakiste abil. Pärast vastutusrikaste detailide (väntvõllide, jaotusvõllide, kepsude) õgvendamist kontrollitakse, kas neisse ei ole tekkinud pragusid. Auto raami suure deformatsiooni korral needitakse see lahti ja õgvendatakse pressil iga detail eraldi. Kui raam on üldiselt heas seisukorras ja ainult üksikutel detailidel on väikesed kohalikud painded, võib raami õgvendada lahti võtmata. Sel juhul kasutatakse spetsiaalseid rakiseid. Pärast õgvendamist kontrollitakse raame spetsiaalsete šabloonide ja joonlaudadega.

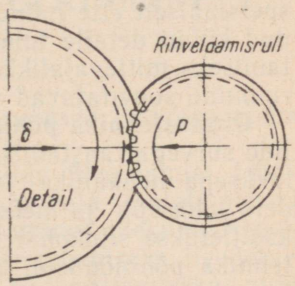
§ 32. RULLIMINE

Rullimisel on mõjuva jõu P suund deformatsiooni δ suunale vastupidine (joon. 170). Meetod seisneb selles, et detaili pind rihveldatakse karastatud rulliga, millel on teravad hambad. Rulli hambad suruvad metalli pinnale harjad, mistõttu tekib rihveldatud pind. Rullimisega on võimalik suurendada detaili kaela läbimõõtu 0,4 mm võrra, kuid kandev pind seejuures väheneb.

Autode kasutamise kogemused on näidanud, et rullimisega taastatud detailide tööiga on lühike. Seetõttu rakendatakse nimetatud meetodit autode kapitaalsel remontimisel harva.

Rullimisega taastatakse pliipronksiga kaetud laagriliudu, kui nende tööpinnad on vähe kulunud, üksikjuhtudel ka liikumatu istuga kuul- ja rull-laagrite pesade kulunud kohti.

Pliipronksiga kaetud laagriliudade tööpindu rullitakse järgmiselt. Liuapaarid asetatakse lõhestatud puksi, mis kinnitatakse treipingi padrunisse. Rihvelruil kinnitatakse supordisse. Pingi



Joon. 170. Detaili rullimise skeem

spindli soovitatavad pöörded on 200...250 p/min, ettenihe aga 1,5...1,75 mm/p. Rullimisel väheneb liua siseläbimõõt ja kompenseerib sellega pliipronksi kulumist Liudade rihveldatud pind valatakse üle babiidiga, seejärel aga treitakse vajalikku mõõtmesse.

Rullitavad on ainult need detailid, mille materjal on külmalt plastiline. Pinna kõvadus ei tohi olla üle *HRC* 25...30. Pärast rullimist töödeldakse detaile mehaaniliselt, enamasti aga lihvitakse.

§ 33. TÖÖKOHTADE KORRALDAMINE JA OHUTUSTEHNIKA

Töökohtade korraldamine. Sõltuvalt tööde iseloomust asetatakse töökohtadele mitmesugused seadmed ja rakised. Need taastamisoperatsioonid, mis ei ole seotud detailide kuumutamisega, sooritatakse harilikult lukksepa-mehaanikaosakonnas. Põhiseadmeteks on lukksepatöölaud, press ja rihtplaat.

Kui õgvendamisel on vaja detaili kuumutada, sooritatakse surveoperatsioonid termilises (sepa-termilises) osakonnas. Sellisel juhul on kasutatavateks seadmeteks sepistushaamer, press, ääs, kuumutusahjud, alasi jms.

Seadmed ja tootmisinventar peavad paiknema vastavalt tehnoloogilise protsessi nõuetele. Seadmete vahekaugus, samuti seadmete ja ehituskonstruktsioonide vaheline kaugus, peab vastama kehtivatele normidele. Sepatööriistad on vaja asetada spetsiaalsetele töökohal asuvatele alustele. Vajalik tööriist peab asetsema käe ulatuses. Kuumad detailid asetatakse pärast töötlemist selleks spetsiaalselt ette nähtud kohtadele. Töötlemist ootavaid ja töödeldud külmi detaile tuleb hoida riiulitel. Töökohal ei tohi olla töötamiseks mittevajalikke tööriistu, rakiseid ja detaile. Seadmete ja ruumide soovitatavad värvused on toodud 4. peatükis.

Ohutustehnika põhinõuded. Nagu märgitud, sooritatakse detailide survega taastamise operatsioone peamiselt autoremonditehase lukksepa-mehaanika- ja termilises osakonnas. Ohutustehnika nõudeid lukksepa- ja mehaanikatöödel vaadeldi 11. peatükis. Seetõttu käsitletakse siinkohal ainult termilise osakonna töötajate ohutustehnika põhinõudeid. Selles osakonnas töötamine nõuab tööliselt (sepalt) suurt füüsilist pingutust. Et luua normaalseid ja ohutuid töötingimusi, tuleb termilises osakonnas täita järgmisi nõudeid.

Ruumi põrandad peavad olema tasased ja karedad. Ruumis peab olema läbitõmbeventilatsioon.

Õigest joogirežiimist kinnipidamiseks peab joogivesi sisaldama 0,5% soola ja olema gaseeritud. Selline vesi peab olema tsehhis kõrvuti mageda veega kogu vahetuse jooksul.

Töötada tohib ainult korras tööriistaga. Pihid peavad olema valmistatud pehmest mittekarastuvast terasest ning vastama hoitavate detailide suurusele ja kujule. Detailide taastamise rakiste konstruktsioon peab olema selline, et detailid ei langeks löökide korral välja. Kui töötamisel võib tekkida sädemeid või kildusid, on vaja panna ette purunemata klaasidega kaitseprillid, valge hõõgvärvuseni kuumutatud detailide töötlemisel aga siniste või suitsuklaasist klaasidega prillid.

Sepistushaamriga töötamisel ja käsisepistamisel on keelatud kasutada juhuslikke aluseid ja plaate. Hüdraulilisel pressil töötamisel tuleb jälgida manomeetri näite, mis ei tohi ületada tehnoloogilise protsessi kaardil näidatud suurusi.

Hüdraulilise või pneumaatilise pressiga töötamisel kasutatavad rakised ja alused peavad olema stabiilsed ja vältima detailide mahalibisemist.

Pärast laialisurumise, jämendamise, venitamise ja kokkusurumise operatsiooni lõppemist (pärast templi toetumist vastu matriitsi või ülemise vormipoole toetumist vastu alumist) tuleb pressi surve otsekohe lõpetada.

Kõik seadmete metallosad, mis võivad pingestuda, peavad olema maandatud või nullitud.

13. PEATÜKK

KEEVITAMINE JA PEALESULATAMINE

§ 34. ÜLDMÕISTED

Keevitamine ja pealesulatamine on progressiivsed ja kõige enam levinud taastamismeetodid.

Keevitamiseks nimetatakse metalldetailide ühendamist lahtivõetamatult nende liitekoha kuumutamisega sula (sulatamisega keevitamine) või plastilise (survega keevitamine) olekuni. Keevitamist kasutatakse murdunud detailiosade ühendamiseks, lisadetailide (puksid, hammasvööd, plaadid jms.) kinnitamiseks ning pragude ja avade kõrvaldamiseks.

Pealesulatamiseks nimetatakse sulatatud metalli või sulami kandmist detaili pinnale. Pealesulatatud kiht saadakse enamasti sulatamisega keevitamisel. Pealesulatamist kasutatakse kulunud detailide mõõtmete taastamiseks, samuti hõõrdepindade kulumiskindluse tõstmiseks.

Detailide taastamisel rakendatakse järgmisi keevitus- ja pealesulatusviise: a) käsitsi gaasi- ja kaarleekkeevitust; b) mehhaniseeritud keevitamist. Üht või teist keevitamise või pealesulatamise viisi rakendatakse sõltuvalt vigastuse iseloomust, materjalist, termilisest töötlemisest ning detaili otstarbest ja kujust.

Gaasikeevitusel sulab metall soojuse toimel, mis eraldub gaasi (atsetüleen, looduslik gaas jt.) põlemisel hapniku joas. Kõige enam on levinud gaasikeevitus atsetüleeni-hapnikuleegiga.

Sõltuvalt hapniku (O_2) ja atsetüleeni (C_2H_2) vahekorrast eristatakse kolmesugust leeki: normaalset $\left(\frac{O_2}{C_2H_2} = 1{,}0 \ldots 1{,}2\right)$, taandavat $\left(\frac{O_2}{C_2H_2} = 0{,}8 \ldots 0{,}9\right)$ ja oksüdeerivat $\left(\frac{O_2}{C_2H_2} = 1{,}2 \ldots 1{,}5\right)$.

Leegi liik mõjub otseselt keevituse ja pealesulatuse kvaliteedile. Detailide keevitamine ja pealesulatamine taandava leegiga (atsetüleeni ülejäägi puhul) muudab metalli kõvemaks ja hapramaks. Sellist leeki kasutatakse vähelegeeritud terastest detailide taastamiseks, samuti kõvasulamite pealekeevitamiseks. Oksüdeeriva leegiga keevitamisel tekivad sulametalli oksiidid, mis halvendavad liite kvaliteeti. Oksüdeeriv leek on detailide keevitamiseks ja pealesulatamiseks kõlbmatu. Tavaliselt keevitatakse ja sulatatakse peale normaalse leegiga.

Tuleb märkida, et gaasikeevitusel tekib suur temperatuuri mõju tsoon (atsetüleeni-hapnikuleegi temperatuur on ligikaudu 3000° C), mis põhjustab detaili ebaühtlase kuumenemise tõttu selle üksikute osade deformatsioone. Deformatsioonide (kaardumise) kõrvaldamiseks või vähendamiseks tuleb detaili eelnevalt kuumutada ja seejärel pärast keevitamist aeglaselt jahutada.

Sulametalli kaitsmiseks oksüdeerumise ja tekkivate oksiidide lahustumise eest kasutatakse räbusteid. Räbustid taandavad sulametalli, moodustavad metalli pinnale tõusvaid šlakke ja kaitsevad niiviisi metalli oksüdeerumise eest. Sõltuvalt keevitatava metalli liigist kasutatakse mitmesuguseid räbusteid.

Kaarleekkeevitusel ja pealesulatamisel sulab metall kaarleegi soojuse toimel (keevituskaare temperatuur on umbes 6000° C).

Käsitsi võib keevitada ja peale sulatada mittesulava süsielektroodiga või sulava metallelektroodiga. Mõlemat keevitusviisi soovitasid esimesena kasutada vene insenerid: esimest 1885. a. N. N. Benardos ja teist 1890. a. N. G. Slavjanov. Süsielektroodiga keevitamine ja pealesulatamine toimub alalisvooluga.

Detailide taastamisel kasutatakse süsielektroodiga alalisvoolu kaarkeevitust peamiselt värviliste metallide ja nende sulamite, näiteks pliidetailide, keevitamiseks.

Olenevalt sellest, millise elektroodiga on alalisvooluga keevitamisel ühendatud detail, eristatakse päri- ja vastusuunalist polaarsust. Pärisuunalise polaarsuse puhul ühendatakse keevitatav detail keevitusgeneraatori plusspoolusega, elektrood aga miinuspoolusega. Esimesel juhul kuumeneb detail rohkem. Sellel on suur praktiline tähtsus. Vastusuunalise polaarsusega keevitatakse õhukeseseinalisi detaile (seinapaksusega kuni 2,5 mm). Sellega välditakse nende läbipõlemist. Samuti kasutatakse vastusuunalist polaarsust mõnede legeeritud teraste ja malmi külmalt keevitamiseks teraselektroodiga, sest sellisel juhul ei ole soovitatav keevitatavaid detaile kõrge temperatuurini kuumutada.

Alalisvoolu ja katteta elektroodidega keevitamisel on kaarleek püsivam kui vahelduvvooluga keevitamisel ja õmbluse kvaliteet kõrgem. Siiski, kui vahelduvvooluga keevitamisel kasutada kattega elektroode, on leegi püsivus täiesti rahuldav ja õmblus samasugune kui alalisvooluga keevitamisel.

Koos metalli sulamise ja sellele järgneva hangumisega toimu-

Joon. 171. Keevisliite struktuur vähese süsinikusisaldusega terase keevitamisel

vad keevitamisel keevisõmbluse naabruses põhimetalli struktuurimuutused. Nende muutuste iseloom sõltub metalli koostisest, kuumutamise temperatuurist ja jahutamise kiirusest.

Joonisel 171 on näidatud keevisliite struktuur vähese süsinikusisaldusega teraste keevitamisel. Keevisõmblusel (tsoon *1*) on valatud metalli struktuur. Õmbluse kõrval asub suurekristallilise struktuuriga ülekuumenemistsoon *2*, mis alandab metalli plastilisi omadusi. Ülekuumenemistsooniga piirneb normaliseerumistsoon *3*. Sellele on iseloomulik peeneteraline struktuur ja järelikult kõrgemad mehaanilised omadused kui põhimetallil. Teise ja kolmanda tsooni metall kuumeneb keevitamisel temperatuurini 900 ... 950° C. Normaliseerumistsoon piirneb põhimetalliga *4*, milles struktuurimuutusi ei esine.

Vähese süsinikusisaldusega teraste keevitamisel on keevisliite kõige nõrgemaks kohaks ülekuumenemistsoon, karastuvate teraste keevitamisel (kiire jahtumise korral) — tsoonid *2* ja *3*. Karastusstruktuuride kujunemine alandab järsult keevisliite plastilisi omadusi ja võib tekitada pragusid. Pragude vältimiseks rakendatakse paljude vastutusrikaste detailide keevitamiseks ja pealesulatamisel eelsoojendust ja pärast keevitamist aeglast jahutamist.

§ 35. KÄSITSI KAARLEEKKEEVITUS, GAASIKEEVITUS JA PEALESULATAMINE

Põhiseadmed. Gaasikeevituseks ja pealesulatamiseks kasutatakse atsetüleeni, mida saadakse kohapeal spetsiaalsetest generaatoritest või tuuakse töökohale balloonides. Sagedamini kasutatakse esimest moodust.

Atsetüleeni saadakse generaatorites, milles vesi lagundab kaltsiumkarbiidi. Hapnikku hoitakse ja transporditakse balloonides. Hapniku rõhu alandamiseks töörõhuni (150-lt 3 ... 4 kG/cm²-ni) kasutatakse hapnikuballooni ventiili külge ühendatavaid reduktoreid. Põleva gaasi segamiseks hapnikuga ja keevitusleegi tekita-

miseks kasutatakse inžektortüüpi põleteid. Põletid varustatakse otsikute komplektiga, mis võimaldavad keevitada mitmesuguse paksusega metalli.

Kaarleekkeevituse ja pealesulatamise põhiseadmeteks on keevitustransformaatorid ja -agregaadid. Keevitustransformaatorid on ette nähtud kaarleegi toitmiseks vahelduvvooluga. Keevitusagregaadid toidavad kaarleeki alalisvooluga või kõrge sagedusega vahelduvvooluga. Agregaat koosneb elektrimootorist, mida toidetakse vahelduvvooluvõrgust, ja alalisvoolu- või kõrge sagedusega vahelduvvoolugeneraatorist. Kõrge sagedusega vahelduvvool hõlbustab leegi süütamist, kusjuures leek ei kustu isegi väikese võimsuse puhul.

Vahelduvvooluga keevitamisel on võimalik tõsta leegi stabiilsust ostsillaatoriga. See on spetsiaalne aparaat, mis lülitatakse paralleelselt keevitustrafoga ja toidab keevituskaart kõrgepingelise kõrge sageduse ja väikese võimsusega vahelduvvooluga. Ostsillaatoreid kasutatakse katteta elektroodiga keevitamisel. Käesoleval ajal kasutatavad elektroodikatted garanteerivad stabiilse leegi ka ilma ostsillaatorita.

Käsitsi kaarkeevituse seadmete valik sõltub keevitustööde liigist, samuti vooluallika majanduslikest näitajatest. Alalisvoolu ja süsielektroodidega keevitatakse harilikult õhukest lehtmaterjali ja värvilistest metallidest detaile. Ülejäänud juhtudel kasutatakse vahelduvvooluga keevitamist. Tuleb silmas pidada, et vahelduvvooluga keevitamisel on seadmed tunduvalt odavamad kui alalisvooluga keevitamisel, nende gabariidid ja kaal on väiksemad ning ehitus lihtsam. Lisaks sellele kulub vahelduvvooluga keevitamisel 1 kg sulametalli kohta tunduvalt vähem elektrienergiat kui alalisvooluga keevitamisel.

Peale keevitusseadmete kasutatakse keevitatavate detailide ja sõlmede ülesseadmise stende. Tööstus toodab keevitamiseks universaalseid manipulaatorstende. Keevitatav detail (või sõlm) kinnitatakse stendi pöördlauale ja seda saab hõlpsasti ning kiiresti vajalikku asendisse seada. Manipulaatorite kasutamise tehnoloogilised võimalused on väga laiad. Neid võib kasutada mitmesuguste mõõtmetega detailide käsitsi ja mehhaniseeritud keevitamisel, samuti pealesulatamisel. Manipulaatorid võimaldavad tõsta keevitajate tööviljakust ja parendada töötingimusi.

Detailide kuumutamiseks enne keevitamist ja pealesulatamist kasutatakse induktoreid, kuumutusahje, sepaääse jt. Kuumutatud detailide soojuse säilitamiseks või nende aeglaseks jahutamiseks kasutatakse keevitamisel spetsiaalseid kambreid, termostaate, mille seinad on valmistatud soojust isoleerivatest materjalidest.

Terasdetailide keevitamine ja pealesulatamine. Autodetaile valmistatakse vähese ja keskmise süsinikusisaldusega ning legeeritud terastest. Enamik vastutusrikastest suurte koormuste tingimustes töötavatest detailidest on termiliselt töödeldud.

Terasdetailide taastamisel keevitamise ja pealesulatamisega tehakse järgmisi töid:

a) kulunud pindadele pealesulatamine, pragude ja avade kinnikeevitamine;

b) murdunud osade ja lisadetailide (puksid, hammasvööd, plaadid jms.) külgekeevitamine.

Terasdetaile on võimalik taastada nii gaasi- kui ka kaarkeevituse ja pealesulatamisega. Viimane on rohkem levinud.

Termiliselt töödeldud detailide keevitamine ja neile pealesulatamine tekitab raskusi, sest kõrge temperatuuri mõjul rikutakse termilisel töötlemisel saadud omadusi (kõvadust, paindetugevust jms.). Seetõttu tuleb taoliste detailide taastamisel termilist töötlemist korrata, mis muudab taastamise keerukamaks ja ei olegi alati võimalik.

Teraste keevitatavus sõltub süsiniku- ja legeerivate komponentide sisaldusest. Vähese, kuni 0,3% süsinikusisaldusega terased keevituvad hästi. Süsinikusisalduse suurenemisel terase keevitatavus halveneb, ilmneb kalduvus pragunemisele. Kuni 0,5% räni hulk taandab sulametalli ja ei avalda keevitatavusele negatiivset mõju. Selle elemendi suurema sisalduse korral moodustuvad raskelt sulavad paksud šlakid, mis keevitamist raskendavad ja saastavad keevisõmblust mittemetalsete lisanditega. Kuni 0,8% mangaani hulk mõjub terase keevitatavusele positiivselt, soodustab hapniku ja väävli eemaldamist sulametallist, suurendab keevisõmbluse tugevust ja sitkust. Kroomi sisaldavad terased keevituvad halvasti. See on tingitud karastusstruktuuride ja raskesti sulavate oksiidide tekkimisest. Vanaadium ja molübdeen mõjuvad keevitatavusele negatiivselt, sest nad soodustavad pragude tekkimist keevisõmblusesse. Nikkel parendab terase keevitatavust, tõstab tunduvalt plastilisust ja tugevust. Ent ta oksüdeerub kergesti ja seepärast on keevitamisel vaja hoolikalt kaitsta sulametalli õhuhapniku eest.

Kaarkeevitusel ja pealesulatamisel on võimalik sulatatud keevisõmbluse küllastumine hapniku ja lämmastikuga ning legeerivate komponentide väljapõlemine ja oksüdeerumine. Sulametalli oksüdeerumine alandab õmbluse tugevust ja löögisitkust. Terase küllastumine lämmastikuga halvendab plastilisi omadusi, vähendab löögisitkust ja suhtelist pikenemist, suurendab kõvadust ja tõstab tugevust. Lisamaterjaliks (elektroodideks) on keevitamisel keevitustraat (ГОСТ 2246-60) СВ-08 ja СВ-08А läbimõõduga 1,2... 6 mm.

Et kaitsta sulametalli õhuhapniku- ja -lämmastiku eest ning viia keevisõmblusesse legeerivaid lisandeid, kasutatakse kaarkeevitusel ja pealesulatamisel spetsiaalkatetega elektroode. Õhukesed katted (küljepaksusega 0,10... 0,25 mm) on ette nähtud peaasjalikult kaare püsivuse tõstmiseks ja neid nimetatakse seepärast stabiliseerivateks või ioniseerivateks. Stabaliseerivatest katetest on enam levinud kriitkate. See koosneb 80% kriidist ja 20% vesiklaasist.

Õhukese kattega elektroode kasutatakse peamiselt staatiliste koormuste all töötavate mittevastutusrikaste detailide keevitamisel. Paksu kattega (küljepaksusega 0,5 ... 1,5 mm) elektroodid annavad kõrgendatud mehaaniliste omadustega õmblusi.

Paksude katete koostisse kuuluvad mitmesugused komponendid, mis sõltuvalt nende funktsioonidest jagunevad järgmiselt: gaase moodustavad, need kaitsevad sulametalli õhu eest (toidujahu, tärklis, dekstriin, puidujahu jms.); räbustavad (titaanikontsentraat, mangaanimaak, põldpagu, sulapagu, kvarts, marmor, kaoliin jt.); taandavad ja legeerivad (ferromangaan, ferrosiliitsium, ferrotitaan, ferrokroom, alumiinium ning teised ferrosulamid ja metallid); leeki stabiliseerivad (sooda, potas, titaandioksiid jt.); siduvad (vesiklaas).

Keevitamiseks enam levinud elektrooditüüpide kasutusalad on toodud tabelis 18, pealesulatamiseks aga tabelis 19. Igale elektrooditüübile vastab üks või mitu marki. Neid iseloomustavad katte koostis, elektrooditraadi mark ja pealesulatatud metalli tehnoloogilised omadused.

Tabel 18

Mõnede metallist keevituselektroodide kasutusalad

Tüüp GOST 9467-60 järgi	Margid	Soovitatav voolu liik	Kasutusala
Э 34	Kriit	Alaline või vahelduv	Staatilistel koormustel töötavate vähese süsinikusisaldusega terasest valmistatud mittevastutusrikaste detailide keevitamine
Э 42	OMA-2	Sama	Staatilistel ja dünaamilistel koormustel töötavate 0,5 mm ja suurema paksusega konstruktsiooniterasest lehtedest valmistatud detailide keevitamine
Э 46T	AHO-3	„	Staatilistel ja dünaamilistel koormustel töötavate vähese süsinikusisaldusega ja madalalt legeeritud terasest valmistatud vastutusrikaste detailide keevitamine
Э 46T	AHO-4	„	
Э 50A	УОНИ 13/55	Alaline (vastupolaarsus) või vahelduv (ostsillaatori kasutamisega)	Keskmise süsinikusisaldusega ja madalalt legeeritud termiliselt töötlemata või normaliseeritud terastest valmistatud vastutusrikaste detailide keevitamine ja pealesulatamine

Tabel 19

Mõnede pealesulatamiseks kasutatavate metallelektroodide kasutusalad

Tüüp ГОСТ 10051—62 järgi	Margid	Soovitatav voolu liik	Pealesulatatud metalli kõvadus *(HRC)* pärast lõõmutamist või termilist töötlemist	Kasutusala
ЭН—15Г3—25 ЭН—18Г4—35 ЭН—20Г4—40	ОЗН-300 ОЗН-350 ОЗН-400	Alaline (vastupolaarsus) või vahelduv	27 . . . 36 35 . . . 40 39 . . . 47	Pealesulatamine konstruktsiooni- ja madalalt legeeritud terastest detailidele, mille sulatatud metallilt nõutakse suurt kulumiskindlust (pealesulatatud metall võimaldab karastada)
ЭН—У18К62Х30В5С2—40	ЦН-2	Alaline või vahelduv	Mitte alla 40	Pealesulatamine konstruktsiooniterastest detailidele, millele sulatatud metallilt nõutakse suurt kulumiskindlust ja mis töötavad temperatuuril kuni 600° C (pealesulatatud metall ei lõõmutu)
ЭН—У30Х28С4Н4—50	ЦС-1 (sormait nr. 1)	Alaline (vastupolaarsus) või vahelduv	48 . . . 54	Pealesulatamine suure kõvadusega detailidele, millele sulatatud metallilt nõutakse suurt kulumiskindlust (pealesulatatud metall ei lõõmutu)
ЭН—У30Х25РС2Г—60 ЭН—У30Х23Р2С2ТГ—55	Т-590 Т-620	Alaline või vahelduv	57 . . . 65 55 . . . 62	Sama

Märkused. 1) Elektroodide tüübid on valitud sõltuvalt pealesulatatud metalli keemilisest koostisest ja kõvadusest.

2) Elektroodide tüübi tähist dešifreeritakse järgmiselt: ЭН-pealesulatuselektrood. Järgneb standardikohane terasemarkides sisalduvate põhielementide tingtähistus. Täht У märgib, et süsinikku sisaldub kümnendikes protsentides. Kui süsinikku sisaldub sajandikes protsentides, siis tähte У ei tarvitata. Tingtähistusele järgnev number näitab kõvadust.

Elektroodide tingtähistusse peab kuuluma elektroodi mark ja tüüp, varda läbimõõt ja ГОСТ-i number. Näiteks ЦН-2-ЭН-У18К62Х30В5С2-40-5,0 ГОСТ 10051-62.

Elektoodimargi valikul tuleb arvestada, kas detaile on pärast keevitamist või pealesulatamist võimalik termiliselt töödelda. Traadi läbimõõt valitakse sõltuvalt keevitatava detaili paksusest ja keevitusseadme võimsusest. Detaili väikese paksuse korral valitakse traadi läbimõõduks umbes pool keevitatava detaili paksusest.

Keevitamise kvaliteet sõltub peale elektroodi materjali veel keevitusvoolu tugevusest. See määratakse kindlaks elektroodi läbimõõdu ja keevitatava detaili paksuse järgi. Allpool tuuakse keskmised keevitusvoolu tugevused sõltuvalt elektroodi läbimõõdust:

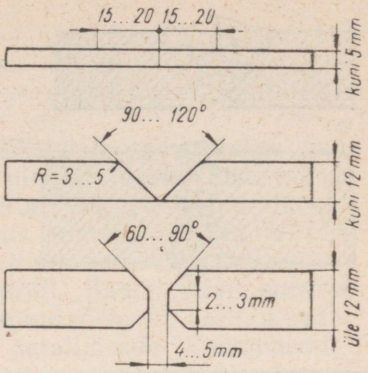
Elektroodi läbimõõt mm	2	3	4	6
Vool A	65	110	180	320

Detailide taastamine keevitamise ja pealesulatamisega koosneb kolmest etapist: keevitamiseks (pealesulatamiseks) ettevalmistamisest, keevitamisest (pealesulatamisest) ja töötlemisest pärast keevitamist (pealesulatamist).

Pragusid töödeldakse enne keevitamist paindvõlliga abrasiivketta abil. Selleks võib kasutada ka meislit. Kuni 5 mm seinapaksuse korral võib, selleks et seinu mitte lõhkuda, eeltöötlemisest loobuda, piirdudes pinna puhastamisega 15...20 mm laiuselt kummalgi pool pragu. Suurema seinapaksuse korral (kuni 12 mm) töödeldakse praod V-kujuliseks. Kui keevitatava detaili seinapaksus on üle 12 mm, töödeldakse pragu kahelt poolt X-kujuliseks. Keevitamiseks ettevalmistatud pragude serva kuju on näidatud joonisel 172. Et praod ei läheks keevitamisel edasi, soovitatakse puurida nende otstesse augud.

Detailide kulunud pindasid puhastatakse enne pealesulatamist spetsiaalsetes seadmetes metallipuruga. Puhastatakse ka terasharja või mehaanilise töötlemisega. Viimatinimetatud meetodil valmistatakse detaile ette neil juhtudel, kui kulumine ei ületa 1,0 mm. Kui vähe kulunud pinda mehaaniliselt mitte töödelda, võib ta pärast pealesulatamist osutuda üleminekukihis olevaks, mille mehaanilised omadused on, nagu eespool märgitud, halvenenud.

Augud ja rebestused valmistatakse kinnikeevitamiseks või paikade pealekeevitamiseks ette viili, abrasiivketta või metallharja abil. Vigastuse ümbrust puhastatakse 10...15 mm laiuselt.



Joon. 172. Keevitamiseks ettevalmistatud pragude serva kuju:
a — kuni 5 mm paksuse metalli puhul; *b* — alla 12 mm paksuse metalli puhul; *c* — üle 12 mm paksuse metalli puhul

Vähese süsinikusisaldusega lehtterasest detaile (kerede kabiinide, välisosade jms. detaile) keevitatakse gaasipõleti leegi või kaarleegi abil. Paljudel juhtudel soovitatakse keevitamisel kuuma õmblust taguda. See vähendab keevisõmbluses pingeid ja hõlbustab selle pärastist puhastamist. Keevitatakse normaalse leegiga.

Elektrikeevitusel kasutatakse spetsiaalseid elektroode mark OMA-2 (vt. tabel 18). Keevitatakse vastusuunalise polaarsusega alalisvooluga või kõrge sagedusega ühefaasilise vahelduvvooluga (sagedus 480 Hz, vool 20 ... 115 A). Viimasel juhul on kaarleegi toiteallikaks ПС-100-1 tüüpi muundur. Häid tulemusi õhukesest lehtmetallist detailide keevitamisel saavutatakse süsi- või grafiitelektroodidega.

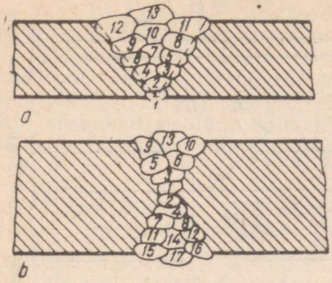
Et vähendada pragusid põhjustavaid sisepingeid, kummutatakse raskesti keevituvatest terastest (legeeritud ja üle 0,3% süsinikku sisaldavatest) detaile enne keevitamist ja pealesulatamist temperatuurini 200 ... 300° C. Pärast keevitamist ja pealesulatamist jahutatakse neid aeglaselt. Aeglaseks ja ühtlaseks jahutamiseks kasutatakse kuuma liiva või asbesti.

Põkkliite keevisõmbluste pealekandmise järjekord on näidatud joonisel 173. Analoogilist keevisõmbluste pealekandmise järjekorda kasutatakse detailile mitmesuguste murdunud osade külgekeevitamiseks. Paigad keevitatakse tavaliselt detaili pinnale.

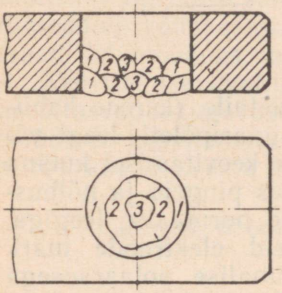
Väikese läbimõõduga avade kinnikeevitamiseks sulatatakse peale mööda serva, kuni kogu ava täitub (joon. 174). Seejärel (kui on võimalik) keevitatakse teiselt poolt.

Pealesulatamisega taastatakse roolihoova võlli, käändtelje ja teiste detailide kulunud keermeid. Kulunud või vigastatud keere lõigatakse maha ja sulatatakse peale traati Св-09 sellise arvestusega, et jääks töötlemisvaru keerme mehaaniliseks töötlemiseks.

Legeeritud terastest termiliselt töödeldud detailide kulunud pindadele sulatatakse peale kaarkeevitusega, kasutades spetsiaalseid ОЗН-300, ОЗН-350 tüüpi elektroode, või gaasikeevitusega,



Joon. 173. Põkkliite keevisõmbluste pealekandmise järjekord:
a — V-kujulisel ettevalmistamisel;
b — X-kujulisel ettevalmistamisel (numbritega on näidatud õmbluste pealekandmise järjekord)

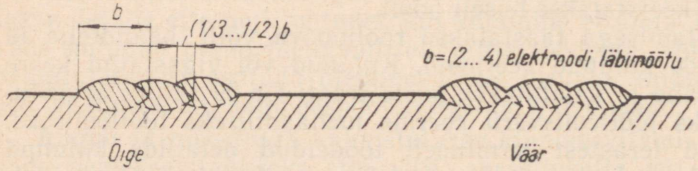


Joon. 174. Õmbluste pealekandmise järjekord ava kinnikeevitamisel (järjekord on märgitud numbritega)

kasutades traati 65Г või 85 ja järgnevat termilist töötlemist. Näiteks võib tuua hammasrataste, käigukasti võllide jms. taastamise.

Taastatavate detailide pindadele sulatatakse peale ühe- ja mitmekihilisi õmblusi. Harilikult on pealesulatatud kihi paksus koos mehaanilise töötlemise varuga 3...6 mm. Eelnevalt puhastatud pinnale kantakse kogu pikkuses esimene vall laiusega *b* (joon. 175). Teine vall sulatatakse peale pärast seda, kui esimene on metallharjaga tagist ja šlakist puhastatud. Teine vall peab katma esimest selle $^1/_2 \ldots {}^1/_3$ laiuses. Vallide pealekandmise õige järjekorra puhul sulametalli piirile karastustsooni ei teki. See seletub sellega, et iga järgmine vall noolutab eelmist.

Silindrilise ja koonilise kujuga pindadele sulatatakse peale kahel viisil:



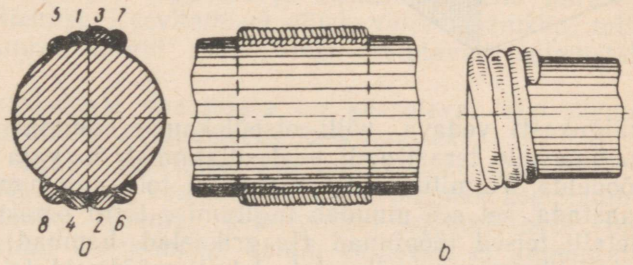
Joon. 175. Pinnale pealesulatamise skeem

1) pikisuunaline pealesulatamine — metallivallid sulatatakse kordamööda detaili vastaspooltele (joon. 176, *a*);

2) ringsuunaline pealesulatamine — metallivalle sulatatakse ümber detaili (joon. 176, *b*).

Pikkadele väikese läbimõõduga võllikaeltele soovitatakse sulatada peale esimesel viisil. Sel juhul pinged tasakaalustuvad ja detail deformeerub vähem. Detail asetatakse pealesulatamiseks rakisesse, mis võimaldab teda vajalikus suunas pöörata. Võllide otstele ja otspindadele tuleb metalli pealesulatamist alustada tsentrist. Vallid kantakse peale kontsentriliselt. Samal viisil soovitatakse peale sulatada kumeratele ja kerapindadele. Et vältida pealesulatatava pinna läheduses asuvate detailiosade kuumenemist, isoleeritakse need märja asbestiga või pannakse detail veevanni, jättes ainult pealesulatatavad kohad välja. Kui pealesulatamine on rikkunud detaili termilisel töötlemisel saadud omadusi, tuleb detail uuesti termiliselt töödelda nagu uue detaili valmistamisel.

Vaatleme näitena auto ЗИЛ-164 pooltelje hammastatud otsa taastamist pealesulatamisega. Pooltelje kulunud hammastele (teras 40X) sulatatakse peale elektroodi ОЗН-300 vastusuunalise polaarsusega alalisvooluga. Kaarleek peab olema seejuures võimalikult lühike. Metalli pealesulatamise järjekord on näidatud joo-

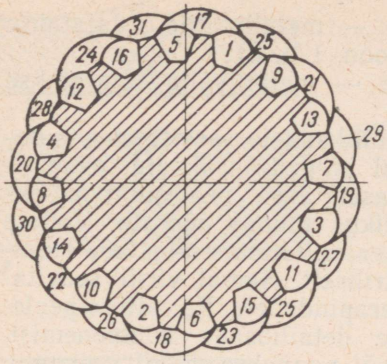


Joon. 176. Metalli pealesulatamise järjekord kulunud võllile:

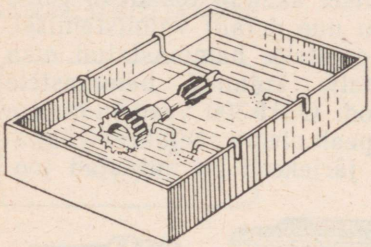
a — pikisuunaline pealesulatamine; b — ringsuunaline pealesulatamine (numbritega on märgitud metallivallide pealesulatamise järjekord)

nisel 177. Pärast pealesulatamist lõõmutatakse pooltelje otsa 200... 250 mm ulatuses temperatuuril 900° C. Sellele järgneb pealesulatatud kihi treimine ja hammaste freesimine, mille järel töödeldakse pooltelje hammastatud osa termiliselt nõutava kõvaduseni. Analoogiliselt sulatatakse peale kardaanvõllide ja teiste detailide hammastatud osadele.

Mõnikord kutsub detailide pealesulatusjärgne termiline töötlemine esile teiste, taastamist mittenõudvate tööpindade muudatusi. Sel juhul sulatatakse peale kõvasulameid, ilma et kogu detaili järgnevalt termiliselt töödeldaks. Toome sellise näite. Pärast



Joon. 177. Metalli sulatamise järjekord pooltelje hammastatud osale



Joon. 178. Käigukasti vedava võlli asend sormaidi pealesulatamisel

käigukasti vedava võlli otseülekande hammasratta vigastatud hammastele terastraadi pealesulatamist on vaja seda termiliselt töödelda. Termilise töötlemisega ei tohi aga hammaste kõvadust taastada, sest see muudab tagitumise tõttu omakorda kõlbmatuks detaili teised tööpinnad (laagrikaelad, hambad). Tagi eemaldamine lihvimisega vähendab detaili mõõtmeid ja ei ole tehniliste tingimustega lubatud. Peale selle võib vedav võll termilisel töötlemisel deformeeruda. Seepärast sulatatakse vedava võlli hammasratta vigastatud hammastele kõvasulamit sormait (nr. 1 või nr. 2).

Sormaidil on suur kõvadus ja kulumiskindlus, head mehaanilised omadused ja nad tagavad õmbluse kõrge kvaliteedi. Peale raua ja süsiniku kuulub nende koostisse kroom, nikkel, mangaan, räni, väävel ja fosfor. Sormait nr. 2 on sormaidist nr. 1 suurema tugevuse ja sitkusega ning termiliselt töödeldav.

Et vältida kaardumist ja mitte rikkuda termilise töötlemisega saadud omadusi, asetatakse detail veevanni. Veest jäetakse välja ainult pealesulatatav osa (joon. 178). Pealesulatatud kihi kõvadus sormaidil nr. 1 on *HRC* 48...54, sormaidil nr. 2 pärast termilist töötlemist *HRC* 60...62. Pealesulatamine võib toimuda kaarleegi või gaasipõleti abil. Kui detaili pinnale on vaja sulatada üle 3 mm paksune kiht, kasutatakse mitmekihilist pealesulatamist. Esialgu sulatatakse metallikiht peale hariliku kriitkattega elektroo-

diga, järgmine kiht aga elektroodiga ЦС-1 või ЦС-2 (sormaidiga). Gaasiga pealesulatamisel peab leegis olema atsetüleeni ülejääk. Sel juhul põleb sormaidist välja vähem legeerivaid lisandeid. Räbustina kasutatakse pealesulatamisel booraksit.

Sormaidiga taastatakse jaotusvõllide nukke, käigulülituskahvleid, hammasvõlle ja teisi detaile. Sormaidi sulatatakse peale ka hammasrataste üksikutele hammastele juhul, kui need on murenenud, tsementiiditud kiht on lahti tulnud või hammaste otsad kulunud.

Sormaidiga sulatatud kohti töödeldakse nende suure kõvaduse tõttu mitmesuguse profiiliga abrasiivkäiadega. Sageli kasutatakse selleks terituspinki.

Malmdetailide keevitamine. Hallmalmi keevitamine. Hallmalmi keevitamine tekitab raskusi selle tõttu, et ta sisaldab grafiitseid lisandeid, suurel hulgal süsinikku ja räni, tema sitkus on väike, koostis ja struktuur ebaühtlased ning kuumutamisel toimuvad tagastamatud mahu muutused.

Kõrge kohaliku kuumenemise ja kiire jahtumise tõttu tekivad keevitamisel malmdetailidesse sisepinged, mis soodustavad pragunemist. Lisaks sellele valgeneb sulamalm kiire jahtumise tagajärjel. Valgemalm, millele on iseloomulik suur haprus ja kõvadus, vähendab keevisõmbluse tugevust ja raskendab selle pärastist mehaanilist töötlemist. Keevitamisel põleb välja süsinikku, mille juures tekib suurel hulgal gaase, mis muudavad sulametalli poorseks.

Nimetatud raskustele vaatamata on käesoleval ajal olemas meetodid malmdetailide kvaliteetseks keevitamiseks.

Hallmalmist detaile keevitatakse gaasi- või kaarkeevitusega. Sõltuvalt detailide olekust keevitusprotsessis jaguneb keevitamine kuumaks ja külmaks. Kuumalt keevitamisel kuumutatakse kogu detail ette. Külmalt keevitamisel detaili eelnevalt ei kuumutata.

Kuumalt keevitatakse malmdetaile harilikult gaasipõleti leegiga. Seda kasutatakse keeruka kujuga detailidele murdunud osade külgeühendamiseks ja nende pragude kõrvaldamiseks, näiteks mootorite plokikaante ja silindriplokkide, mitmesuguste karterite jms. keevitamiseks.

Malmdetaile valmistatakse keevitamiseks ette analoogiliselt terasdetailide ettevalmistamisega.

Enne keevitamist kuumutatakse detail tumepunaseks (600 ... 650° C). Pärast keevitamist jahutatakse teda aeglaselt. See tagab kogu detaili ühtlase kahanemise ning vähendab pragude, valgenenud piirkondade ja kaardumise ohtu. Detaile kuumutatakse kas spetsiaalahjudes või tavalistes kuumutusahjudes. Enne keevitamist kaetakse detail asbestlehtedega kinni. Keevitatav koht jäetakse vabaks. Keevitatav koht peab asetsema horisontaalselt. Vastasel juhul hakkab hästi voolav sulamalm maha jooksma.

Keevitamise perioodil ei tohi detaili temperatuur langeda alla

350° C. Kui selle ajaga ei jõutud keevitamist lõpetada, tuleb kuumutamist korrata. Kuumutamiste arv ei ole piiratud. Et kuumutatud detaili soojust paremini kasutada, vältida pingeid ja malmi valgenemist, keevitatakse kuumalt sageli spetsiaalsetes kestades — termostaatides. Need on monteeritud stendidele, mis võimaldavad detaili asendit kiiresti muuta. Termostaat kujutab endast 2...3 mm paksusest lehtterasest keevitatud kambrit. Kambri kahekordsete seinte vahel on täidetud 15 mm paksuse asbestikihiga. Detaili vigastatud koha juurde pääseb luukidega kaetud akende kaudu.

Malmdetailide gaasikeevitust teostatakse normaalse leegiga või atsetüleeni vähese liiaga. Lisamaterjaliks on malmvardad mark A (ГОСТ 2671-44) või puhastatud praakkolvirõngad.

Mõnel juhul kuumutatakse lihtsa kujuga malmdetailide keevitatavat kohta eelnevalt temperatuurini 200...400° C. Sellist keevitamist nimetatakse poolkuumaks ja seda võib teha nii malm- kui ka teraselektroodidega.

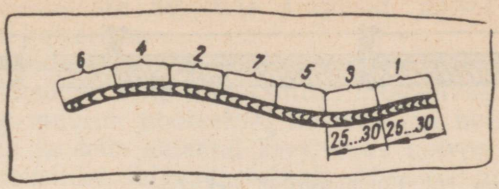
Sulas olekus neelab malm hapnikku, moodustades oksiide. Kuna malmi sulamistemperatuur on 1200° C, oksiididel aga 1400° C, tuleb keevitamisel kasutada räbusteid. Räbustitena kasutatakse 1) booraksit ($Na_2B_4O_7$); 2) segu 50% booraksist, 47% söögisoodast ($NaHCO_3$) ja 3% ränioksiidist (SiO_2); 3) segu 56% booraksist, 22% naatriumkarbonaadist (Na_2CO_3) ja 22% kaaliumkarbonaadist (K_2CO_3).

Kaarkeevitusel kasutatakse spetsiaalkattega elektroode mark ОМЧ-1 või malmvardaid mark A (ГОСТ 2671-44). Keeruka kujuga detaile (silindriplokke, kartereid) soovitatakse sisepingete kõrvaldamiseks pärast keevitamist lõõmutada. Seejuures kuumutatakse detail 10...12 minutiks temperatuurini 600...650° C ja lastakse siis aeglaselt jahtuda. Jahutamiseks kasutatakse sageli kaantega suletavat tellisvooderdusega auku. Mõningatel juhtudel võib piirduda detailide jahutamisega õhu käes.

Malmdetailide kuumalt keevitamine on keerukas ja töömahukas operatsioon. Selle sooritamiseks on vaja lisaseadmeid (termoisolatsiooniga kesti, kuumutusseadmeid jt.). Detailide suurte gabariitide korral on see meetod seotud teatud raskustega.

Külmalt keevitatakse malmdetaile harilikult kaarleegiga. Gaasipõleti leegiga keevitatakse ainult pragusid ja keermetatavaid avasid ning keevitatakse külge väikeste lihtsa kujuga detailide osi juhul, kui keevisliitelt ei nõuta suurt tugevust.

Külmalt rakendatakse kaarkeevitust pragude, murrete ja paikade kinnikeevitamiseks keeruka kujuga detailidel. Keevitamiseks kasutatakse teras-, bimetall- ja kombineeritud (kimp) elektroode, samuti vase ja nikli sulamist (monelmetall) elektroode. Soovitatakse kasutada vastusuunalise polaarsusega alalisvoolu või vahelduvvoolu koos ostsillaatori rakendamisega. Keevitatakse teras-



Joon. 179. Keevisõmbluse pealekandmise järjekord malmdetailidele

elektroodidega УОНИ-13/55 jt. Soovitatav voolutugevus on elektroodide 3...5 mm läbimõõdu puhul 100...160 A.

Et vähendada sisepingeid ja vältida detaili pragunemist, ei tohi keevitatavat piirkonda üle kuumendada. Seepärast soovitatakse keevitada lühikeste 25...30 mm lõikude kaupa. Enne järgmise valli pealekandmist peab eelmine olema jahtunud temperatuurini 50...60° C. Keevisõmbluse pealekandmise järjestus malmdetailile on näidatud joonisel 179.

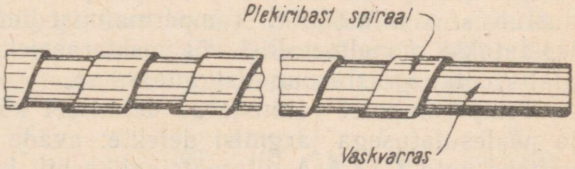
Malmi keevitamisel teraselektroodiga rikastub nii õmbluse metall kui ka põhimetall sulamise tsoonis tugevasti süsinikuga ja omandab valgemalmi struktuuri. Suure kõvaduse tõttu on keevisõmblust äärmiselt raske mehaaniliselt töödelda. Seepärast keevitatakse teraselektroodiga ainult neid malmdetailide pindu, mida on võimalik töödelda abrasiivkettaga. Teraselektroodidega keevitatakse enamasti lihtsa kujuga malmdetaile. Küllaldase plastilisusega ja mehaanilist töötlemist võimaldava kõvadusega keevisõmblus saadakse bimetall- või kombineeritud elektroodidega.

Bimetallelektrood kujutab endast 2...6 mm läbimõõduga vaskvarrast, millele on mähitud 0,3...0,4 mm paksune ja 5...6 mm laiune terasplekiriba (joon. 180). Teras täidab taandaja osa. Vasktraselektroodile kantakse kate УОНИ-13/55. On võimalik kasutada ka kriitkatet.

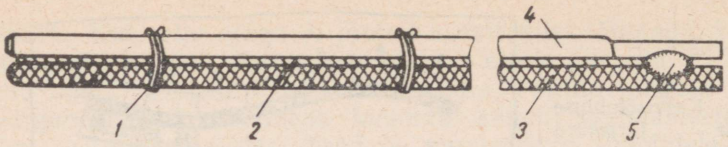
Malmi külmal kaarkeevitusel annab häid tulemusi vaskraudelektrood ОЗЧ-1. Elektroode ОЗЧ-1 valmistatakse 4...5 mm läbimõõduga vasktraadist. Selle katte koostisesse kuulub (kaaluosades):

Rauapulber	50
Kate УОНИ-13/55	50

Vase ja raua üldine suhe elektroodis on 80 : 20.



Joon. 180. Malmi keevitamise bimetallelektrood



Joon. 181. Kombineeritud elektrood:
1 — side; *2* — valgevaskvarras; *3* — vaskvarras; *4* — paksukatteline teraselektrood; *5* — keevispunkt

Malmdetaile keevitatakse ka kombineeritud elektroodidega (elektroodide kimbuga). Need koosnevad ühest teraselektroodist kattega УОНИ-13/55 ning vask ja valgevask varrastest (joon. 181). Kimp seotatakse terastraadiga kokku. Et saavutada elektroodi ja varraste vahel kindlat elektrilist kontakti, punktitakse nad elektrikeevitusega kokku. Häid tulemusi annab elektroodikimp, millel kate on kantud nii teraselektroodile kui ka varrastele.

Õmbluse hermeetilisuse tagamiseks taotakse seda kuumalt (näiteks jahutussärgi pragude kinnikeevitamisel).

Monelmetallist elektroodidega keevitatakse malmdetaile neil juhtudel, kui pärast õmbluse mehaanilist töötlemist on vajalik kõrgendatud pinnasiledus või tugevus ja tihedus. Monelmetall kujutab endast sulamit, mis sisaldab 65...70% niklit ja koobaltit, 2...3% rauda, 1,2...1,8% mangaani ja vaske. Monelmetallist elektroodidele soovitatakse katet, milles on 60% kriiti, 40% grafiiti, 30% vesiklaasi (kõigi komponentide summast) või katet УОНИ-13/55. Keevitatakse vastusuunalise polaarsusega alalisvooluga. Et saada tihedat ja vett mitteläbilaskvat õmblust, soovitatakse seda üksikute lõikude pealekandmise järel kuumalt taguda. Monelmetallist elektroodide kasutamist piirab nende kõrge maksumus.

Tempermalmi keevitamine. Tempermalmist detaile on väga raske keevitada, sest malm valgeneb ja lõõmutussüsinik põleb välja. Selle tagajärjel tekivad sulametallis gaasid (CO ja CO_2), mis ei jõua õmblusest väljuda ja muudavad selle poorseks. Keevisõmbluse mehaanilist töötlemist raskendab tunduvalt selle suur kõvadus.

Et tempermalmi valgenemist vältida, tuleb keevitada madalamal temperatuuril, kui on see, mille juures lõõmutussüsinik moodustub, s. o. alla 950° C. Tempermalmist detailide elektrikeevitust teostatakse monelmetallist või vaskteraselektroodidega, kasutades alalisvoolu ja vastusuunalist polaarsust.

Tempermalmist valmistatud detailidel kõrvaldatakse keevituse ja pealesulatusega järgmisi defekte: avade vigastatud keermeid, näiteks auto ГАЗ-51А diferentsiaalikarbil; kulunud pindasid, näi-

teks vedrukanduritel; mitmesuguste detailide pragusid, näiteks tagasilla ja roolimehhanismi karterites.

Värviliste metallide ja nende sulamite keevitamine. Värvilised metallid ja nende sulamid oksüdeeruvad keevitamisel intensiivselt ja neelavad gaase (õmblus muutub poorseks). Seetõttu on neid raske keevitada. Alumiinium ja selle sulamid keevituvad halvasti veel seetõttu, et alumiiniumoksiidid sulavad raskesti. Alumiiniumi sulamistemperatuur on 657° C, oksiidil Al_2O_3 aga 2050° C.

Alumiiniumisulamitest detaile on võimalik keevitada gaasipõleti või kaarleegiga.

Häid tulemusi annab kaarleekkeevitus mittesulava volframelektroodiga inertgaasi (argooni) kaitsekeskkonnas (argoonkaarkeevitus). Selle keevitusmeetodi puhul ei ole räbusteid ja elektroodikatteid vaja, õmblus saadakse aga kõrgete mehaaniliste ja korrosioonikindlate omadustega. Keevitatakse vastusuunalise polaarsusega alalisvoolu või vahelduvvooluga. Käsitsi argoonkaarkeevituseks toodab tööstus spetsiaalseid seadmeid ja gaasielektripõleteid. Autoremondiettevõtetes piirab argoonkaarkeevituse kasutamist argooni kõrge hind ja defitsiitsus.

Lisamaterjalina kasutatakse alumiiniumisulamist detailide keevitamisel sama koostisega vardaid, millest on põhimetall, või spetsiaalseid, järgmiste koostistega vardaid: 1) 95% alumiiniumi ja 5% räni; 2) 92% alumiiniumi ja 8% räni.

Keevitamist takistavate oksiidide lahustamiseks kasutatakse spetsiaalseid räbusteid mark АФ-4А, А3, ВАМИ, КМ-1, mille koostisse kuulub mitmesuguses vahekorras naatrium-, kaalium-, liitium- ja baariumkloriide, samuti naatriumfluoriidi, sulapagu ja krüoliiti.

Gaasikeevitusel kasutatakse pulbrilist räbustit, sulavate elektroodidega kaarkeevitusel aga elektroodikatetena.

Detailide keevitamiseks ettevalmistamine koosneb servade töötlemisest ja puhastamisest. Servad puhastatakse läikivaks kas mehaaniliselt (traatharjaga, kaabitsaga) või keemiliselt. Viimase meetodi kasutamisel kastetakse detail esialgu 10-protsendilise seebikivi ja seejärel 3-protsendilise lämmastikhappe lahusesse ning pestakse veega. Keevitamiseks ettevalmistatavate pragude otstesse auke puurida ei ole vaja. Keeruka kujuga detailid (mootorite alumiiniumisulamist plokikaaned) soovitatakse enne keevitamist kuumutada temperatuurini 150 ... 250° C.

Gaasikeevitusel on leek normaalne või atsetüleeni vähese liiaga. Sulavate metallelektroodidega keevitatakse alumiiniumisulamitest detaile vastusuunalise polaarsusega alalisvooluga. Sõltuvalt elektroodi läbimõõdust on soovitatav keevitusvool järgmine:

Elektroodi läbimõõt mm	4	5	6
Vool A	100 ... 125	kuni 160	kuni 200

Leegi pikkus olgu minimaalne, mitte üle elektroodi läbimõõdu. Keevitamisel tuleb hoida elektrood õmblusega risti ja nihutada seda edasi sirgjooneliselt. Keevitada soovitatakse katkestamatult.

Alumiiniumisulamitest detailid on keevitatavad ka süsielektroodiga. Seda keevitusviisi ei saa siiski soovitada, sest ta saastab alumiiniumisulamit ja alandab märgatavalt korrosioonikindlust.

Mõnedes remondiettevõtetes keevitatakse alumiiniumisulamist detaile ilma räbustiteta. Sellise meetodi puhul hoitakse keevisvanni pinnal alumiiniumoksiidi kile. Detail erilist ettevalmistust ei vaja. Keevitatakse gaasipõleti ja kohaliku eelkuumutusega. Keevisvann moodustub detaili metalli sulamisel. Metalli sulamist kiirendab terasvarda hõõrumine vastu keevisvanni seinu. Mitmesugused metallis leiduvad võõrlisandid tõusevad šlakina pinnale. Lisametall, s. o. sama koostisega sulami tükikesed, millest on keevitatav detailgi, viiakse keevisvanni. Lisametallina kasutatakse tavaliselt väljapraagitud detailide tükke. Seejärel võetakse terasvarda abil šlakk keevisvanni pinnalt ära, kaetakse õmblus ja selle ümbrus asbestilehega ja jäetakse detail jahtuma.

Häid tulemusi annab ultraheli rakendamine, mis võimaldab alumiiniumist ja selle sulamist detaile keevitada räbustiteta. Ultraheliimpulsid purustavad oksiidikile ja tagavad kõrgekvaliteedilise keevituse.

Et sisepingeid kõrvaldada ja saada peeneteralise struktuuriga keevisõmblust, lõõmutatakse alumiiniumisulamist detaile pärast keevitamist temperatuuril 300...350° C. Lõõmutamisele järgneb aeglane jahtumine. Kuna räbusti söövitab alumiiniumisulameid, tuleb pärast keevitamist selle jäägid jahtunud detailt pinnalt eemaldada. Räbusti jäägid kõrvaldatakse 80° C temperatuurini kuumutatud kaheprotsendilises kroomhappelahuses, kus hoitakse detaile 5 minutit. Seejärel pestakse detaile kuuma veega.

Keevitus- ja pealesulatuskohad töödeldakse mehaaniliselt ja käsitsi nõutavate mõõtmete ja sileduseni. Keevisõmbluse hermeetilisust kontrollitakse petrooleumiga, mis ei tohi imbuda läbi õmbluse.

Keevitamise ja pealesulatamisega taastatakse järgmisi alumiiniumisulamitest detaile: mootorite silindriplokke ja -kaasi ning sidurikartereid, millel on pragusid, auke, murdeid, keermetatud avade vigastusi jms.

Tsingisulamitest detaile (bensiinipumpade ja karburaatorite keresid) keevitatakse gaasipõleti leegiga. Räbusteid ei kasutata. Et vältida keevitatavate pindade oksüdeerumist, valmistatakse need ette vahetult enne keevitamist. Praod faasitakse kogu ulatuses 4 mm sügavuselt. Seejärel puhastatakse keevitatavaid kohti hoolikalt terasharjaga. Soojuskao vähendamiseks asetatakse keevitatava detaili alla asbestleht. Lisamaterjal, mis täidab ettevalmistatud prao, sulatatakse gaasipõleti leegiga. Lisamaterjaliks on samast metallist vardad, millest keevitatavad detailidki.

Vardaid saadakse praakdetailide sulatamisel. Pärast keevitamist töödeldakse detailid mehaaniliselt ja käsitsi nõutavate mõõtmete ja pinnasileduseni.

Pliidetaile (akupatareide plaatide reste, ühendussildu, klemme) keevitatakse gaasipõleti vesiniku-õhu leegiga või süsielektroodi ja pärisuunalise polaarsusega vooluga. Viimasel juhul kasutatakse 12-voldise pingega vooluallikat. Keevitamiseks sobib mis tahes põlev gaas (atsetüleen, vesinik, looduslik gaas jt.). Selle põletamiseks kasutatakse nii hapnikku kui ka õhku. Keevitatakse neutraalse või nõrgalt taandava leegiga, kasutades väikese võimsusega põleteid (otsikud nr. 0 ja nr. 1).

Plii sulab temperatuuril 327° C. Tema kuumutamisel tekib raskestisulav pliioksiid PbO, mille sulamistemperatuur on 850° C. Plii hea sulavuse tõttu tuleb keevitada kiiresti, põleti leek aga hoida detaili pinna suhtes 45° nurga all. Kui keevitatava detaili paksus on üle 1,5 mm, kantakse õmblus peale mitme üksteist katva kihina, kusjuures esimene kiht tekitatakse ilma lisamaterjalita. Pliioksiid eemaldatakse keevisõmbluse pinnalt mehaaniliselt. Räbusteid pliidetailide keevitamisel ei kasutata. Lisamaterjaliks on plii.

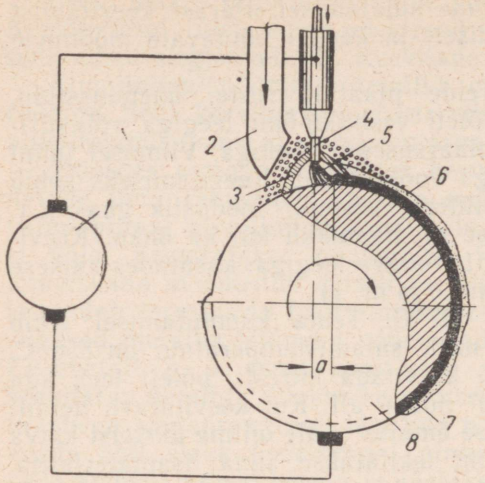
§ 36. KEEVITAMISE JA PEALESULATAMISE MEHHANISEERITUD MEETODID

Detailide käsitsi keevitamine ja pealesulatamine sõltub palju keevitaja kvalifikatsioonist ja ei taga alati pealesulatatud metalli nõutavat kvaliteeti. Tootlikkus on sel juhul üsna madal. Kuna käsitsikeevitamisel esineb tugev kuumenemine ja ei ole võimalik sisepindadele peale sulatada, ei saa seda mitmete detailide taastamiseks kasutada. Seepärast leiavad käesoleval ajal järjest rohkem rakendamist pealesulatamise ja keevitamise mehhaniseeritud meetodid. Need tagavad kõrge tööviljakuse ja hea kvaliteedi.

Detailide taastamiseks kasutatakse järgmisi mehhaniseeritud keevitamise ja pealesulatamise viise:

1) automaatkeevitamine ja pealesulatamine räbusti kihi all;
2) automaatpealesulatamine ja poolautomaatkeevitamine süsihappegaasi kaitsekeskkonnas;
3) automaatne elektriimpulsspealesulatamine;
4) kontaktkeevitus.

Automaatpealesulatamine ja keevitamine räbusti kihi all. Räbusti kihi all keevitamise idee kuulub N. G. Slavjanovile. Automaatkeevitamine ja pealesulatamine räbusti kihi all on välja töötatud Ukraina NSV Teaduste Akadeemia J. O. Patoni nimelises Elektrikeevituse Instituudis. Meetodi olemus seisneb järgmises. Pealesulatatava detaili ja elektroodi vahele tekib kaarleek (joon. 182). Spetsiaalse seadise abil puistatakse punkrist leegi põlemise tsooni 5 teralist räbustit, mis katab detaili pealesulata-



Joon. 182. Detailile räbusti kihi all automaatpealesulatamise skeem:
1 — vooluallikas; *2* — räbusti etteandmise toru; *3* — sularäbustist kest; *4* — elektrooditraat; *5* — kaarleek; *6* — šlakikoorik; *7* — pealesulatatud metall; *8* — kaetav detail

tava koha paksu kihina. Leegi põlemisel eralduv soojus sulatab elektrooditraati, põhimetalli ja räbustit. Sulametalli kohale moodustub leegi põlemisel eralduvate gaaside ja aurudega täidetud õõs (mull). Sula räbusti (vedel šlakk) tekitab elastse kesta, mis kaitseb kogu leegi põlemise tsooni kindlalt õhu mõju eest. See kest ei takista kõrgendatud rõhu all olevate gaaside väljumist räbusti mullist.

Silinderpinnale pealesulatamisel detail pöörleb. Et metall ei voolaks pealesulatatavalt pinnalt maha, nihutatakse elektrooditraat detaili seniidist (telje kohal asuvast punktist) pöörlemise vastassuunas suuruse *a* võrra kõrvale. Sõltuvalt pealesulatamise režiimist ja detaili läbimõõdust võetakse *a* suuruseks 3...12 mm.

Sedamööda, kuidas sulametall leegi põlemise kohast eemaldub, toimub selle kristalliseerumine ja šlaki kõvastumine. Detaili pinnale tekib metallivall, mis on kaetud šlakikooriku ja sulamata, järk-järgult allapudeneva teralise räbustiga. Kasutamata räbusti saabub punkrisse tagasi. Elektrooditraati antakse leegi põlemise tsooni etteandemehhanismi abil, mis on treipingi supordisse kinnitatud keevituspea koostisosaks. Traadi etteande kiirus on 80...160 m/h. Pealesulatatav detail kinnitatakse pingi tsentrite vahele.

Detailide taastamiseks automaatpealesulatamisega räbusti kihi all kasutatakse spetsiaalset seadmestikku (joon. 183). Selles on ära kasutatud räbusti kihi all poolautomaatkeevitusseadmeid, nagu voolikkeevitusseadmed ПШ-5 ja ПШ-54, mille on välja töötanud Ukraina NSV Teaduste Akadeemia J. O. Patoni nimeline Elektrikeevituse Instituut, ja Leningradi tehases «Elektrik» konstrueeritud voolikkeevitusseade ПДШМ-500. Seadmestikku kuulu-

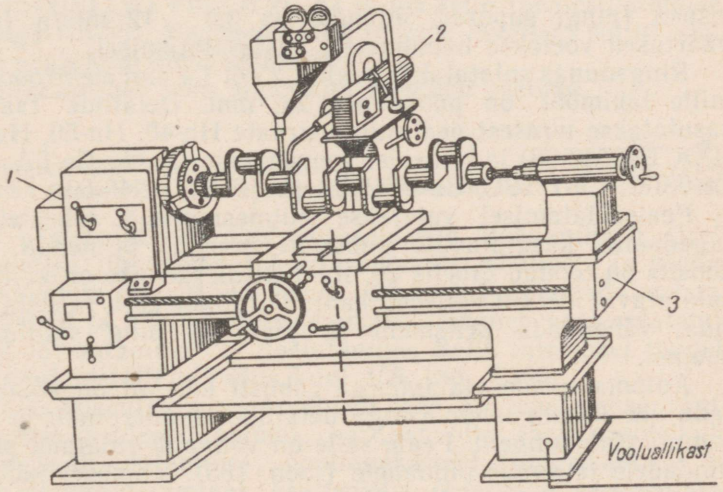
vad treipink koos reduktoriga, mis vähendab spindli pöörded 1,5 ... 2,3 pöördeni minutis (vastavalt tehnoloogiale), sulatuspea, elektrooditraadi kassetid, elektrijaotusseadme kapp ja keevitusmuundur. Seadmestik on ette nähtud pealesulatamiseks silinderpindadele ringsuunas ja ka hammastele (nuutidele) pikisuunas.

Peale sulatatakse vastusuunalise polaarsusega alalisvooluga. Vooluallikateks on harilikult keevitusmuundurid ПС-300, ПС-500 jt.

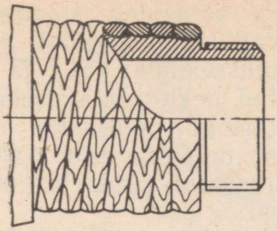
Tavaliselt keevitatakse silinderpindadele peale kruvijooneliselt. Pealesulatatavad vallid kantakse peale nii, et iga järgmine kataks eelmist umbes $^1/_3$ ulatuses (joon. 184). Seejuures peavad metallivallid olema üksteisega hästi kokku sulanud (läbi keevitunud) ega tohi sisaldada šlaki lisandeid. Selleks tuleb šlakikoorik eemaldada pealesulatatud vallilt enne, kui järgmine kõrvale keevitatakse, s. t. lühema aja kestel, kui kulub ühe pöörde sooritamiseks. Šlakikoorik eemaldatakse teritatud haamri löökidega.

Võlli hammastele pikisuunas pealesulatamisel jääb treipingi tsentrite vahele asetatud detail liikumatuks, pikiettenihke sooritab pingi suport koos keevituspeaga.

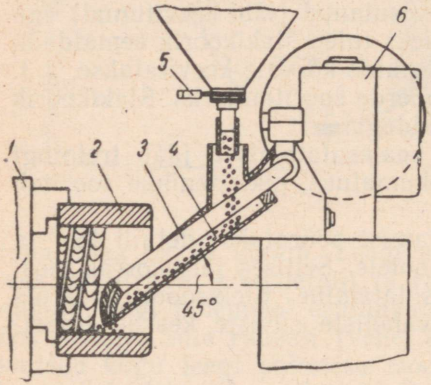
Pärast ühe pikivalli pealesulatamist pööratakse detaili 180° ja sulatatakse järgmine vall vastaspoolele. Sellises järjekorras teostatakse kogu pikisuunaline pealesulatamine. Elektrooditraadi ots peab asuma seejuures hammastevaheliste süviste keskel. Keevi-



Joon. 183. Seade detailidele automaatpealesulatamiseks räbusti kihi all:
1 — reduktor; *2* — sulatuspea; *3* — pink



Joon. 184. Vallide asetus detailile pealesulatamisel räbusti kihi all



Joon. 185. Ava pinnale räbusti kihi all pealesulatamise skeem:
1 — padrun; *2* — kaetav detail; *3* — traadi etteandmise suudmik; *4* — räbustit etteandev toru; *5* — punkri siiber; *6* — sulatuspea mehhanism

tuspea (pingi supordi) ettenihe on 3,4 ... 12 mm/p (suuremad väärtused võetakse hammastele pealesulatamisel).

Ringsuunas sulatatakse peale 1,2 või 1,4 mm elektrooditraadiga, mille läbimõõt on pikisuunas 2,0 mm. Detailide taastamiseks kasutatakse terasest pealesulatustraate Нп-40, Нп-50, Нп-30ХГСА (ГОСТ 10543-63) ja terastest keevistraate Св-08, Св-ГА, Св-10ГА, Св-08ГС, Св-12Г2С, Св-18ХГСА jt. (ГОСТ 2246-60).

Pealesulatamisel vajatakse mitmesuguseid räbusteid. Kõige sagedamini kasutatavate räbustite margid ja nende keemiline koostis on toodud tabelis 20. Räbusti ülesandeks on kaitsta pealesulatatavat metalli välisõhu kahjuliku toime eest, ja seda ka legeerida, vähendada pritsmeid ja jäätmeid ning säilitada kaare soojust.

Automaatpealesulatamisega räbusti kihi all on võimalik taastada üle 35 mm läbimõõduga detailide silinderpindu ja keermeid, samuti võllihambaid. Peale selle on võimalik sulatada peale tasapindadele ja avade pindadele (joon. 185). Viimasel juhul kasutatakse elektrooditraadi etteandmiseks spetsiaalseid kõveraid suudmikke.

Ava pinnale pealekeevitamisel on šlakikoorikut raske eemaldada. Sellisel juhul teostatakse pealesulatamine kahe läbimiga. Esialgu

Tabel 20

Pealesulatamise räbustite keemiline koostis (%)

Komponendid	Räbusti mark		
	АН-348-А	ОСЦ-45	АН-20
Ränioksiid SiO_2	41,0 ... 44,0	38,0 ... 44,0	19,0 ... 24,0
Mangaan(II)oksiid MnO	34,0 ... 38,5	38,0 ... 47,0	⩽0,5
Alumiiniumoksiid Al_2O_3	⩽4,5	⩽5,0	27,0 ... 32,0
Kaltsiumoksiid CaO	⩽6,5	⩽6,5	3,0 ... 9,0
Kaltsiumfluoriid CaF_2	4,0 ... 5,0	6,0 ... 9,0	25,0 ... 33,0
Magneesiumoksiid MgO	5,0 ... 7,5	⩽2,5	9,0 ... 13,0
Kaaliumoksiid K_2O	—	—	2,4 ... 3,0
Raud(III)oksiid Fe_2O_3, mitte üle	1,0	1,5	1,0
Fosfor P, mitte üle	0,12	0,15	0,08
Väävel S, mitte üle	0,15	0,15	0,05

sulatatakse ava pinnale peale nii, et naabervallid ei kattuks (suurendatakse pealesulatamise sammu). Siis eemaldatakse spetsiaalse tera või haamri ja meisli abil koorik kogu pinnalt ning sulatatakse teistkordselt peale. Pealesulatamise sammu ei muudeta, küll aga nihutatakse elektroodi nii palju, et uus vall satuks esimese läbimi vallide vahele. Metalli kõvadus pärast pealesulatamist on kuni *HB* 300. Termilise töötlemisega (karastamise ja noolutamisega) võib kõvadust suurendada kuni *HB* 320 ... 377 (pealesulatamisel traadiga Нп-30ХГСА) ning *HRC* 52 ja üle selle (pealesulatamisel terastraadiga Нп-50). Pealesulatatud metalli kvaliteet sõltub suurel määral pealesulatamise režiimist.

Pealesulatamiseks võib soovitada järgmisi režiime.

Pinge V	25 ... 40
Vool A a) ringsuunaliseks pealesulatamiseks	75 ... 140
b) võlli hammastele pikisuunaliseks pealesulatamiseks . .	170 ... 270

Detaili pealesulatatud pinda töödeldakse mehaaniliselt (treimise, freesimise, lihvimisega) kuni nõutavate mõõtmete ja pinnasileduse saavutamiseni. Mõnel juhul, selleks et kergendada mehaanilist töötlemist ja vähendada sisepingeid, järgneb pealesulatamisele detaili lõõmutamine või noolutamine. Selle tulemusel langeb pealesulatatud metalli kõvadus kuni *HB* 180 ... 200.

Automaatpealesulatamisega räbusti kihi all taastatakse väntvõlle (kaeltele pealesulatamine), kardaanvõlle (hammasotsikule ja kahvlile pealesulatamine), poolteljekatteid (laagrikaeltele ja keermetele pealesulatamine), jaotusvõlle (keermele pealesulatamine) ja teisi detaile.

Seda meetodit on eriti efektiivne kasutada väntvõllide kepsuja raamlaagrikaelte taastamiseks. Autoremondiettevõtteis on juu-

rutatud mitmesuguseid väntvõllikaeltele räbusti kihi all pealesulatamise tehnolocgilisi protsesse. Vaatleme neist põhilisi.

Pealesulatamine mootorite väntvõllidele legeerivaid komponente sisaldava räbusti kihi all. Pealesulatamiseks võib kasutada sulatuspäid tüüp ПДШМ-500, ПШ-54, КУМА-5, УАНЖ-6, А-537 jt. Voolu saadakse seleenalalditest tüüp ВСГ-3а (neid ühendatakse ühe seadme jaoks järjestikku 4 tk.) või keevitusmuunduritest tüüp ПСГ-500-1, ПС-300 jt. Alaldite kasutamisel lülitatakse elektriahelasse keevitustrafo СТЭ-34 paispool tüüp РСТЭ-34.

Peale sulatatakse kõrge süsinikusisaldusega II klassi vedrutraati (ГОСТ 9389-60), mille läbimõõt on 1,6...1,8 mm ja süsinikusisaldus 0,7...0,8%. Võib kasutada ka traati ОВС ja П-1.

Pealesulatamisel kasutatava räbusti koostis (%)

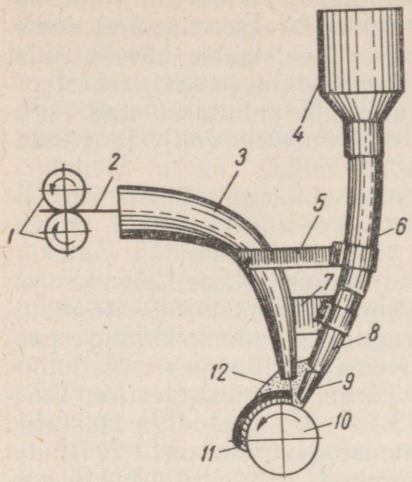
Räbusti АН-348-А	95,5
Kristalliline hõbedane grafiitpulber	2,5
Ferrokroom nr. 6	2,0
	100

Nimetatud segule lisatakse veel vesiklaasi (5% kuivkomponentide üldkaalust).

Räbustit valmistatakse järgmiselt. Kogu retseptis näidatud legeerivate komponentide hulk lisatakse poolele räbusti АН-348-А kaalutud kogusest. Saadud mass valatakse üle vesiklaasiga, segatakse hoolikalt ja kuumutatakse 2...3 tundi temperatuuril 400...450° C. Kuiv kuumutatud segu tükeldatakse, sõelutakse läbi sõela (9 ava 1 cm^2-l) ja segatakse siis räbusti АН-348-А ülejäänud kogusega.

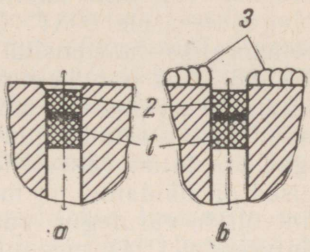
Räbustit ja traati antakse pealesulatamistsooni järgmiselt (joon. 186). Räbusti saabub punkrist *4* kummivooliku *6* kaudu õhukeseseinalisest 20 mm läbimõõduga terastorust suudmikku *8*. Et suudmik sulašlaki toimel läbi ei põleks, on temale kinnitatud 7...8 mm paksune vaskplaat *9*. Pealesulatamisel hoiavad räbustit *12* kaelal *10* plaat *9* ja väntvõlli põsed. Elektrooditraati *2* annavad kaelale rullid *1* läbi suudmiku *3*. Suudmik *3* on isoleeritud suudmikust *8* elektrit mittejuhtiva toega *7*. Kummivoolik *6* on kinnitatud kandurile *5*. Pealesulatamisel jäävad suudmik *8* ja plaat *9* liikumatuks, suudmik *3* sooritab aga ettenihet, liikudes piki pöörleva väntvõlli kaela. Pealesulatamisel moodustuv šlakikoorik *11* eemaldatakse teritatud haamri löökidega.

Taastatavatel väntvõllidel ei tohi olla mingisuguseid pragusid ja nende õndlad peavad olema terved. Väntvõlli kaelad puhastatakse enne pealesulatamist smirgelriidega metallilaikeni. Õliavad isoleeritakse plastmasskorkidega ja kaetakse pealt tulekindla saviga. Kaela õliava isoleerimise skeem on näidatud joonisel 187.



◀ Joon 186. Räbusti ja elektrooditraadi etteandmise skeem väntvõllikaeltele automaatpealesulatamisel

Joon. 187. Väntvõlli kaela õliava isoleerimise skeem:
a — enne pealesulatamist; *b* — pärast pealesulatamist; *1* — asbestkork; *2* — savi; *3* — pealesulatatud metall



Savitäidise nivoo peab olema kaela pinnast 1 ... 1,5 mm madalamal. Sellisel isoleerimisel ei sulatata avasid kinni (sulametall saviga ei liitu) ja neid ei ole hiljem vaja puurida.

Väntvõlli kaeltele sulatatakse peale kogu pikkuses ühe läbimiga. Pealesulatamist alustatakse kepsukaeltest. Seejuures peab kaelte lihvimiseks jääma 0,75 ... 1,0 mm paksune töötlemisvaru. Tuleb märkida, et selline pealesulatusmeetod kuumendab ja deformeerib väntvõlli tunduvalt. Uurimused on näidanud, et deformeerumine ei toimu kohe pärast pealesulatamist, vaid väntvõlli jahtumise perioodil temperatuurilt 150° C kuni toatemperatuurini. Et deformatsioone vähendada, jahutatakse väntvõlle rippasendis. Pärast jahtumist kontrollitakse keskmise raamlaagri viskumist, mis ei tohi ületada 0,3 mm. Suurema viskumisega väntvõlle tuleb õgvendada. Seejärel lihvitakse väntvõlle jämedalt.

Väntvõlli raamlaagrikaeltele soovitatakse peale sulatada järgmises järjekorras: mootor ЗИЛ-164 — 2, 7, 5, 4, 3, 1, 6; mootor ГАЗ-51 — 3, 2, 4, 1.

Väntvõllikaeltele sulatatakse peale vastusuunalise polaarsusega alalisvooluga.

Pealesulatusrežiim

Pinge V	25 ... 26
Vool A	180 ... 200
Väntvõlli pöörded minutis	
vändakaeltele pealesulatamisel	3,0
võllikaeltele pealesulatamisel	2,4
Supordi pikiettenihe (pealesulatamise samm) mm/p	4
Elektrooditraadi etteande kiirus m/min	
läbimõõt 1,6 mm	2,0
läbimõõt 1,8 mm	1,6

Pärast pealesulatatud võllikaelte jämelihvimist kontrollitakse võlli viskumist ja vajaduse korral õgvendatakse. Seejärel süvistatakse kepsu- ja raamlaagrite õliavad spetsiaalse kõvasulamist plaadikestega varustatud süvistiga, eemaldatakse savi, asbestkorgid, puhastatakse õlikanalid mustusest ja puhutakse nad suruõhuga läbi. Lõppoperatsioonideks on väntvõlli võlli- ja vändakaelte peenlihvimine nimimõõtu ja poleerimine.

Pealesulatamisel legeerivate komponentidega räbusti kihi all saadakse väntvõlli kaeltel kate, mis koostiselt vastab kroommangaanterasele 60ХГ. Õhu käes jahtumisel omandab kattekiht peeneteralise martensiidi ühtlase struktuuri. Katte kõvadus on *HRC* 56 ... 62 ja teda ei ole vaja termiliselt töödelda. Pealesulatatud metall on pooride, aukude ja pragudeta. Kulumiskindluse poolest ei ole taastatud võllid uutest halvemad. Selline pealesulatamine tagab taastatud väntvõllide küllalt kõrge väsimustugevuse. Uurimused on näidanud, et mootori ГАЗ-51 selle meetodiga taastatud väntvõllide varutegur väände väsimustugevusele on 1,22 (uutel väntvõllidel 1,74), mis suurte ülekoormuste puudumisel tagab normaalse töötamise. Kirjeldatud meetodiga võib taastada väntvõlli kaelu korduvalt.

Ühele mootori ГАЗ-51 väntvõllile pealesulatamiseks kulub materjale järgmiselt: elektroodtraati — 1,5 kg, räbustit АН-348-А — 2 kg, grafiiti — 0,05 kg, ferrokroomi nr. 6 — 0,04 kg, vesiklaasi — 0,05 l. Ühele ГАЗ-51 väntvõllile pealesulatamise masinaaeg on 40 ... 45 minutit.

Mootori ГАЗ-51 väntvõllidele pealesulatamine räbusti kihi all koos järgneva termilise töötlemisega. Sel väntvõllide kaelte taastamise tehnoloogilisel protsessil on palju ühist eespool vaadeldud pealesulatamisega legeerivaid komponente sisaldava räbusti kihi all. Seepärast peatume ainult üksikutel operatsioonidel, mille poolest see meetod eelmisest erineb.

Enne kaeltele pealesulatamist suletakse õliavad teraskorkidega. Pealesulatamiseks kasutatakse traati Ø 1,8 mm ja räbustit АН-348-А. Järgnevaks mehaaniliseks töötlemiseks jäetakse kaeltele 2 ... 2,5 mm paksune töötlemisvaru. Töötlemisvaru valikul lähtutakse vajadusest eemaldada väntvõlli kõrgel noolutusel tekkiv tagi ja süsinikuvaene kiht.

Pealesulatamisel keevituvad õliavad kinni. Need puuritakse radiaal- või lauapuurpingil uuesti läbi. Väntvõll seatakse puurimiseks horisontaalasendisse: radiaalpuurpingi kasutamisel silindriploki laagripesadele, lauapuurpingi korral prismadele. Avade kaldasendi saamiseks kallutatakse pingi spindlit vastava nurga võrra. Radiaalpuurpingi konstruktsioon on selline, et spindlit saab kallutada (spindlipukk saab vertikaalpinnas pöörduda). Lauapuurpink asetatakse kaldu spetsiaalsele kiilalusele. Kaelte avasid on võimalik puurida kahel viisil: a) pikendatud puuride abil korkide vastas-

poolelt, s. t. vändakaelu raamlaagrikaelte ja raamlaagrikaelu vändakaelte kaudu; b) konduktorrakiste abil, mis fikseeritakse väntvõlli põskede järgi.

Pärast mehaanilist jämetöötlemist (treimist või lihvimist) ja õliavade süvistamist töödeldakse väntvõlli kaelu termiliselt. Termiline töötlemine koosneb kõrgest noolutusest ja pindkarastusest koos endanoolutusega (kuumutamine toimub kõrgsagedusvooluga). Kõrgeks noolutuseks kuumutatakse väntvõlle ahjus temperatuurini 650° C, hoitakse sellel temperatuuril 2,5 tundi ja jahutatakse vähemalt 15° C temperatuuriga õhu käes. Järgneb väntvõlli kaelte karastamine kõrgsagedusvooluga 3,0 ... 3,5 mm sügavuseni. Karastamisel jahutatakse kaelu esialgu veega (mitte täieliku jahtumiseni) ja seejärel õhu käes. Õhu käes jahtumisega kaasneb detaili karastatud kihi endanoolutus, mille tagajärjel vähenevad karastamisel tekkinud sisepinged. Pärast termilist töötlemist on kaelte pinnakõvadus *HRC* 53 ... 60.

Väntvõlli deformatsioon, mida kontrollitakse keskmiste võllikaelte viskumise järgi äärmiste suhtes, ei ületa pärast termilist töötlemist harilikult 0,1 mm ja kõrvaldatakse kaelte lihvimisega. Termilisele töötlemisele järgneb väntvõlli kaelte lihvimine ja poleerimine nõutavate mõõtmete ja pinnasileduseni.

Kirjeldatud pealesulutamise meetodit räbusti kihi all on võimalik rakendada ka teiste mootorite väntvõllide taastamiseks. Selle meetodiga taastatud väntvõllid ei ole kaelte kulumiskindluse ja väsimustugevuse poolest uutest halvemad. Ühtlasi muudab väntvõlli kaeltele räbusti kihi all pealesulatamise meetod, mille puhul kasutatakse termilist töötlemist, taastamise tehnoloogilise protsessi mõnevõrra keerukamaks (töömaht suureneb, tekib vajadus kõrgsagedusvoolu seadmete järele). Seetõttu on nimetatud meetodit otstarbekas rakendada ainult suurtes spetsialiseeritud ettevõtetes. Väikse tootmisprogrammiga remondiettevõtetele võib soovitada kaeltele pealesulatamist legeerivate komponentidega räbusti kihi all.

Räbusti kihi all automaatpealesulatamise juurdumine autoremondiettevõtete praktikasse seletub selle meetodi järgmiste eelistega.

1) Kõrgema voolutiheduse (kuni 125 A/mm^2), soojusenergia ratsionaalsema kasutamise ja sulatatava metalli hulga vähenemise tõttu on tootlikkus 5 ... 10 korda kõrgem kui käsitsi keevitamisel ja pealesulatamisel.

2) Räbustiga legeerimise ja atmosfääriõhu eest kaitsmisega saavutatakse pealesulatatud metalli kõrgem kvaliteet.

3) Jäätmete, laialipritsimise ja kiirguse puudumine ning õmbluste väike ristlõige (20 ... 40% väiksem kui käsitsi keevitamisel) vähendavad elektrooditraadi ja elektrienergia kulu. Väiksema töötlemisvaru arvel väheneb ka pealesulatatava metalli hulk. Räbusti

kihi all põleva leegi kasutegur on 0,86 ... 0,92, lahtisel leegil aga ainult 0,4.

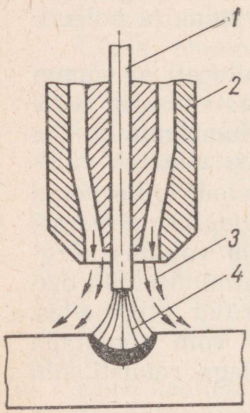
4) Kuna leek põleb räbusti kihi all, paranevad keevitaja töötingimused.

5) On võimalik kasutada madalama kvalifikatsiooniga keevitajaid.

6) Tööde maksumus on samasuguste käsitsitööde maksumusest 2 ... 2,5 korda madalam.

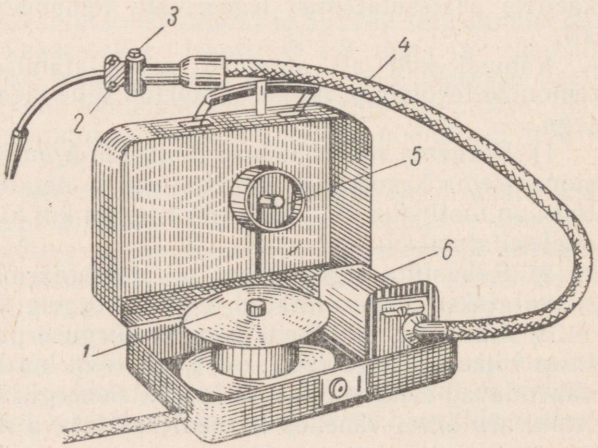
Automaatpealesulatamine ja poolautomaatkeevitamine süsihappegaasist kaitsekeskkonnas. Selle pealesulatus- ja keevitusmeetodi olemus on selles, et kaarleek põleb süsihappegaasis, mis kaitseb keeviskraavis olevat sulametalli õhu kahjuliku toime eest. Elektrooditraati antakse leegi põlemise tsooni spetsiaalse gaasielektripõleti abil (vt. joon. 188), millesse juhitakse elektrivool ja süsihappegaas.

Süsihappegaasi keskkonnas soovitatakse keevitada ja peale sulatada vastusuunalise polaarsusega alalisvooluga. Sel otstarbel kasutatakse Ukraina NSV Teaduste Akadeemia J. O. Patoni nimelise



◀ Joon. 188. Süsihappegaasist kaitsekeskkonnas keevitamise skeem:
1 — keevitustraat; *2* — põleti; *3* — süsihappegaasi juga; *4* — kaarleek

Joon. 189. Süsihappegaasis keevitamise poolautomaat koos gaasielektripõletiga:
1 — elektrooditraadi kassett; *2* — gaasielektripõleti; *3* — magnetkäiviti nupp; *4* — voolik; *5* — reostaat; *6* — elektrimootor



Tabel 21

Keevituspoolautomaatide andmed

Andmed	A-547P	ПДПГ-300
Traadi etteandmise viis	Tõukav	
Kasutatava traadi läbimõõt mm	0,5 ... 1,0	0,8 .. 2,0
Keevitatava metalli suurim paksus mm	2,5 .. 3,0	6 ... 7
Suurim keevitusvool A	150	300
Võrgupinge V	—	220/380
Vooliku pikkus m	1,2	3,0
Gaasielektripõleti (hoidja) kaal kg	0,25	0,38; 0,6

Elektrikeevituse Instituudi keevituspoolautomaati A-547P ja Leningradi tehase «Elektrik» poolautomaati ПДПГ-300.

Süsihappegaasis keevitamise poolautomaat koos gaasielektripõletiga on näidatud joonisel 189. Tööline saab poolautomaati hõlpsasti töökohale kanda. Seda liiki poolautomaatide tehnilised andmed on toodud tabelis 21.

Poolautomaatide ehitus põhineb elektrooditraadi tõukamisel läbi vooliku gaasielektripõletisse. Traati tõukab etteandemehhanism. On võimalik kasutada ka keevituspoolautomaatide ПШ-5, ПШ-54 ja ПДШМ-500 etteandemehhanisme.

Kaarleegi toitmiseks alalisvooluga kasutatakse sõltumatu ergutusega laadimismuundureid 3П-7,5/30 või alaldeid ВСГ-3А. Viimasel juhul soovitatakse kasutada kolmest alaldist koosnevat rühma.

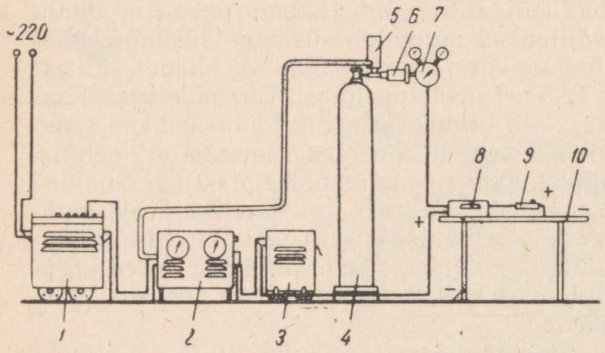
Sulametalli kaitsmiseks kasutatakse keevitamisel (pealesulatamisel) peamiselt terasballoonides hangitavat komprimeeritud toidusüsihapet. Balloonist väljumisel muundub süsihape süsihappegaasiks. Ühes 40-liitrises balloonis on 25 kg vedelat süsihapet, millest tekib aurumisel umbes 12,5 m^3 süsihappegaasi. Ühe põletiga töötamiseks piisab sellest 12 ... 15 tunniks. Harilik toidusüsihape sisaldab vähesel hulgal õhku ja vett, mis võivad keevitamisel põhjustada metalli laialipritsimist, halvendada õmbluse plastilisi omadusi ning tekitada poore ja pragusid. Nõutava kvaliteediga keevisõmbluse saamiseks tuleb niiskus eemaldada, s. t. gaasi on vaja kuivatada. Sel otstarbel kasutatakse spetsiaalseid kuivateid. Need kujutavad endast filtreid, milles on kuivatav materjal — veevaba vasevitrioli pulber või silikageel.

Süsihappegaasi rõhk alandatakse töörõhuni (0,3 ... 1,5 atü) reduktori abil (võib kasutada harilikke gaasikeevituse reduktoreid). Süsihappegaasi suure tarbimise korral võib juhtuda, et selles sisalduv niiskus külmub ja reduktor ummistub. Selle vältimiseks asetatakse ballooni ja reduktori vahele elektrisoojendi. Ilma soojendita keelavad ohutustehnika eeskirjad töötamise kategooriliselt.

Poolautomaatseadme skeem süsihappegaasis keevitamiseks on näidatud joonisel 190. Selle keevitusmeetodi puhul on mehhaniseeritud ainult elektrooditraadi etteandmine. Gaasielektripõletit liigutatakse käsitsi, kasutades samu võtteid, mis harilikul metallelektroodiga kaarleekkeevitamisel.

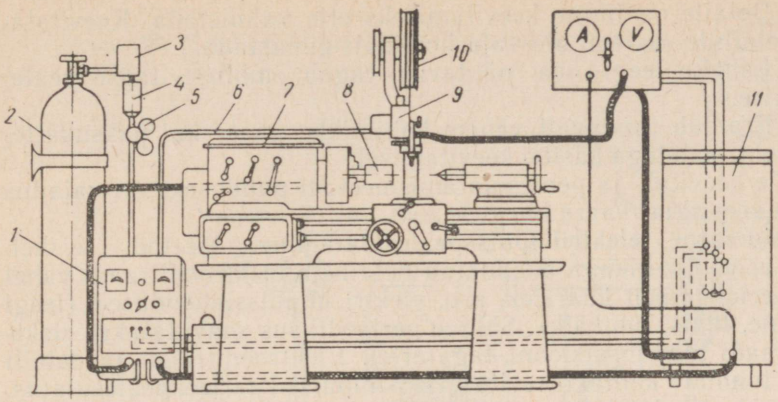
Poolautomaatkeevitamist süsihappegaasis kasutatakse kerede, kabiinide ja välisosade detailide ühendamiseks, pragude ja avade kõrvaldamiseks lehtmaterjalist valmistatud detailidelt (mootori ГАЗ-51 jaotushammasrataste plaadilt, raami detailidelt jms.), lisadetailide (plaatide, pukside jt.) kinnitamiseks. Sel meetodil on võimalik keevitada ka pragusid hallmalmist detailidel (ГАЗ-51А käigukasti karter jt.).

Automaatpealesulatamist süsihappegaasis kasutatakse kulunud silinderpindade taastamiseks. Sel juhul on mehhaniseeritud detaili pöörlemine ja elektrooditraadi etteandmine. Automaatse süsihappegaasis pealesulatamise seadme skeem on näidatud joonisel 191. Detail asetatakse pingi tsentritesse, kus ta pealesulatamise ajal pöörleb (2 ... 6 p/min). Spindli pöörete vähendamiseks on pingil reduktor. Etteandemehhanism asetatakse koos elektrooditraadi kassetiga treipingi supordile, mis sooritab pealesulatamisel pikiettenihet (3 ... 5 mm/p). Gaasi juurdejuhtiv otsik hoitakse detailist 12 ... 15 mm kaugusel. Elektrooditraadi hälbeks detaili kõrgeimast punktist valitakse harilikult 8 ... 12 mm. Pealesulatamiseks kasutatakse traate Св-12ГС, Св-08ГС, Св-08Г2С, Св-18ХМА, Нп-30ХГСА jt. Kaarleegi pinge on 17 ... 32 V, traadi etteande kiirus 120 ... 140 m/h (lähtutakse kaarleegi stabiilse põlemise tingimusest antud pealesulatamise režiimil). Süsihappegaasi kulub 600 ... 1000 l/h. Suurim kulu võetakse suurima keevitusvoolu korral.



Joon. 190. Poolautomaatseadme skeem detailide keevitamiseks süsihappegaasis:

1 — keevitustransformaator; *2* — seleenalaldi; *3* — drossel; *4* — balloon; *5* — soojendi; *6* — kuivati; *7* — reduktor; *8* — keevituspoolautomaat; *9* — gaasielektripõleti; *10* — laud



Joon. 191. Seadme skeem detailidele automaatseks pealesulatamiseks süsihappegaasis:

1 — aparaadikapp; *2* — süsihappegaasi balloon; *3* — soojendi; *4* — kuivati; *5* — reduktor; *6* — gaasivoolik; *7* — treipink; *8* — detail; *9* — etteandemehhanism; *10* — traadi kassett; *11* — seleenalaldi

Sõltuvalt elektrooditraadi läbimõõdust võib voolu valikul juhinduda järgmistest andmetest:

Traadi läbimõõt mm .	0,5	0,8	1,0	1,2	1,6
Vool A	25 . . . 60	50 . . . 100	80 . . . 140	100 . . . 170	140 . . . 300

Pealesulatatud metalli kõvadus on *HB* 248 . . . 293, mis paljudel juhtudel langeb ühte põhimetalli kõvadusega. Kõrge kroomisisaldusega traadi Св-10Х13 kasutamisel ulatub pealesulatatud kihi kõvadus ilma termilise töötlemiseta *HRC* 50 . . . 52.

Automaatpealesulatamisega süsihappegaasis taastatakse keermeid, laagrikaelu (pukse) ja teisi autodetaile, näiteks roolihoobade võlle, pidurite kulunud kaeltega pöörasid jne.

Meetodi eelised on järgmised.

1) Keevisliite kvaliteet on kõrgem kui harilikul käsitsi elektrikeevitusel või gaasikeevitusel. Õhuke lehtmaterjal deformeerub seejuures kaks-kolm korda vähem kui gaasikeevitusel.

2) Võrreldes käsitsi elektrikeevitamise ja pealesulatamisega on tööviljakus süsihappegaasis keevitamisel 30 . . . 40% ja automaatpealesulatamisel 70 . . . 80% kõrgem.

3) Pealesulatamise maksumus on 20% madalam kui pealesulatamisel räbusti kihi all.

4) Keevitamise ja pealesulatamise tehnika on üsna lihtne ja võimaldab kasutada madalama kvalifikatsiooniga töölisi kui käsitsi keevitamisel, ilma et see kahjustaks töö kvaliteeti.

5) Detaile on lihtne keevitamiseks ette valmistada. Keevitatavate detailide servi ei ole vaja hoolikalt puhastada.

6) Lahtise leegi hea nähtavus tagab õmbluse täpse pealekandmise.

7) Eraldub tunduvalt vähem kahjulikke gaase kui paksukatteliste elektroodidega käsitsi keevitamisel.

Selle keevitus- ja pealesulatamismeetodi puuduseks on vajadus kaitsta keevitajat kaare kiirguse eest.

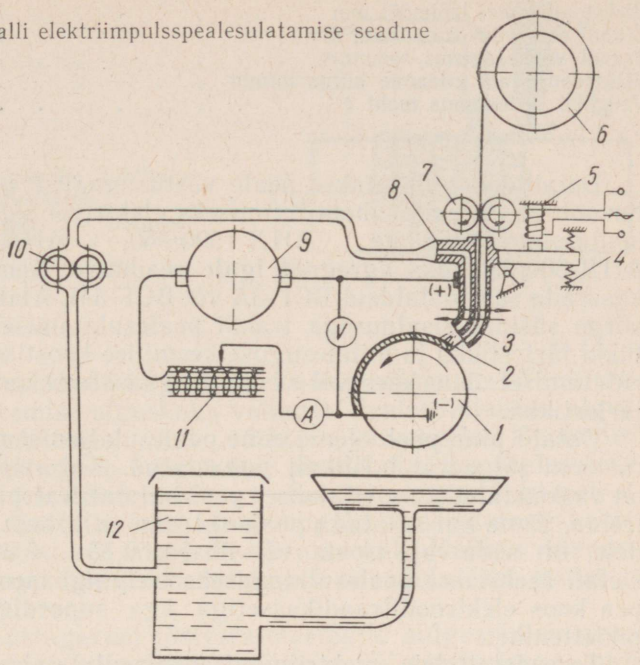
Automaatne elektriimpulsspealesulatamine. Meetod seisneb selles, et vooluallikaga ühendatud detaili ja elektrooditraadi vahel tekib perioodiliselt kaarleek, s. o. elektri impulsslahendused (leegi põlemine, lühis, tühikäik). Selline perioodilisus saavutatakse elektrooditraadi pikivibratsiooni tagajärjel. Elektrooditraadi ja detaili vahel toimub kontaktkeevitus ja impulss-kaarleekpealesulatus. Impulsside kordumise sagedus on võrdne elektrooditraadi võnkesagedusega. Selle tulemusel traat ja detail sulavad. Metall sulab põhiliselt elektrooditraadi detailist eemaldumise perioodil impulsskaarlahendusena eralduva kaduva magnetvälja energia arvel. Sulametall kandub detailile sel hetkel, kui traat puutub kokku pealesulatatava pinnaga.

Detailide välimistele ja sisemistele silinderpindadele ning otspindadele on võimalik peale sulatada vedeliku joas, õhu käes või gaasidest kaitsekeskkonnas, kusjuures traadi keemiline koostis võib olla mitmesugune. Elektriimpulsspealesulatamist saab kasutada 0,1 ... 2 mm ja enam kulunud detailide taastamiseks. Pealesulatatud metalli kõvadus on küllalt kõrge ilma termilise töötlemiseta.

Seadme põhimõtteskeem metalli automaatseks elektriimpulsspealesulatamiseks on näidatud joonisel 192. Pealesulatamine toimub järgmiselt. Rullid *7* suunavad elektrooditraadi *2* kassetist *6* vibreeriva suudmiku *3* kaudu pöörleva detaili *1* kaetavale pinnale. Suudmiku koos traadiga paneb vibreerima elektromagnetiline vibraator *5* ja vedru *4*. Real juhtudel kasutatakse püsiva vibreerimissagedusega elektromagnetiliste vibraatorite asemel mehaaniliselt käitatavaid muudetava sagedusega vibraatoreid. Traadi ja detaili pinna kokkupuutumisel sulavad mõlemad vooluallikast *9* saabuvate elektriimpulsslahenduste toimel. Elektroodi sulametall sadestub detaili pinnale.

Protsessi stabiilsuse tõstmiseks ja kasuteguri suurendamiseks on kaarleegi toiteahelasse lülitatud järjestikku induktiivtakistus *11*. Setteanumast *12* juhitakse hammasrataspumba *10*, kanali *8* ja suudmiku *3* kaudu pealesulatatavale metallile jahutusvedelikku, mis sisaldab leegi põlemist soodustavaid ioniseerivate elementidega soolasid. Jahutusvedelik kiirendab õmbluse tekkimist, moodustuv aur aga kaitseb sulametalli õhuhapniku ja -lämmastiku eest, s. o. soodustab kõrgete mehaaniliste omadustega valli saamist. Jahutusvedelikuna kasutatakse harilikult 3 ... 6-protsendilist kaltsineeritud

Joon. 192. Metalli elektriimpulsspealesulatamise seadme skeem



sooda vesilahust või 20 . . . 25-protsendilist tehnilise glütseriini vesilahust. Jahutusvedelikku kulub 0,2 . . . 0,7 l/min.

Vedelikujoas pealesulatamisel detail ei kuumene üle 70 . . . 90° C ja seetõttu ei deformeeru. Juhul kui kasutada karastuvat elektrooditraati, toimub vedelikujoas pealesulatamisel ka pealesulatatava metalli karastamine. See võimaldab taastada termiliselt töödeldud detaile, mille kõvadus peab pärast pealesulatamist olema kõrge.

Detailidele automaatseks elektriimpulsspealesulatamiseks kasutatakse eriseadet. Seade koosneb treipingist koos reduktoriga, millega saab spindli pöördeid vastavalt tehnoloogia nõuetele vähendada kuni ühe pöördeni minutis, elektrooditraadi etteandmise kassetiga varustatud sulatuspeast, vooluallikast, elektrijaotuskilbist ja setteanumast.

Detailidele elektriimpulsspealesulatamise seadme tüüp УАНЖ-6 tehnilised andmed

Pingi spindli minimaalsed pöörded minutis	1
Detaili kaetava välispinna läbimõõt mm	15 . . . 300
Detaili kaetava sisepinna läbimõõt mm	30 . . . 250
Sulatuspea pikiettenihe (pealesulatuse samm) ringpealesulatusel mm/p	1 . . . 3,5
Sulatuspea kiirus pikisuunalisel pealesulatamisel m/min . . .	0,3 . . . 0,6

Elektrooditraadi läbimõõt mm	1,4...2,0
Traadi otsa võnkeamplituud mm	0,8...3,0
Traadi võnkesagedus sekundis	100
Elektrooditraadi etteande kiirus m/min	0,3...2,4
Vedeliku setteanuma maht l	50

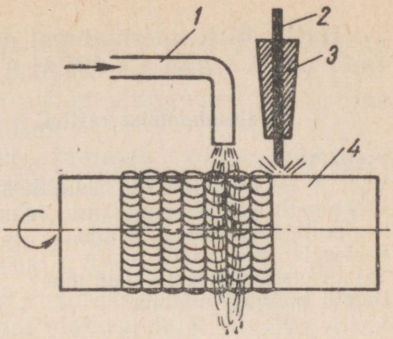
Detailidele sulatatakse peale vastusuunalise polaarsusega alalisvooluga. Keevitusahela toitmiseks elektrivooluga saab kasutada madalpingeagregaate АНД-1500/750, АНД-1000/500 või АНД-500/250, üks agregaat igale seadmele. Samuti on võimalik kasutada seleenalaldeid ВСГ-3А või ВСГ-3М. Alaldeid kasutatakse kõrge süsinikusisaldusega traadi pealesulatamisel vedelikus kaks tükki järjestikku ja mitmesuguse keemilise koostisega traadi pealesulatamisel õhu käes või süsihappegaasi keskkonnas kolm tükki järjestikku.

Detaili pind peab olema enne pealesulatamist mustusest ja korrosiooni jälgedest hoolikalt puhastatud. Kui selline puhastamine on raskendatud, soovitatakse pealesulatatavat pinda lihvida või treida. Enne kui sulatada peale 0,1 mm ja vähem kulunud detailidele, on seda vaja treida või lihvida 0,15...0,20 mm paksuselt. Detail asetatakse pealesulatamiseks treipingi tsentritesse, sulatuspea koos elektrooditraadikassetiga aga supordisse, mis sooritab pikiettenihet.

Terasdetailidele elektriimpulsspealesulatamisel vedeliku joas sõltub pealesulatatud kihi struktuur ja kõvadus peamiselt traadi keemilisest koostisest, jahutusvedeliku hulgast ja detailile andmise viisist. Kui kasutada kõrge süsinikusisaldusega (0,7...0,8%) elektrooditraati, võib saada küllaldase kõvadusega (*HRC* 39...56) karastusstruktuuri omava kihi. Tuleb märkida, et pealesulatatud kihi struktuur ja kõvadus on ebaühtlased. Seda saab seletada järgmiselt. Detailile kandmisel karastub vall suure kõvaduseni, järgmise valli pealesulatamisel aga noolutub osaliselt. Jahutusvedeliku hulga suurendamisel tõuseb pealesulatatud metalli kõvadus, kuid struktuur muutub veel ebaühtlasemaks, kõvaduse kõikumised suurenevad, pinnale tekivad mikropraod. See kõik vähendab detaili väsimustugevust tunduvalt.

Pealesulatatud kihi negatiivseid omadusi on võimalik vähendada ja detaili väsimustugevust suurendada spetsiaalsete tehnoloogilist laadi võtetega. Nendest põhilised on järgmised: jahutusvedeliku hulga vähendamine ja juhitmine väljapoole pealesulatustsooni; detailile pealesulatamise alustamine kõige vähem koormatud kohtadelt; detaili pinna kalestamine.

Jahutusvedeliku hulga vähendamisel ja vedeliku juhtimisel väljapoole sulatustsooni (joon. 193) saadakse pealesulatatud metalli ühtlasem struktuur, detaili väsimustugevus aga tõuseb. Kõvadus ja kulumiskindlus siiski vähenevad kuni 17%, mis on mõningate detailide taastamisel täiesti lubatav.



Joon. 193. Jahutusvedeliku juhtimine väljapoole pealesulatustsooni:
1 — vedeliku etteande toru; *2* — elektrooditraat; *3* — vibreeriv suudmik; *4* — kaetav detail

Uurimustega on kindlaks tehtud, et väsimustugevus sõltub tunduvalt pealesulatamise alguskoha valikust. Pealesulatamise alguskohtades on väsimustugevus 1,5 . . . 2 korda väiksem kui lõpetamise kohtades. Väsimustugevus langeb eriti järsult siis, kui pealesulatamist alustatakse õnnaldest, mis on teatavasti pingete kontsentratsiooni kohtadeks. Seetõttu tuleb elektriimpulsspealesulatamist alustada detailide otstest või silindrilise osa keskelt. Näiteks diferentsiaali ristmiku tappidele tuleb sulatamist alustada tapi otsast ja lõpetada õndla juures.

Detaili väsimustugevust tõstvate meetodite hulgas tuleb nimetada ka detaili pinna kalestamist rullimise või pinnimisega. mida teostatakse harilikult valmisdetailil pärast pealesulatatud kihi mehaanilist töötlemist.

Kuna vedelikujoas pealesulatamisel detailide väsimustugevus langeb, tuleb enne selle taastamisviisi rakendamist hoolikalt arvestada detailide töötingimusi ja konstruktiivseid iseärasusi.

Elektriimpulsspealesulatamisega vedeliku joas ei soovitata taastada ekspluatatsiooni käigus suurtele märkimuutvaile koormustele alluvaid detaile. Selle meetodi kasutamisel saadud kogemustest võib järeldada, et väntvõllide taastamisel seeriatootmise tingimustes ei õnnestu saavutada nõutavaid stabiilseid tulemusi. Sellest lähtudes ei tohi elektriimpulsspealesulatamist väntvõllide jaoks soovitada. Kuigi meetod on remondiettevõtetes levinud, on see otstarbekas asendada pealesulatamisega räbusti kihi all.

Mõnede detailide kõvadus on piirides *HB* 169 . . . 440. Nendele pealesulatamisel ei soovitata jahutusvedelikku kasutada, sest sel juhul langeb väsimustugevus. Sellistele detailidele võib sulatada peale elektriimpulssmeetodil süsihappegaasis või õhu käes.

Karastamata detailidele sulatatakse peale ilma vedelikuta.

Elektriimpulsspealesulatamisega õhu käes või süsihappegaasis on peale terasdetailide võimalik taastada ka hall- ja tempermalmist detaile. Võllikaeltele elektriimpulsspealesulatamiseks vedeliku joas, õhu käes või süsihappegaasis kasutatakse elektrooditraate Нп-30, Нп-40, Нп-50, Нп-65Г, Нп-30ХГСА.

Hall- või tempermalmist detailidele on õhu käes võimalik sulatada peale traati Св-10ГА, Св-08.

Pealesulatamise režiim

Pinge V	12 ... 18
Vool A (elektrooditraadi läbimõõt 1,4 ... 1,8 mm)	100 ... 200
Elektrooditraadi etteande kiirus m/min	0,8 ... 1,4
Pealesulatamise kiirus m/min	0,3 ... 2,2
Pealesulatamise samm mm/p	1 ... 3
Traadi otsa võnkeamplituud mm	1,5 ... 2,0
Detaili pöörded minutis	3,5 ... 12

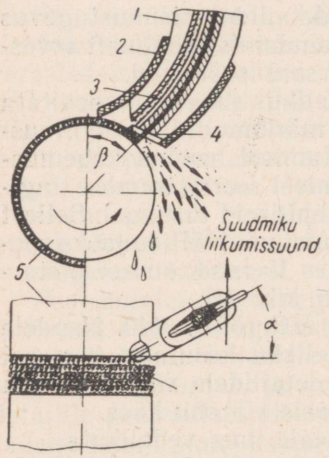
Pealesulatatud metalli kvaliteeti mõjutab ka elektroodi asend detaili suhtes. Nurk β peab olema piirides 35 ... 45°, nurk α aga 10 ... 30° (joon. 194).

Automaatsel elektriimpulsspealesulatamisel on järgmised eelised.

1) On võimalik taastada väikese 10 ... 15 mm läbimõõduga detaile, automaatsel pealesulatamisel räbusti kihi all on see võimatu.

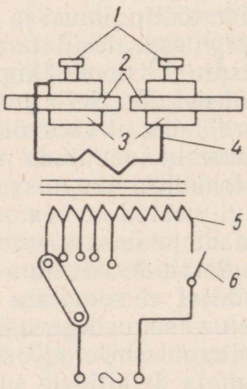
2) Õhukeste metallikihtide pealekandmisel on pinna katmise tootlikkus kõrge.

3) On võimalik loobuda detailide hilisemast termilisest töötlemisest.



Joon. 194. Elektroodi asend kaetava detaili suhtes:

1 — vibraatori suudmik; *2* — suudmiku kate; *3* — jahutusvedelik; *4* — elektrood; *5* — detail; *6* — pealesulatatud kiht



Joon. 195. Põkk-keevitusmasina skeem

4) Pealesulatatud pinda saab lihvida ilma eelneva treimiseta, mida kasutatakse harilikult pärast käsitsi keevitamist.

Meetodi puuduseks on detailide väsimustugevuse alanemine, samuti struktuuri ja kõvaduse ebaühtlus.

Kontaktkeevitus. Kontaktkeevitus jaguneb kolme põhiliiki: põkk-, punkt- ja joon-(rull-) keevituseks.

Põkk-keevitus on kontaktkeevituse liik, mille puhul liidetavad detailid keevitatakse kokku kogu puutepinna ulatuses.

Põkk-keevituse agregaat (joon. 195) saab voolu pinget madaldavast trafost. Keevitavad detailid *2* surutakse seadisega *1* vastu trafo sekundaarmähisega *4* ühendatud elektroode *3*. Masina sisselülitamisel suletakse lüliti *6* abil trafo primaarahel *5*. Detaile *2* läbiv vool kohtab oma teel põkukohas suurt takistust, mille tagajärjel detailide otspinnad kuumenevad peaaegu metalli sulamistemperatuurini. Nõutava temperatuurini kuumenenud detailid pressitakse spetsiaalse suruseadisega kokku, mille tulemusena nad keevituvad.

Rakendusviisilt jaguneb põkk-keevitus kahte põhiliiki: takistuskeevituseks ja sulatuskeevituseks.

Takistuskeevitus seisneb selles, et eelnevalt kokkusurutud detaile kuumutatakse tugeva keevitusvoolu läbilaskmisega. Kuumenemine algab otste kokkupuutepunktidest ja levib väikese surve rakendamise mõjul kogu ristlõikele. Pärast detailide kuumenemist lülitatakse vool välja ja surutakse detailid tugevasti kokku. Keevitumine toimub sädelemiseta. Keevitatavad detailid deformeeruvad ja põkukoht muutub paksemaks (jämeneb).

Takistuskeevitusel jääb keevisliite tugevus väikeseks. Detailide otspindade ettevalmistamise kvaliteedile esitatakse aga väga kõrgeid nõudeid (otsi on vaja täpselt sobitada). Seetõttu leiab nimetatud keevitusmeetod piiratud rakendamist. Takistuskeevitusega ühendatakse harilikult 6 . . . 8 mm läbimõõduga terasvardaid, väikese läbimõõduga torusid ja värvilistest metallidest (vask, alumiinium) detaile.

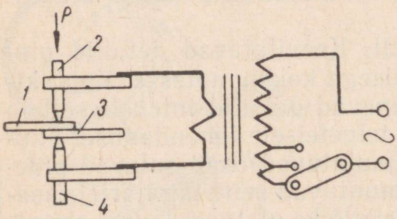
Sulatuskeevitus toimub järgmiselt. Keevitatavad detailid pingestatakse ja viiakse seejärel teineteisega kokkupuutesse. Kontaktkohtade suure takistuse tõttu kuumenevad detailid intensiivselt ja sulavad sädeledes. Detailide pideval teineteisele lähendamisel puutuvad kokku järjest uued kohad, väljaulatuvad osad sulavad pidevalt ja keevitatavate detailide otsad muutuvad selle tagajärjel tasaseks. Pärast seda, kui detail on kogu ristlõike ulatuses kuumenenud, rakendatakse temale jõud, mille tulemusel algab keevitumine. Et kergendada põkukohas olevate lisandite (tagi, šlaki) väljasurumist, keevitatakse esimesel perioodil vooluga. Seejärel lülitatakse vool välja ning edasine surve ja detailide ühendamine toimub ilma vooluta.

Kirjeldatud pidevsulatamisega põkk-keevituse viis on end praktikas hästi õigustanud. Suurte ristlõigetega detailide keevitamisel ei suuda ühenduskohas eralduv soojus tungida protsessi kestel

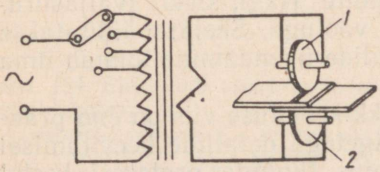
detailide sisemusse ja sulatada nõutavat metalli hulka. Sel juhul detailide kuumutamine katkestatakse. Katkestuse perioodil jõuavad keevitatavate detailide otsad kuumeneda sügavuti ja temperatuurid ühtlustuvad. Protsessi katkestamiseks võib katkestada keevitusahelas voolu või eemaldada detailid teineteisest teatud kaugusele. Korduva sulatamise ja katkestamisega on võimalik detailide otsi kuumutada niivõrd, kui seda on vaja kvaliteetse keevisliite saamiseks.

Sulatuskeevitus tagab keevisõmbluse suure tugevuse. Seda kasutatakse lisadetailide külgekeevitamiseks, detailide ühendamiseks metallkonstruktsioonides jm. Remondiettevõtetes kasutatakse põkkkeevituseks masinaid АСИФ-25, АСИФ-75 jt.

Punktkeevitusega ühendatakse 1 ... 6 mm paksusest lehtmetallist valmistatud detaile. Keevitatavad detailid *1* ja *3* (joon. 196) surutakse kokku vaskelektroodidega *2* ja *4*. Seejärel lastakse läbi elektroodide ja detaili tugev vool (600 ... 24 000 A). Voolu läbimisel eraldub detailide kokkupuutekohas soojus, mille toimel kontaktpinna (punkti) keskkoht kuumeneb sulamiseni, tekitades vedelast metallist tuuma. Tuuma ümbritseb plastilisest metallist kest. Vaatamata takistuse vähenemisele kontaktpunktis jätkub tuumas soojuse eraldumine, sest metalli temperatuur ja järelikult ka elektriline takistus jäävad kõrgeks. Seoses sellega levib soojus metalli külmadesse kihtidesse ja tuuma mõõtmete suurenemine jätkub. Keevispunkti mõõtmed on lähedased elektroodi kontaktpinna läbimõõdule. Pärast nõutavate mõõtmetega tuuma tekkimist lülitatakse vool välja. Elektroodide surve tuleb säilitada tuuma täieliku jahtumiseni. Surve tihendab kuumutatud metalli keskosa ja tagab detailide tugeva liitumise. Punktkeevitusel on detailide ühenduselemendiks valustruktuuri omava tuumaga keevispunkt.



Joon. 196. Punktkeevitusmasina skeem



Joon. 197. Joonkeevitusmasina skeem

Punktkeevitusele kuuluvate detailide pinnad peavad olema puhastatud värvist, roostest, porist, õlist ja tagist. Keevitamisel asuvad punktid harilikult ühes reas ja sõltuvalt detaili paksusest peavad olema üksteisest kindla sammu kaugusel ning võimalikult serva lähedal. Kahe 1 ... 3 mm paksuse detaili keevitamisel soovitatakse keevispunktide kauguseks 15 ... 30 mm ja punkti keskkoha kauguseks detaili servast 6 ... 10 mm.

Punktkeevituse masin saab voolu pinget madaldavast trafost. Remondiettevõtetes kasutatakse enamasti masinaid АТП-5, АТП-10, МТП-25М, МТМ-50М, МТМ-75М.

Punktkeevitust kasutatakse laialdaselt metallkerede ja kabiinide remontimisel. Kui seda on vaja rakendada vahetult kerel või kabiinil, kasutatakse riputatavaid keevitustange või ühepooluselisi keevituspüstoleid.

Joonkeevitus on sisuliselt punktkeevituse erijuht, mille puhul punktid asetsevad selliselt, et iga järgmine katab osaliselt eelmist. Joonkeevituse ülesandeks on lehtmetallist valmistatud detailide ühendamine. Joonkeevitusel kasutatakse elektroodivarraste asemel voolu juhtivaid rulle *1* ja *2* (joon. 197), mille vahel liiguvad vaheliti asetatud detailid. Selle tulemusel saadakse pidev keevisõmblus. Soojuse eraldumine ja ühenduselementide kujunemine kulgevad nii nagu punktkeevituselgi.

Hea kvaliteediga täielikult läbikeevitunud õmbluse saamiseks on rullidele vaja tugevat survet. Keevitatavate detailide suure paksuse korral on seda raske tekitada. Seetõttu kasutatakse joonkeevitust 1,5 ... 2,0 mm paksusest lehtmetallist detailide keevitamiseks juhtudel, kui on vaja saada tihedat või hermeetilist õmblust, näiteks kütusepaakide, kerede ja kabiinide remontimisel.

Joonkeevitamisel kasutatakse masinaid МШМ-25-II, МШМ-50-II jt.

§ 37. TÖÖKOHTADE KORRALDAMINE JA OHUTUSTEHNIKA

Töökohtade korraldamine. Keevitustöid tehakse tavaliselt keevitus- ja pealesulatusjaoskondades selleks spetsiaalselt ettenähtud ruumides, mis kuuluvad kuumtöötlemise kategooriasse. Autoremonditehase keevitus- ja pealesulatusjaoskonnal on harilikult mitu töökohta. On otstarbekohane need tööde tehnoloogiliste iseärasuste alusel spetsialiseerida. Näitena võib nimetada järgmisi gaasi- ja käsitsi elektrikeevituse spetsialiseeritud töökohti: keeruka kujuga malmdetailide elektrikeevitus, värvilistest metallidest ja nende sulamitest detailide gaasikeevitus, terasdetailide keevitamine ja neile pealesulatamine jne. Suuregabariidilisi spetsiaalstende vajavaid detaile (raamide detaile, esitelgede talasid) on otstarbekohane keevitada ja neile peale sulatada eraldi töökohtadel, keresid ja kabiine

aga nende remontimise ja koostamise töökohtadel. Mehhaniseeritud pealesulatamise ja keevitamise spetsialiseerumisele on iseloomulik pealesulatus- ja keevitusseadmete mitmekesisus (näiteks eraldi töökohad detailidele automaatselt räbusti kihi all ja elektriimpulsspealesulatamiseks). Keevitamise ja pealesulatamise töökohtade spetsialiseerimine tuleb lahendada igal konkreetsel juhul sõltuvalt autoremondiettevõtte tüübist, remondiobjektidest, omandatud tehnoloogiast ja teistest teguritest.

Vaatamata spetsialiseerumisele on keevitamise (pealesulatamise) töökohtade korraldamises siiski palju ühist. Seadmestik ja tootmisinventar peab olema kohale asetatud vastavalt kehtivatele normidele, kusjuures läbikäikude laius peab olema vähemalt 1 m. Väikeste mõõtmetega detaile tuleb keevitada ja neile peale sulatada vähemalt 2 m kõrgustes kabiinides. Kabiini pind peab olema piisav laua, abinõude (manipulaatori, tsentrite jms.), keevitusseadmete, detailide riiulite jm. paigutamiseks. Keevitaja kabiini peab jääma 3 ... 4 m² vaba pinda. Kahte ja enam keevituskohta lubatakse asetada ühte kabiini tingimusel, kui kabiin on jaotatud kilpidega mitmesse ossa. Väikedetailide keevitamiseks ja neile pealesulatamiseks paigutatakse töökohale 0,5 ... 0,6 m kõrgune laud. Laua metallkate peab olema küllalt massiivne ja ei tohi kuumenemisel deformeeruda. Laudade kate soovitatakse valmistada 15 ... 20 mm paksusest teraslehest või vähemalt 25 mm paksusest malmplaadist. Sulametalli piisad eemalduvad kergemini malmkatetelt. Detailide nõutavasse asendisse seadmiseks ja kinnitamiseks on vaja ette näha spetsiaalsed abinõud ja seadmed (tsentrid, klambrid, kruustangid jne.). Õmbluste puhastamiseks šlakist olgu keevitajal käepärast haamer, meisel ja terashari. Töökohal peab olema statiiv, kuhu keevitaja saab lühikestel töövaheaegadel asetada elektroodihoidja.

Töökohad, kus saab töötada istudes, olgu varustatud mugavate seljatugesid omavate istmetega.

Keevitamist või pealesulatamist ootavaid detaile tuleb hoida riiulitel, kuumi jahtuvaid detaile aga spetsiaalselt selleks eraldatud kohtadel.

Gaasiballoonid tuleb asetada ainult neile ettenähtud kohale.

Töökohad peavad olema varustatud ohutute šarniiridele kinnitatud kohtvalgustitega.

Seadmestiku peab mehhaniseeritud pealesulatamise ja keevitamise töökohtadele asetama nii, et jääks 3 ... 4 m² vaba pinda. Kommunikatsioonid (torustikud, voolikud, kaablid jm.) ei tohi töötamist segada. Lülitite käepidemetele ja nuppudele peab vabalt juurde pääsema. Mõõteriistade kilp tuleb paigutada nii, et tööline saaks töötamisel seadmete näitusid hõlpsasti jälgida. Mehhaniseeritud pealesulatamise seadmete vahele peavad jääma vähemalt 1,5 m laiused läbikäigud.

Pärast töö lõppu tuleb voolikud, kaablid ja tööriistad kokku panna ja viia neile ettenähtud kohtadele.

Ohutustehnika põhinõuded. Kaarleegi ja gaasileegi nähtavad kiired pimestavad silmi ja võivad pikaajalise kiirguse puhul põhjustada nägemishäireid. Kaarleek on nähtamatute infrapunaste ja ultravioletikiirte allikaks. Infrapunaste kiirte pikaajalisem kiirgus rikub nägemisvõime täielikult (tekitab kae). Ultravioletikiired mõjuvad inimese nahale analoogiliselt päikesekiirtega, tekitades põletusi. Veel tugevamini mõjuvad nad silmadele. Elektrikeevitusel ja pealesulatamisel eraldub suur hulk tolmu ja gaase (lämmastik-, süsinik- ja mangaanoksiidid, metalli ja elektroodikatte aurude ühendid fluoriga jm.). Peale selle tekib keevitamisel, pealesulatamisel ja metallide lõikamisel hulgaliselt sädemeid ning sulametalli ja šlaki pritsmeid. Keevitamine on tuleohtlik.

Ohutuks töötamiseks on vaja täita järgmisi eeskirju. Keevitamist ja pealesulatamist tuleb jälgida läbi spetsiaalse klaasi, s. o. läbi ettenähtud valgusfiltrite, mis vähendavad kaarleegi või gaasileegi eredust ning neelavad infrapunaseid ja ultravioletikiiri. Elektrikeevitajad peavad panema enne keevitamise algust pähe kiivrid või kilbid. Kilbi aknake peab olema topeltklaasiga: sisemise ЭС-tüüpi valgusfiltriga ja välimise hariliku klaasiga, mis kaitseb valgusfiltrit metallipritsmete eest. Valgusfiltrid valitakse sõltuvalt keevitusvoolu tugevusest. Muude klaasidega on neid keelatud asendada.

Gaasikeevitaja peab töötamisel kandma ГС-tüüpi filtritega kaitseprille, mis valitakse sõltuvalt gaasipõleti võimsusest. Detailidele automaatsel elektriimpulss- ja süsihappegaasi keskkonnas pealesulatamisel asetatakse sulatuspeale liikuvad valgusfiltritega varustatud ekraanid. Katnud nendega leegi põlemise koha, saab tööline pealesulatamist ohutult jälgida.

Keevitajate kabiinid peavad olema suletud tulekindlast materjalist kardinatega (asbestriide, presendiga jms.). Üldises tootmisruumis või vabas õhus keevitamisel peavad elektrikeevitajate töökohad olema piiratud lehtterasest, asbestriidest, presendist jms. valmistatud kantavate kilpidega.

Et nõrgendada järsku kontrasti ereda leegi ja tumeda seinapinna vahel, peavad viimased olema värvitud heledaks — halliks, helesiniseks või kollaseks. Värvitud pind peab olema matt. Seintel langevate ultravioletikiirte peegeldamise vähendamiseks lisatakse värvile tsinkoksiidi. Samas värvuses värvitakse ka kantavad kaitsepiirded. Keevitusosakonna põrandad peavad olema tugevad, tulekindlad, karedad ja väikese soojusjuhtivusega.

Kõik pingid ja keevitusseadmed tuleb kindlalt maandada või nullida. Töökohal elektrikeevitaja jalgade all peab olema puitrest või kummivaip.

Tootmisruumis, kus keevitatakse ja peale sulatatakse, peab olema läbitõmbe-ventilatsioon kohtäratõmbega töökohtadel. Süsihappegaasis keevitamisel ja pealesulatamisel tuleb ventilatsioonisead-

mete äratõmme paigutada alla (süsihappegaasi tihedus on 1,5 korda suurem kui õhul) ja üles.

Tööline peab enne keevitamise alustamist kontrollima keevitusseadmeid ja veenduma nende korrasolekus.

Töökohal ei tohi olla üle kahe hapnikuballooni. Need peavad asetsema spetsiaalsetes pesades vertikaalasendis ja olema tugevalt kinnitatud. Balloonid olgu gaasipõletist vähemalt 5 m ja kütteseadmeist vähemalt 1 m kaugusel. Balloone tohib töökohtadele transportida ainult erilistel vankritel või kanderaamidel. Balloonide transportimine kraanadega (teiferitega), samuti õlgadel kandmine, on keelatud.

Hapnikuga kokkupuutuvaile osadele ei tohi sattuda õli ega teisi rasvaineid. Vastasel korral võib toimuda plahvatus ja tekkida tulekahju.

Atsetüleenigeneraatorid seatakse üles ventileeritavasse eraldi ruumi, kus õhu temperatuur ei lange alla +5° C. Liikuvaid atsetüleenigeneraatoreid tohib paigutada tootmisruumi, kuid mitte sepavedru-, termilisse jts. kuumtöötlemise jaoskondadesse.

Atsetüleenigeneraator peab olema keevituskohast, samuti lahtisest tulest ja kuumadest detailidest vähemalt 10 m kaugusel. On keelatud asetada voolu juhtivaid keevitusjuhtmeid (kaableid) kõrvuti gaasivoolikute või torudega.

Kütusepaake ja teisi kergesti süttivate materjalide all olnud anumaid tuleb enne keevitamist pesta ja aurutada. See on vajalik põlevate ainete jääkide eemaldamiseks. Pesemiseks kasutatakse kuuma seebikivilahust või nuuskpiiritust. Anumate keevitamisel peavad nende avad olema lahti.

Enne põleti käest panemist peab keevitaja selle kustutama.

Detailidele automaatsel pealesulatamisel räbusti kihi all on vaja lisaks eelnevale täita järgmisi eeskirju. Silmade kaitsmiseks detaililt löödava šlakikooriku eest peab keevitaja töötama lihtklaasist kaitseprillidega. Keevitusvoolu lubatakse sisse lülitada ainult pärast seda, kui räbusti on hakanud saabuma pealesulatustsooni. Kuum langev räbukoorik tuleb koguda metalltaarasse. Detailidele automaatse pealesulatuse seadme töötamise perioodil ei tohi tööline oma kohalt lahkuda. Sulametalli pritsmete eest hoidumiseks ja käte kaitsmiseks põletuste eest peab keevitaja kandma tihedast materjalist valmistatud eririietust ja kindaid.

Keevitus- ja pealesulatuskohtades olgu käepärast tulekustutusvahendid (tulekustutid, liivakastid jms.).

14. PEATÜKK

METALLITAMINE

§ 38. ÜLDMÕISTED

Metallitamiseks nimetatakse katete moodustamist sulametalliosakeste kandmisega detaili spetsiaalselt ettevalmistatud pinnale suruõhu abil (4 . . . 6 kG/cm^2).

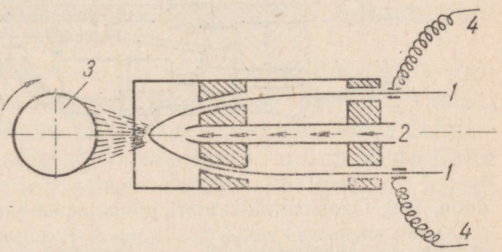
Metalli sulatatakse ja kantakse peale metallisaatorite abil. Sõltuvalt metalli sulatamise viisist (kaarleegiga, kõrgsagedusvooluga, gaasileegiga) liigitatakse metallisaatorid kaarleek-, kõrgsageduse- ja gaasimetallisaatoriteks.

Vaatleme kaarleekmetallisaatori töötamist (joon. 198). Metallisaatori korpusesse suunatakse kaks teineteisest isoleeritud traati, mis on elektroodideks. Pihustuspeas tekib pingestatud elektroodide vahel kaarleek, mille toimel traadid sulavad. Tekkinud sulametalli tilgad pihustatakse suruõhujoaga väga väikesteks osakesteks (läbimõõduga 0,01 . . . 0,15 mm) ja kantakse spetsiaalselt ettevalmistatud pinnale.

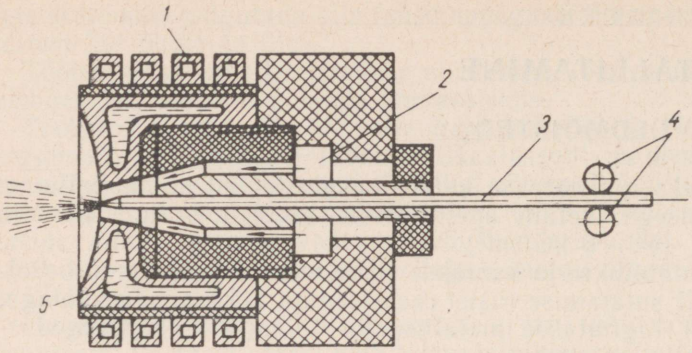
Kõrgsagedusmetallisaatori pihustuspea skeem on näidatud joonisel 199. Pihutuspeasse suunatakse spetsiaalse mehhanismi abil traati, mille ots sulab kõrgsagedusvooluga kuumutamisel. Kõrgsagedusvool juhitakse neljast kuni kuuest vasktoru keerust koosnevasse induktorisse. Kambrist *2* suubuv suruõhk rebib sulanud metalli traadi otsast, pihustab selle ja kannab metallitatava detaili pinnale.

Gaasimetallisaatoris sulatab traati soojus, mis eraldub gaasi (atsetüleeni, loodusliku gaasi jt.) põlemisel hapniku joas. Traati antakse gaasileegi sisemusse piki telge (joon. 200). Gaasileeki ümbritsev suruõhk pihustab sulamisel tekkivad metallipiisad ja kannab need detailile.

Pihustatud metalliosakeste omavahelise ja detaili metalliga sidestumise olemust ei ole seni lõplikult välja selgitatud. Selle küsimuse kohta on avaldatud mitmesuguseid arvamusi. Käesoleval ajal loetakse õigeks järgmist oletust. Sulametalli üliväikesed plastilised osakesed mõõtmetega 0,01 . . . 0,15 mm liiguvad suure kiirusega



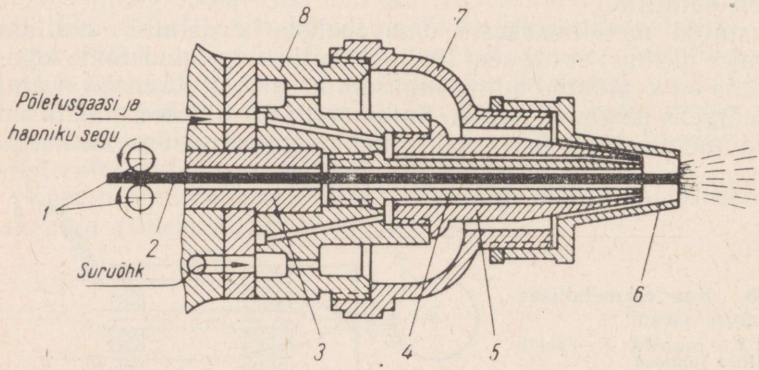
Joon. 198. Kaarleekmetallisaatori töötamise skeem:
1 — traat; *2* — suruõhk; *3* — detail; *4* — vooluallika juhtmed



Joon. 199. Kõrgsagedusmetallisaatori pihustuspea skeem:
1 — induktor; *2* — suruõhukamber; *3* — traat; *4* — traati etteandvad rullid; *5* — jahutussärk

(140 . . . 300 m/s) ja põrkuvad vastu metallitatavat pinda. Tugeva löögi mõjul nad deformeeruvad ja kiiluvad üksteist kinni. Seejuures puruneb nende pindadel asuvate oksiidide kile ja osakesed sidestuvad tugevasti detaili metalli või varem pealekantud osakestega. Tugeva sidestuse tagamiseks peab detaili pind olema kare.

Lennu ajal jahtuvad metalliosakesed vähe, sest nende lennu kestus on üsna lühike (kuni 0,002 s). Kui osakesed on jõudnud metallitatavale pinnale, jahutab neid intensiivselt suruõhk ja soojusülekanne ladestunud osakestelt detaili metallile (suurem osa soojust viiakse ära suruõhuga). Sellega seletub detaili temperatuuri väike tõus (mitte üle 220° C).



Joon. 200. Gaasimetallisaatori pihustuspea skeem:
1 — traati etteandvad rullid; *2* — traat; *3* — stutser; *4* — traadidüüs; *5* — gaasikoonus; *6* — pihustussuudmik; *7* — õhukuppel; *8* — gaasisegisti

Arvatakse, et metallitatud katte osakeste side üksteisega ja detaili metalliga on tingitud vastastikusest mehaanilisest sidestusest ja molekulaarjõududest.

Metallitatud katte struktuur erineb valatud või valtsitud metalli struktuurist. Metallitamisel lendavad oksiidide kilega kaetud osakesed metallitatavale pinnale, deformeeruvad ja tekitavad pikergused soomused (joon. 201).

Katte üksikute osakeste ja osakeste rühmade vahele moodustuvad mikroskoopilised tühikud: poorid ja õõnsused. Metallitatud katte tihedus on keskmiselt 10% väiksem kui valatud metallil. Poorsus sõltub reast teguritest, millest tähtsaimateks on metalli pihustamise viis ja metallisaatori töörežiim. Gaasimetallisaatoriga pealekantud teraskatte tihedus on mõnevõrra suurem kui kaarleekmetallisaatoriga pealekantud kattel. See seletub sellega, et gaasimetallitamisel kaitseb gaasijuga pihustatavaid metalliosakesi oksüdeerumise eest.

Kuna mitmed elemendid põlevad metallitamisel välja, erineb

Joon. 201. Metalliosakeste asetus metallitatud kattes

kattemetalli keemiline koostis tunduvalt traadi keemilisest koostisest. Põhilistest elementidest põleb välja: süsinikku 25 ... 35%, räni 25 ... 45%, mangaani 35 ... 38%, väävlit 25 ... 26%, Gaasimetallitamisel on nende elementide kadu mõnevõrra väiksem kui kaarleekmetallitamisel.

Pihustatavate osakeste pinnal olev oksiidide kile takistab ühtlase normaalse struktuuriga katte kujunemist ja vähendab selle plastilisust. Võrreldes detaili metalliga jääb kattemetalli löögi-, tõmbe-, väände- ja paindetugevus tunduvalt madalamaks. Uurimused on näidanud, et süsinikterasest metallitatud katte tõmbetugevuse piir ei ületa 8 kG/mm² ja suhteline pikenemine 1 ... 2%. Erinevalt tõmbetugevusest on metaliitatud katte survetugevuse näitajad kõrged. Metallitatud teraskatte survetugevus ulatub kuni 145 kG/mm².

Katte kõvadus on mellitatava detaili kõvadusest harilikult suurem. See seletub suruõhu jahutava ja karastava toimega, samuti kalestumisega, mida põhjustavad järgmiste osakeste löögid eelmistele. Kõvaduse suurenemine seletub ka oksiidide kuulumisega katte koostisse. Neid asjaolusid tuleb pihustamiseks kasutatava traadi materjali valikul arvestada.

Katte kõvadust mõjutab metallitamise režiim. Õhu rõhu tõstmi-

sel katte kõvadus suureneb. See seletub osakeste kiirema jahtumise ja karastumisega, samuti löökidest põhjustatud kalestusastme suurenemisega. Traadi etteande suurendamisel kõvadus langeb. Gaasimetallitamisel kasvab katte kõvadus hapniku rõhu tõstmisel (suureneb oksiididesisaldus). Metallisaatori pihusti ja detaili pinna vahekauguse suurendamisel katte kõvadus langeb, sest osakeste löögid vastu detaili jäävad nõrgemaks ja kalestumine väheneb.

Tavaliselt kasutatavad kõvaduse määramise meetodid kõvadusmõõtjate tüüp TK (Rockwelli skaala) ja TШ (Brinelli skaala) abil ei anna metallitatud katete puhul täpseid tulemusi. See on tingitud pealepihustatud kihi poorsusest ja ebaühtlusest. Täpsemaid tulemusi saadakse mikrokõvaduse* määramisel. Metallitatud katete kõvadus ulatub suuruseni HB μ 820 kG/mm².

Metallitatud katete poorne struktuur ja suur kõvadus tagavad määrdega töötamise puhul kõrge kulumiskindluse. Poorsuse tõttu neelavad metallitatud teraskatted suure hulga määret (ligikaudu 10% kihi mahust). Katte pooridesse tungiv õli täidab töötavate pindade ebatasasused ja vähendab hõõrdejõudusid. See parendab detailide töötingimusi ka puudulikul määrimisel (mehhanismi käivitamise hetkel). Viimasel juhul saabub määre hõõrdepindadele metallitatud katte pooridest. Kõige kvaliteetsem kate saadakse kõrgsagedusmetallitamisel.

§ 39. SEADMESTIK

Joonisel 202 on näidatud kaarleekmetallitusseadme skeem. Selle põhiosadeks on kaarleekmetallisaator *2*, trafo *8* ning õli- ja niiskuseeraldi *7*.

Suruõhk saabub tehase magistraalist või individuaalsest kompressorist (ressiivri kaudu) õli- ja niiskuseeraldisse *7* ja sealt toru *5* kaudu metallisaatorisse *2*. Suruõhu rõhku kontrollitakse manomeetriga *6*.

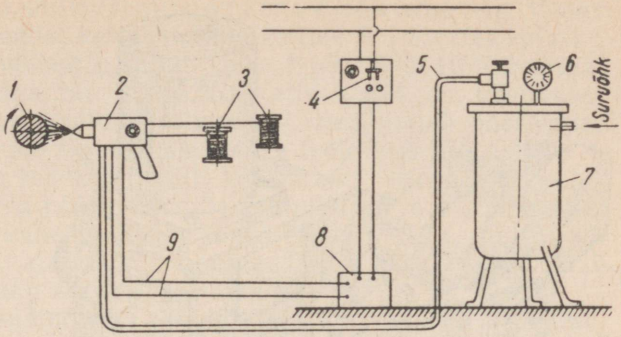
Metallisaator saab voolu juhtmetest *9*, mis on trafo *8* kaudu ühenduses vooluvõrguga. Vool lülitatakse sisse kilbil asuva vinnaklülitiga *4*. Detaili *1* metallitamise traat asub kahel teineteisest isoleeritud poolil *3*.

Gaasimetallitusseade erineb kaarleekseadmest metallisaatori konstruktsiooni poolest. Trafo asemel on sellel hapniku ja põleva gaasi balloonid, millest gaasid saabuvad voolikute kaudu metallisaatorisse.

Võrreldes kaarleekmetallisaatoritega on gaasimetallisaatorid vastupidavamad, mugavamad detailide raskesti ligipääsetavate

---

* See meetod põhineb teemantpüramiidikese staatilises surumises katte pinnasse. Surumine toimub väikese jõuga (2 ... 200 G). Seejärel mõõdetakse rombikujulise jäljendi diagonaal. Mikrokõvadust mõõdetakse spetsiaalseadmete abil: mikrokõvadusmõõtjatega ПМТ-2 või ПМТ-3.



Joon. 202. Kaarleekmetallisaatori skeem

Tabel 22

Metallisaatorite tehnilisi andmeid

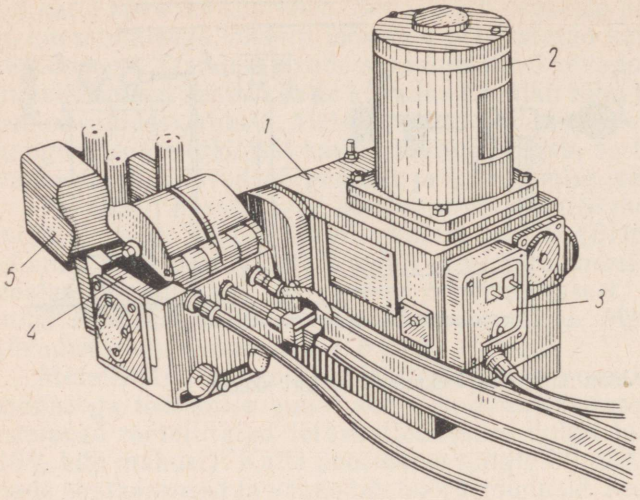
Tüüp	Mudel	Kaal kg	Suruõhu töörõhk atü	Suruõhu kulu m³/min	Tootlikkus terase pihustamisel kg/h
Kaarleek- .	ЭМ-6	21	4,0 ... 6,0	0,8 ... 1,0	kuni 15
Kaarleek- .	ЭМ-9	1,9	4,5 ... 6,0	1,1 (maks.)	4 ... 5
Gaasi- . . .	МГИ-1-57	1,9	3,5 ... 4,0	0,7	2 ... 7
Kõrgsagedus-	МВЧ-2	32	4,0	0,5	3 ... 7

kohtade metallitamiseks ja tagavad parimad töötingimused (puudub tugev müra ja kaarleegi kiirgus).

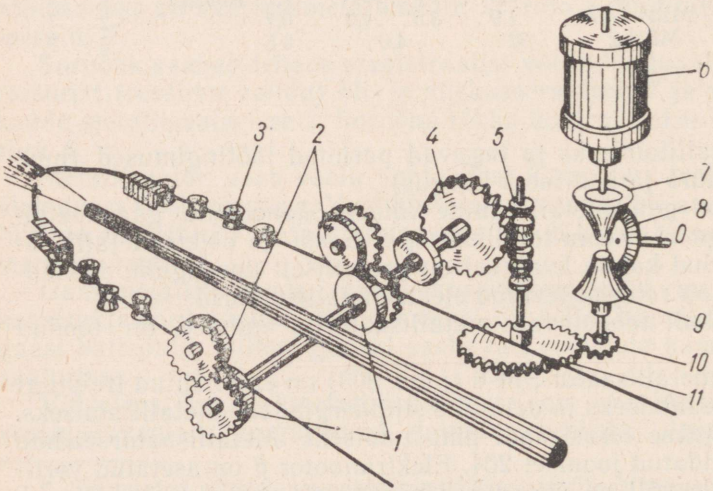
Ühtlasi on gaasimetallitamine vähem ökonoomne, gaasimetallisaatorid aga väiksema tootlikkusega. Gaasi- ja elektrimetallisaatoritega saadud katete kvaliteet on praktiliselt ühesugune. Nõukogude Liidus on rohkem levinud elektrimetallisaatorid.

Tööstuslikult toodetavate metallisaatorite andmed on toodud tabelis 22.

Kaarleekmetallisaator ЭМ-6 (joon. 203) on ette nähtud treipingi supordisse seadmiseks ja detailide silinderpindade metallitamiseks. Teda kasutatakse terastraadi pihustamiseks. Metallisaatorseadme skeem on näidatud joonisel 204. Elektrimootor *6* on asetatud vertikaalselt. Selle võll on ühenduses hõõrdvariaatoriga, mis koosneb kahest nõgusa tööpinnaga kettast *7* ja *9* ning nende vastu surutud teljel vabalt pöörlevast tekstoliitkettast *8*. Ketaste *7* ja *9* nõgusus



Joon. 203. Kaarleekmetallisaatori ЭМ-6 üldvaade:
1 — käitamismehhanism; *2* — elektrimootor; *3* — juhtimiskilp; *4* — traadi etteande mehhanism; *5* — pihustuspea



Joon. 204. Kaarleekmetallisaatori ЭМ-6 ehituse skeem

moodustab poolringi, mille tsentris on ketta *8* pöörlemistelg. Vedav ketas *7* annab pöörlemise ketta *8* kaudu kettale *9*. Pöörates ketast *8* ümber tsentri *O* on võimalik muuta ketta *9* pöördeid. Hõõrdvariaatori reguleerimisulatus on 1 ... 6,25. Ketta *9* võll on ühenduses mehaanilise reduktori hammasrattaga *10*, mis annab pöörlemise hammasratta *11* kaudu tiguülekandele — teole *5* ja tigurattale *4*. Rattalt *4* käitatakse reduktori võlli koos traati etteandvate rullidega *1*, mis omakorda pööravad rulle *2*. Rullide *1* ja *2* pöörlemisel suunatakse nende vahele surutud kaks traati mööda juhtrulle *3* pihustuspeasse. Seal elektroodid ristuvad, tekib kaar, metall sulab ja pihustub toru kaudu saabuva suruõhu toimel.

Kaarleekmetallisaator võib töötada nii alalis- kui ka vahelduvvooluga. Alalisvooluga töötamisel tõuseb metallisaatori tootlikkus ja paranevad töötingimused (kaar põleb stabiilsemalt, juga on kompaktsem, müra väheneb).

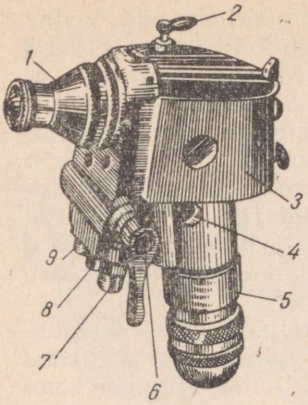
Metallisaatori ЭМ-6 jaoks toodetakse vahetatavat kolmetraadilist pead, mille võib asetada kahetraadilise asemele. Sellega on võimalik saada kolmest eri metallist koosnevaid katteid. Katte koostist reguleeritakse traatide valikuga.

Kaarleekmetallisaator ЭМ-9 on ette nähtud nii käsitsi kui ka pingil töötamiseks. Selles metallisaatoris antakse traati ette õhurotatsioonmootori abil. Kasutatava traadi läbimõõt on 1,2 ... 2,0 mm, traadi etteande kiirus 0,6 ... 5,0 m/min, kaarleegi maksimaalne vool 180 A.

Kaarleekmetallisaatoreid toidetakse madaldavatest 20 ... 55 V väljundpingega trafodest. Selliseid trafosid toodab tööstus spetsiaalselt metallitamise jaoks. Samal otstarbel on võimalik kasutada ka keevitustrafosid СТЭ, mille madalpingemähisest tehakse näidatud tühijooksupinget andvad väljavõtted. Kaarleekmetallisaatorite toitmiseks alalisvooluga kasutatakse keevitusmuundureid.

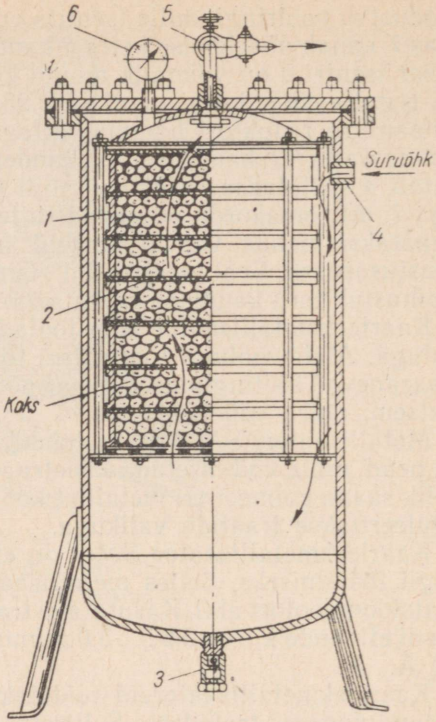
Joonisel 205 on näidatud gaasimetallisaatori МГИ-1-57 üldvaade, milles gaaside etteandmine ja segamine põhinevad inžekteerimisel. Traadi etteande mehhanism pannakse selles metallisaatoris tööle aparaadi käepidemesse ehitatud õhurotatsioonmootoriga. Gaasimetallisaator on ette nähtud nii käsitsi kui ka pingil töötamiseks. Põlevgaasina on võimalik kasutada atsetüleeni ja teisi gaase (propaani-butaani segu, metaani, naftagaasi, segagaasi jt.). Hapniku töörõhk on 2 ... 7 atü, atsetüleenil 0,04 ... 0,6 atü. Hapnikku kulub 625 ... 2100 l/h, atsetüleeni 240 ... 840 l/h. Kasutatava traadi läbimõõt on 1,5 ... 3,0 mm, traadi etteande kiirus 0,7 ... 6,0 m/min.

Kõrgsagedusmetallisaator МВЧ-2 on paigaldatav treipingi supordile ja ette nähtud detailide silinderpindade metallitamiseks. Traadi etteandemehhanismi käitab elektrimootor. Traadi läbimõõt on 4,0 mm, etteande kiirus 0,6 ... 1,58 m/min. Kõrgsagedusvoolu allikas on sagedusel 400 ... 500 kHz töötav 30 ... 60 kW lampgeneraator. Võrreldes kaarleekmetallisaatoritega on kõrgsagedusmetal-



Joon. 205. Gaasimetallisaatori МГИ-1-57 üldvaade:

1 — pihustuspea; *2* — sang; *3* — korpus; *4* — treipingile kinnitamise ava; *5* — käepide; *6* — kraan; *7* — õhu stutser; *8* — põletusgaasi stutser; *9* — hapniku stutser



Joon. 206. Õli- ja niiskuseeraldi ▶

lisaatoritel palju eeliseid. Nad on tootlikumad, tagavad kvaliteetsema katte, võimaldavad reguleerida pihustatavate osakeste mõõtmeid (voolu sageduse muutmisega) ja parendada tööliste-operaatorite töötingimusi.

Suruõhk sisaldab suurel hulgal niiskust ja õli, mille sattumine metallitatavale pinnale on lubamatu, sest see nõrgendab järsult katte ja põhimetalli vahelist sidestust. Seepärast asetatakse metallisaatorisse siseneva õhu teele õli ja niiskust eraldavad filtrid (joon. 206). Õli- ja niiskuseeraldi kujutab endast keevitatud anumat, mille ülaosse on kinnitatud metallsektsioonidest *1* koosnev filter. Sektsioonid on täidetud koksiga ja eraldatud üksteisest vildist vahekihtidega *2*. Suruõhk satub võrgust stutseri *4* kaudu anumasse, läbib filtri ja väljub kraanist *5*.

Filtri koks ja vilt puhastavad õhu lisanditest. Vett ja õli eemaldatakse perioodiliselt korgiga *3* suletud ava kaudu. Rõhku kontrollitakse manomeetriga *6*.

§ 40. TEHNOLOOGILINE PROTSESS

Detailide metallitamise tehnoloogiline protsess koosneb kolmest etapist: detaili pinna metallitamiseks ettevalmistamisest, metallituskatte pealekandmisest ja detaili töötlemisest pärast metallitamist.

Detailide metallitamiseks ettevalmistamine on väga tähtis etapp, sest sellest sõltub kattemetalli ja detaili vahelise sidestuse tugevus.

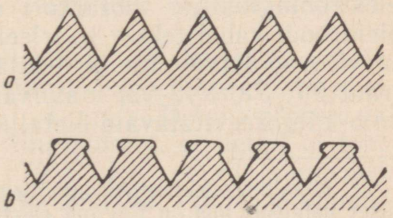
Ettevalmistus koosneb järgmistest operatsioonidest: 1) detailide puhastamisest ja rasvatustamisest, 2) pinna karestamisest, 3) metallitamisele mittekuuluvate pindade kaitsmisest.

Detaile võib puhastada ja rasvatustada eespool kirjeldatud viisil (vt. ptk. 5), kuid erilise hoolikusega. Malmdetaile soovitatakse pragudesse sattunud õli eemaldamiseks kuumutada ahjudes või gaasipõleti leegiga temperatuurini 350° C. Sel temperatuuril põleb õli välja. Selline operatsioon sooritatakse näiteks enne silindriploki või plokikaane jahutussärgi pragude metallitamist.

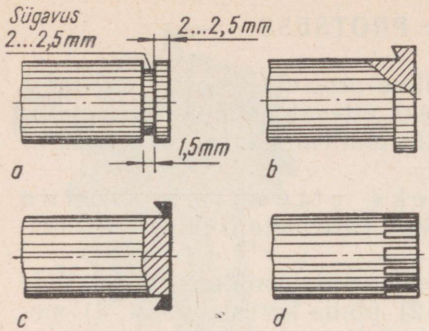
Detailide metallitatavaid pindasid on võimalik karestada mehaaniliselt või elektriliselt. Pindade ettevalmistamise mehaaniliste meetodite hulka kuuluvad: metallipuruga töötlemine, rebenenud niitidega keerme lõikamine, meisliga täkkimine ja sellele järgnev metallipuruga töötlemine jt.

Termiliselt töötlemata silinderpindadele lõigatakse harilikult rebenenud keere. Rebenenud keere saadakse vibreeriva teraga lõikamisel. Selleks kinnitatakse tera nii, et ta väljaulatus oleks 100 ... 150 mm, lõikeserv aga detaili teljest 2 ... 5 mm madalamal (sõltuvalt detaili läbimõõdust). Tera teritusnurk plaanis peab olema 55 ... 60° ja esinurk 0 ... 5°. Keerme samm valitakse sõltuvalt detaili läbimõõdust piirides 0,5 ... 1,5 mm, lõikesügavus aga 0,3 ... 0,8 mm. Rebenenud keerme harjad soovitatakse üle rullida (joon. 207). Tuleb arvestada, et rebenenud keere tekitab detailis pingete kontsentratsiooni ja vähendab sellega metalli tugevust. Seepärast võib nimetatud meetodit soovitada küllaldase tugevusvaruga detailide taastamiseks.

Vaba otsaga kaelte ettevalmistamisel treitakse kaela otsa lähedale soon (joon. 208, *a*) või jäetakse ääris (joon. 208, *b*) laiusega



Joon. 207. Keerme profiil:
a — enne rullimist; *b* — pärast rullimist



Joon. 208. Metallituskihi kinnitusviisid kaelte vabadele otstele

mitte alla 1,2...2,5 mm. Kui kirjeldatud viisil ei ole ette valmistada võimalik, treitakse ääris detaili otsale pealesulatatud metallist (joon. 208, *c*). Mõnikord freesitakse kaela otsapoolsele välispinnale sooned (joon. 208, *d*). See kõik soodustab metallituskatte kinnitumist (paksusel üle 1,5 mm), väldib selle lahtitulekut ja murenemist.

Suure kõvadusega detailide silinderpindadele võib kerida traadi ja seejärel töödelda pinda metallipuru joaga. Selleks kasutatakse 0,5...0,7 mm läbimõõduga traati, mis mähitakse detaili pinnale tihedalt ühes kihis. Traadi otsad kinnitatakse väljaspool taastatavat pinda (näiteks elektrikeevitusega, kinnisidumisega jne.). Mähkimise samm on võrdne traadi 2...5-kordse läbimõõduga. Suurem väärtus võetakse pealekantava katte suurema paksuse puhul. Sellisel ettevalmistusel peab katte paksus moodustama vähemalt kaks traadi läbimõõtu. Niiviisi ettevalmistatud detaili pinda metallitatakse seni, kuni kate kinnitab traadi, s. t. traat ei saa lahti lüüa. Siis raiutakse väljaulatuvad otsad ära ja jätkatakse metallitamist nõutava paksusega katte saamiseni. Selline ettevalmistus ei muuda detaili väsimustugevust ja võimaldab taastada detaili metallitamisega korduvalt.

Elektriliselt valmistatakse metallitamiseks ette suure pinnakõvadusega detaile. Detaili töödeldakse elektrierosioonmeetoditega *, kaarleek- või elektrisädepealesulatusega, samuti anood-mehaanilise töötlemisega.

Detaili pindadele kaarleekpealesulatamine seisneb järgmises. Trafo sekundaarmähise üks juhe ühendatakse detailiga, teine aga elektromagnetilise vibraatori elektroodiga. Detaili ja vibreeriva elektroodi vahel tekkiv kaarleek sulatab elektroodi, mille osakesed keevituvad detaili pinnale, tekitades kareduse. Elektroodiks on terastraat У7, У8, У12 või malmvardad. Töötlemisrežiimi muutmisega võib külgekeevitatavate metalliosakeste suurust muuta laiades pii-

* Metallide elektrierosioontöötlemine põhineb elektrilise erosiooni (purustamise) nähtusel, mis on tingitud elektrilahenduste soojuslikust toimest.

rides (0,1 ... 4 mm). Töötlemise režiim: pinge 30 ... 35 V, vool 50 ... 120 A. Väiksemad väärtused võetakse siis, kui on vaja väiksemaid metalliosakesi külge keevitada.

Peale selle meetodi on võimalik sulatada metalli osakesi detaili pinnale elektrisädekalestusaparaadi abil.

Kogemused on näidanud, et detaile saab metallitamiseks ette valmistada ka anood-mehaaniliselt, sellele järgneva töötlemisega metallipuru joaga. Anood-mehaanilisel töötlemisel jäävad detaili pinnale elektrilise erosiooni jäljed — väikesed süvendid, mis tekitavadki kareduse. Kareduse aste sõltub töötlemise režiimist.

Elektriliste ettevalmistusmeetodite eelis seisneb selles, et need alandavad detailide väsimustugevust tunduvalt vähem kui mehaanilised. Pragunenud detailidel tuleb enne metallitamist praod puhastada ja seejärel töödelda metallipuru joaga.

Metallitatud kihi ja detaili vaheline sidestustugevus mitmesuguste ettevalmistusmeetodite puhul on toodud tabelis 23.

Tabel 23

Metallitatud kihi ja detaili vaheline sidestustugevus pinna mitmesuguste ettevalmistusviiside puhul

Detaili pinna ettevalmistamise viis	Sidestustugevus tõmbele kG/cm²
Rebenenud keerme lõikamine	140 ... 260 ja enam
Kaarleekpealesulatamine	60 ... 110
Elektrisädemega töötlemine	50 ... 80
Anood-mehaaniline töötlemine	50 ... 80

Metallitamisele mittekuuluvad pinnad kaetakse kinni paberi, papi või spetsiaalsete lehtterasest katetega. Õliavasid, liistusooni ja keermetatud avasid kaitstakse puitkorkide või -punnidega, mis pärast metallitamist eemaldatakse.

Ajavahemik pinna ettevalmistamise ja metallitamise vahel ei tohi ületada 4 tundi.

Metallituskatte pealekandmine. Detailide silinderpindu metallitatakse treipinkidel, tasapindu — spetsiaalsetes kambrites.

Treipingil kinnitatakse detail padrunisse või tsentrite vahele ja pannakse pöörlema (14 ... 80 p/min). Supordisse kinnitatud metallitusaparaadi pikiettenihe on 1 ... 3 mm/p. Detaili pöörete ja pikiettenihke määramisel lähtutakse tingimusest, et detail ei tohi metallitamisel kuumeneda üle 60 ... 70° C. Kui detail kuumeneb rohkem, tuleb töö pinna jahutamiseks katkestada. Pinda on võimalik jahutada ka suruõhuga. Metallisaator tuleb kinnitada nii, et

Tabel 24

Terastraadiga metallitamise režiimid

Näitajad	Metallitamise liik		
	Gaasi-	Kaar-leek-	Kõrg-sagedus-
Pihusti kaugus metallitatavast pinnast mm	100...150	75...100	100...125
Pinge V	—	25...35	—
Vool A	—	60...80	—
Õhurõhk kG/cm²	4...5	5,5...6	4,0
Atsetüleeni rõhk mm H_2O	Üle 300	—	—
Hapniku rõhk kG/cm²	2,5...3,0	—	—

pihustuskoonuse telg oleks detaili pöörlemisteljest 2 mm madalamal.

Kulumiskindla katte saamiseks kasutatakse terastraati, mis sisaldab 0,8...1,2% süsinikku, liikumatu istuga (pressitavate) detailide taastamiseks aga traati, mis sisaldab 0,1...0,2% süsinikku. Suure kõvadusega kate saadakse traadiga terasest 65ГА (C=0,67%). Et vähendada traadi jäikust, lõõmutatakse teda ahjus temperatuuril 800...900° C, mille järel puhastatakse metallipuru joas tagist. Silindriplokkide ja plokikaante pragusid ja auke metallitatakse tsinktraadiga. Terastraadiga metallitamise soovitatavad režiimid on toodud tabelis 24.

Detaili kulunud pind metallitatakse nimimõõtmeni pluss töötlemisvaru. Treimise töötlemisvaru võetakse 0,5...0,9 mm ja sellele järgnevaks lihvimiseks 0,15...0,20 mm. Kui detaili pärast metallitamist ainult lihvitakse, valitakse töötlemisvaru 0,3... ...0,5 mm.

Detailide töötlemine pärast metallitamist. Detailide metallitatud silinderpindu töödeldakse treipinkidel ja lihvpinkidel, tasapindu — pinkidel või käsitsi.

Detailide metallitatud pindade töötlemisel ei tohi esineda löökkoormusi, mis võib põhjustada metallitatud kihi lahtitulekut. Et treimisel siledat pinda saada, peab tera läbimite arv olema vähemalt kaks. Metallitatud katte lihvimine on sageli raskendatud abrasiivketaste kiire õlitumise pärast, mistõttu tuleb neid sageli teritada. Seepärast töödeldakse metallitatud katet enamasti elektrierosioonmeetodil. Pindade mehaanilisel töötlemisel kasutatakse jahutusvedelikke.

Ülalpool märgiti, et mootori silindriploki ja plokikaane pragusid on võimalik metallitada tsinktraadiga. Metallituskatte tihendamiseks ja jahutussärgi hermeetilisuse tagamiseks tuleb katet ohtralt niisutada. Selleks kastetakse detail veevanni. Metallituskattele annab tiheduse tekkiv tsinkoksiid.

Metallitamisega taastatakse järgmisi detaile: väntvõllide kaelu, poolteldede katete ja käändtelgede laagrikaelu, silindriplokke ja plokikaasi jne.

Allpool on näitena toodud auto ЗИЛ-164 poolteljekatte laagrikaelte taastamise tehnoloogilise protsessi skeem.

1. Treida välise ja sisemise laagri kaelad läbimõõduni $74_{-0,2}$ mm, jättes iga kaela mõlemale otsale 2 mm laiused äärised.
2. Lõigata treitud pindadele rebenenud keere (samm 1 mm).
3. Kaitsta metallitamisele mittekuuluvad pinnad (kaeltevaheline pind, laagrite kinnitusmutri keere). Selleks mähkida nende ümber pappi ja kinnitada see sidumistraadiga.
4. Metallitada välimiste ja sisemiste laagrite kaelad läbimõõduni $76{,}5_{-0,5}$ mm.
5. Lõigata traat läbi ja võtta kaitsekate (papp) ära.
6. Treida välimiste ja sisemiste laagrite kaelad läbimõõduni $75{,}5_{-0,1}$ mm. Lõigata välimise laagri kaela mõlemale otsale faasid $1 \times 45°$. Lõigata sisemise laagri kaelale faasid: katte keermetatud otsa poole $1 \times 45°$ ja teisele poole 3 mm pikkune faas 10° nurga all.
7. Lihvida välimise laagri kael 43 mm pikkuselt ja sisemise laagri kael 92 mm pikkuselt läbimõõduni $75 \overline{-}^{0,030}_{0,060}$ mm.

Metallitamisega saab edukalt parandada valupraaki (poorid, praod jms.), samuti peale kanda antifriktsioon- või korrosioonikindlaid katteid. Antifriktsioonkatetega taastatakse näiteks pliipronksiga kaetud laagriliudade kulunud tööpindu.

Metallitatud antifriktsioonkatte tähtsaim eelis seisneb selles, et seda võib peale kanda erinevatest metallidest, kusjuures komponentide vahekord võib olla ükskõik missugune. Valamisel ei ole see alati võimalik. Seepärast nimetatakse niisuguseid antifriktsioonkatteid pseudosulamiteks.

Korrosioonikindlad katted kantakse harilikult suure gabariidiga detailidele ja konstruktsioonidele. Seda tehakse juhtudel, kui sellist katet ei ole galvaaniliselt võimalik peale kanda (galvaaniliste korrosioonikindlate katete püsivus on tunduvalt suurem). Mõned remondiettevõtted kasutavad metallitamist edukalt bensiiniveokite ja tankimisseadmete detailide kaitsmiseks korrosiooni eest. Sel juhul kasutatakse metallitamiseks tsinki katte paksusega 0,1 ... 0,25 mm.

Metallitamise eelised on järgmised: katte pealekandmisel detail peaaegu ei kuumene; võib pihustada peale mis tahes metalle ja sulameid sõltumata detaili materjalist; katte paksus võib olla kuni 10 ... 15 mm, mis võimaldab taastada tugevasti kulunud pindasid; määrdega töötava metallituskatte kulumiskindlus on suur.

Metallituskatte puudused on: katte haprus ja väike tõmbetugevus; katte tundlikkus löökidele ja tõugetele, mistõttu ei saa lõigata sellele keeret ega hambaid; ettevalmistusoperatsioonid ja metallitamine alandavad väsimustugevust.

§ 41. TÖÖKOHTADE KORRALDAMINE JA OHUTUSTEHNIKA

Töökohtade korraldamine. Seadmestik ja tootmisinventar tuleb paigaldada vastavalt kehtivatele normidele. Tasaste detailide metallitamise töökoht on vaja varustada ventilatsioonikambriga. Kambri kõrvale seatakse veevann silindriplokkide ja teiste detailide niisutamiseks, mille pragusid metallitatakse tsinktraadiga. Metallitamise jaoskonnas peavad olema tööriistade ja seadmete kapid, detailide ja traadi hoidmise riiulid, samuti rullid traadi lahtikerimiseks. Suuregabariidilised taastamisi ootavad ja taastatud detailid on soovitatav asetada spetsiaalselt selleks eraldatud platsidele. Jaoskond peab olema varustatud tõste- ja transpordivahenditega (elektritelferitega konsoolpöördkraanade või pneumotõstukitega jne.).

Aparatuuri ja seadmestiku pisiremondiks tuleb ette näha ka lukksepa töökoht (kruustangidega varustatud lukksepalaud). Kõik torustikud (voolikud) ja kaablid peavad asetsema nii, et nad ei sega töötamist. Käsimetallisaatorid soovitatakse töötamise kergendamiseks riputada spetsiaalsetele seadistele. Metallitamise töökoht seadistatakse pingi ja trafo lülitusnuppude, samuti kontrollmõõteriistadega: manomeetri, ampermeetri ja voltmeetriga. Kõik need seadmed peavad olema paigutatud nii, et töölisel oleks tööd mugav juhtida ja kontrollida. Seadmestik ja seinad peavad olema heledates toonides, nagu kaarkeevituse ja pealesulatamise jaoskondadeski (vt. ptk. 13). Pärast töö lõpetamist tuleb kaablid ja voolikud kokku panna ja asetada neile eraldatud kohale.

Ohutustehnika põhinõuded. Kaarleek- ja gaasimetallitamise kahjulik toime inimese organismile on samasugune nagu keevitamisel ja pealesulatamisel (kiirgus, kahjulike gaaside ja tolmu tekkimine jm.). Seepärast on ka ohutustehnika nõuded antud juhul peaaegu samad mis keevitamisel ja pealesulatamisel. Järgnevalt on toodud ohutustehnika põhinõuded metallitamisel.

Metallitamist võib vaadelda ainult läbi valgusfiltritega prillide. Kui detailide silinderpindu metallitatakse treipinkidel, tuleb kasutada valgusfiltritega kaitseekraane. Sel juhul võib tööline kaitseprille mitte kanda.

Kogu seadmestik peab vastama elektriohutustehnika nõuetele (maandus, isolatsioon jne.). Traat peab poolidest kuni metallisaatorisse sisenemise puksideni asuma isoleermaterjalist torudes. Kategooriliselt on keelatud kõrvaldada metallisaatori rikkeid sisselülitatud voolu korral. Töölised tuleb varustada kummikinnaste ja presentülikondadega. Nende jalgade ali peavad olema puitrestid või kummivaibad.

Metallitamisruum peab olema varustatud läbitõmbeventilatsiooniga, millel on kahjulike aurude, gaaside ja tolmu tekkimise kohtadel, s. o. vahetult metallitamistöökohtade juures, kohtära-

tõmme. Detailide silinderpindade metallitamise töökohtadel peavad ventilatsiooni tõmbelehtrid asetsema metallisaatori pihusti juures.

Metallisaatori töötamisel tekib tugev müra. Seepärast soovitatakse asetada töötamise ajaks pähe spetsiaalsed müravastased kõrvaklapid või sulgeda kõrvad spetsiaalsest kummist (neopreenist) troppidega.

Kaarleekmetallitamisel esinev väsitav müra, ere valgus ja kahjulik ultraviolettkiirgus puudub kõrgsagedusmetallisaatori töötamisel. Viimasel juhul spetsiaalseid kaitseabinõusid ei nõuta. Keelatud on sisse lülitada ja häälestada kõrgsagedusmetallisaatori toiteseadet eemaldatud katete korral.

15. PEATÜKK

GALVAANILISED KATTED

§ 42. ÜLDMÕISTED

Galvaaniliste katetega taastamine seisneb metalli elektrolüütilises sadestamises detaili eelnevalt ettevalmistatud pinnale. Vaatleme selle protsessi olemust. Metalle nimetatakse harilikult esimest liiki elektrijuhtideks, leeliste, hapete ja soolade vesilahuseid aga teist liiki juhtideks ehk elektrolüütideks. Leeliste, hapete ja soolade vees lahustamisel lagunevad nende molekulid elektrilaengut kandvateks aatomiteks või aatomite rühmadeks (ioonideks). Positiivselt laetud ioone nimetatakse katioonideks ja negatiivselt laetuid anioonideks. Keemiliste ühendite lagunemist lahusti (vee) toimel ioonideks nimetatakse elektrolüütiliseks dissotsiatsiooniks. Metallide ja vesiniku ioonid omandavad dissotsieerumisel positiivse laengu (katioonid), happeradikaalide ja hüdroksüülrühmade ioonid aga negatiivse (anioonid).

Metalli elektrolüütiliseks sadestamiseks viiakse elektrolüüti vooluallikaga ühendatud metalljuhid — elektroodid. Vooluallika positiivse poolusega ühendatud elektroodi nimetatakse anoodiks, negatiivse poolusega ühendatud elektroodi aga katoodiks. Voolu sisselülitamisel hakkavad positiivselt laetud ioonid (katioonid) liikuma katoodile, negatiivselt laetud ioonid (anioonid) aga anoodile.

Jõudes katoodi pinnale omandavad katioonid neil puuduvad elektronid, s. o. taastuvad ja muutuvad neutraalseteks aatomiteks või aatomite rühmadeks. Vesinik eraldub seejuures gaasina, metall võib aga soodsate tingimuste korral sadestuda katoodile ja tekitada seal galvaanilise katte. Anoodi pinnani jõudnud anioonid

annavad ära liigsed elektronid ja kaotavad laengu, s. o. hapenduvad ja muutuvad neutraalseteks aatomiteks või aatomite rühmadeks, mis astuvad keemilisse reaktsiooni või eralduvad vabal kujul.

Hapendus- ja taandusprotsessi, mille puhul elektrolüüdi keemiline koostis läbiva voolu toimel elektroodide lähedal muutub, nimetatakse elektrolüüsiks.

Elektrolüüsil, mida teostatakse metallkatte saamise eesmärgil, on katoodiks kaetav ese, anoodiks aga enamasti metallplaadid või vardad. Anoodid võivad olla lahustuvad ja lahustumatud. Lahustuvad valmistatakse samast metallist, mida sadestatakse detailile. Kvantitatiivsest küljest alluvad elektrolüüsi nähtused Faraday' seadustele.

1. Elektroodil eralduva aine kaal G on võrdeline elektrolüüti läbinud elektrihulgaga q, s. o. võrdeline vooluga I ja selle läbimise ajaga t.

$$G = kIt.$$

Tegurit k nimetatakse elektrokeemiliseks ekvivalendiks.

2. Elektrokeemilised ekvivalendid on võrdelised elektrolüüsil eralduvate ainete grammekvivalentidega *.

Praktiliselt on enamikul juhtudel katoodile sadestunud metalli kaal väiksem kui Faraday' seadusega arvutatult. See on tingitud sellest, et elektrolüüsil eraldub katoodi juures peale metalli veel vesinik või toimuvad teised taandusprotsessid (ilma mingisuguste ainete eraldumiseta), millele kulub osa voolust.

Tegelikult saadud metalli kaalu ja Faraday' seaduse alusel arvutatud kaalu protsentuaalset suhet nimetatakse saagiseks voolu järgi.

Voolutiheduseks nimetatakse elektroodide pinna ühikule tulevat voolutugevust. Voolutihedust mõõdetakse amprites ruutdetsimeetrile (A/dm^2). Katoodil tähistatakse voolutihedust D_k ja anoodil D_a.

Üheks galvaaniliste katete kvaliteedile esitatavaks põhinõudeks on metallisadestuse jaotumise ühtlus, s. o. kattekihi ühtlane paksus kogu detaili pinna ulatuses. Tegelikult on kate servadel ja nurkadel märksa paksem kui detaili (katoodi) pinna keskosas. See ebaühtlus sõltub paljudest teguritest, sealhulgas elektrolüüdi koostisest, voolutihedusest, elektroodidevahelisest kaugusest, elektroodide vastastikusest asetusest jm.

Sadestatud metalli paksuse ebaühtlus suureneb katte kandmisel keeruka kujuga detailile (katoodile). Sel juhul tekib anoodi lähedal asuvatel detaili (katoodi) osadel suurim voolutihedus, temast eemal olevatel osadel aga vastupidi — madalaim voolutihe-

* Grammekvivalent on grammide arv, mis on võrdne aatomkaalu ja valentsi jagatisega.

dus. Ühtlase paksusega katteid on võimalik saada mitmel meetodil. Neid meetodeid vaadeldakse allpool.

Elektrolüüdi võimet anda keeruka kujuga katoodidel ühtlase paksusega katet nimetatakse vanni hajutusvõimeks.

Kasutatakse veel terminit «elektrolüüdi kattevõime». «Kattevõime» all mõistetakse elektrolüüdi võimet katta metalliga katoodi pinnal olevaid süvendeid. Sel juhul katte paksuse ühtlust ei arvestata. Tuleb märkida, et mõistel «kattevõime» on väiksem praktiline tähtsus kui hajutusvõimel.

Autoremonditööstuses kasutatakse galvaanilisi katteid detailide kulunud pindade taastamiseks, nende kulumiskindluse tõstmiseks ja kaitse-dekoratiivkatte saamiseks. Kõige enam on levinud kroomimine ja terastamine. Autoremondiettevõtetes kasutatavad vase ja nikli galvaanilised katted (vasetamine ja nikeldamine) ei ole detailide taastamise iseseisvateks meetoditeks, vaid täidavad abiülesandeid.

§ 43. KROOMIMINE, VASETAMINE JA NIKELDAMINE

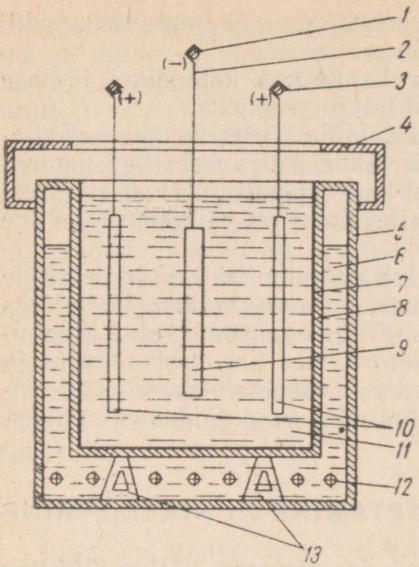
Kroomimine. *Kroomkatte omadused ja otstarve.* Elektrolüütiline kroom, sinaka varjundiga hõbehall metall, paistab silma suure kõvaduse, väikse hõõrdeteguri ning kõrge korrosiooni- ja kulumiskindlusega. Ühtlasi on kroomi sadestused haprad ja märguvad õliga halvasti. Kroomi kõvadus kõigub vahemikus 300 ... 1100 kG/mm^2, sulamistemperatuur on 1750 ... 1800° C, tihedus 6,9 ... 7,1 g/cm^3.

Kroomi värvus ja helk säilivad atmosfääritingimustes kaua. See seletub tema pinnal tekkiva õhukese ja läbipaistva, kuid väga tugeva oksiidikilega. See kile tagab kroomkatte kõrge korrosioonikindluse. Kõrgete temperatuuride mõjul tõuseb kroomi oksüdeeruvus vähe. Alles temperatuuril üle 400° C ilmuvad katte pinnale hõõgvärvused. Kroom on mitmete keemiliste ühendite (väävelvesiniku ja vääveldioksiidi, leeliste lahuste, lämmastikhappe, orgaaniliste hapete jt.) suhtes korrosioonikindel. Soolhappes ja kuumas kontsentreeritud väävelhappes lahustub kroom energiliselt.

Kroomi elektrolüütilistes sadestustes on tavaliselt peened praokesed, mis muudavad kroomkatte poorseks. Niiskes õhus või teistes happelistes keskkondades moodustavad terasele kantud kroomkatted galvaanilise paari teras—kroom, milles kroom on katoodiks, teras aga anoodiks. Seepärast peavad kroomist kaitsekatted olema pooridеta. Vastasel juhul kroomitud terasdetail korrodeeruks.

Detaili hoolikal ettevalmistamisel ja ettenähtud kroomimisrežiimist kinnipidamisel sidestub elektrolüütiline kroom hästi terase, nikli, vase ja selle sulamitega.

Otstarbelt jagunevad kroomkatted kulumiskindlaiks (kõvad) ja kaitse-dekoratiivkateteks. Kulumiskindlaid katteid kasutatakse detailide kulunud pindade taastamiseks, samuti detailide ja tööriistade kulumiskindluse tõstmiseks tööea (vastupidavuse) pikenda-



Joon. 209. Kroomimisvanni skeem:
1 — katoodvarras; *2* — riputusseadis; *3* — anoodvarras; *4* — ventilatsiooni külgäratõmme; *5* — vanni kest; *6* — vesi; *7* — vanni vooder; *8* — vanni kere; *9* — katood (detail); *10* — anood (pliiplaadid); *11* — elektrolüüt; *12* — soojendid; *13* — toed

mise eesmärgil. Kulumiskindlaid kroomkatteid on kahte liiki: siledaid ja poorseid *. Viimased kantakse kõrgete erikoormuste ja piirhõõrdumise tingimustes töötavatele detailidele: mootori silindritele, kolvisõrmedele jt. Kaitse-dekoratiivkatted on vastupidavad. Neid kasutatakse detailide kaitsmiseks korrosiooni eest ja neile meeldiva välisilme andmiseks.

Seadmestik. Detailide galvaaniliseks katmiseks ettevalmistamisel kasutatakse spetsiaalseid poleerlihvpinke ja lihvimismasinaid (katte pealekandmise tehnoloogiat vaadeldakse allpool).

Detaile kroomitakse vannides (joon. 209). Vanni kere kujutab endast 4...6 mm paksusest lehtterasest keevitatud täisnurkset paaki. Kere on asetatud teise terasest keevitatud paaki, mis on kestaks. Vanni kere ja kesta vaheline ruum on täidetud veega, mille ülesandeks on elektrolüüti ühtlaselt kuumutada ja hoida selle temperatuur ettenähtud piirides. Kestas asuvat vett kuumutatakse auru või elektriga. Et kaitsta vanni sisepinda elektrolüüdi agressiivse toime eest, kaetakse (vooderdatakse) see elektrolüütide suhtes keemiliselt püsiva ja küllaldast mehaanilist tugevust omava materjaliga. Selleks võib olla vinüülplast, asbestvinüül, spetsiaalse kitiga kinnitatud happekindlad plaadid jms.

Kroomimisel kasutatakse pliist või plii ja 6% antimoni sulamist koosnevaid lahustumatuid anoode. Katoodiks on kaetav detail.

---

* Siinkohal peetakse silmas septsiaalselt tekitatavat poorsust, mitte aga kroomkatte loomulikku poorsust.

Keemilise ja elektrokeemilise dekapeerimise (söövitamise) vannid keevitatakse 3...4 mm paksusest lehtterasest ja vooderdatakse seestpoolt vulkaniseeritud kummiga. Elektrokeemilise dekapeerimise vannid erinevad keemilise dekapeerimise vannidest anood- ja katoodvarraste olemasolu poolest.

Leeliseliste lahuste vannid keemiliseks ja elektrokeemiliseks rasvatustamiseks keevitatakse samuti kokku lehtterasest. Spetsiaalset vooderdust need ei vaja. Lahuse kuumutamiseks monteeritakse vanni siugtorud, millest lastakse läbi auru või kuuma vett. Soojuskadude vähendamiseks soovitatakse katta vannid väljastpoolt soojusisolatsioonimaterjaliga. Elektrokeemilise rasvatustamise vannid erinevad keemilise rasvatustamise vannidest anood- ja katoodvarraste olemasolu poolest.

Kahjulike aurude eemaldamiseks on kroomimise, dekapeerimise (söövitamise) ja rasvatustamise vannide servades tõmbepilud. Pesemisvannid kujutavad endast harilikke täisnurkseid terasest keevitatud anumaid. Vannide mõõtmed valitakse sõltuvalt kroomitavate detailide gabariitmõõtmetest ja hulgast. Korrosiooni vältimiseks värvitakse nende välispind happekindla lakiga. Kõik vannid, millesse juhitakse elektrivool, asetatakse isolaatorjtele (et vältida voolu kadu ja mitte rikkuda elektrolüüsi režiimi), ülejäänud aga metallalustele.

Detailide kroomimiseelseks rasvatustamiseks on võimalik kasutada ultraheliseadmeid.

Galvaaniliste vannide alalisvooluga toitmiseks kasutatakse madalpingeagregaate (mootor-generaatoreid) või alaldeid. Mootor-generaatorid võivad olla mitmesuguse võimsusega. Nende pinge on 6/12 V ja vool 250...1000 A. Tavaliselt kasutatakse seleenalaldeid. Neid on lihtne hooldada, nad töötavad müratult ja on väikeste gabariitmõõtmetega. Alaldatud pinge on 6...25 V, vool 200 kuni 1000 A.

Üsna perspektiivne on germaaniumalaldite rakendamine. Neil on kõrgem kasutegur (95...97%) ja väiksemad mõõtmed kui seleenalalditel.

Tehnoloogiline protsess. Vaatamata kroomkatete mitmekesisusele (sile ja poorne, kulumiskindel, kaitse-dekoratiivne) on nende pealekandmise tehnoloogilisel protsessil palju ühist. Kroomimise tehnoloogilise protsessi saab jagada kolme staadiumi: detailide ettevalmistamine, katmine ja töötlemine pärast katmist.

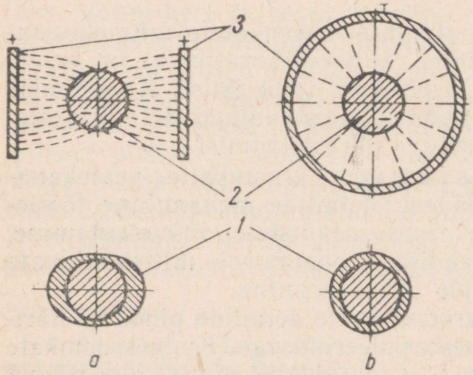
Detailide ettevalmistamine kroomkatte pealekandmiseks koosneb järgmistest töödest: detailide mehaaniline töötlemine, detailide monteerimine riputusseadistele, rasvatustamine, pesemine, detailide ja riputusseadiste kroomimisele mittekuuluvate kohtade isoleerimine ja detailide dekapeerimine.

Mehaaniliselt töödeldakse kroomitavate detailide pindasid harilikult lihvimise ja sellele järgneva poleerimisega. Kuna kroomkate jäljendab hästi kõiki ebatasasusi, ei tohi detaili pinnal olla pärast

mehaanilist töötlemist pragusid ega kriimustusi. Kulumiskindlal kroomimisel peab kaetav pind olema õige geomeetrilise kuju ja nõutava siledusega (9. klass ГОСТ 2789-59 järgi). Enne kaitse-dekoratiivkroomimist tuleb detaili pinda hoolikalt poleerida. See on vajalik väikeste ebatasasuste silumiseks ja läikiva peegelpinna saamiseks. Kui kroomitavale pinnale on kantud eelnevalt vase- või niklikiht, poleeritakse see samuti. Detaile lihvitakse harilikel lihvpinkidel, poleeritakse aga selleks spetsiaalselt ettenähtud poleerlihvpinkidel. Poleeritakse vildist või riidest (purjeriidest, presendist, bjassist, flanellist ja teistest sellistest materjalidest) ketastega.

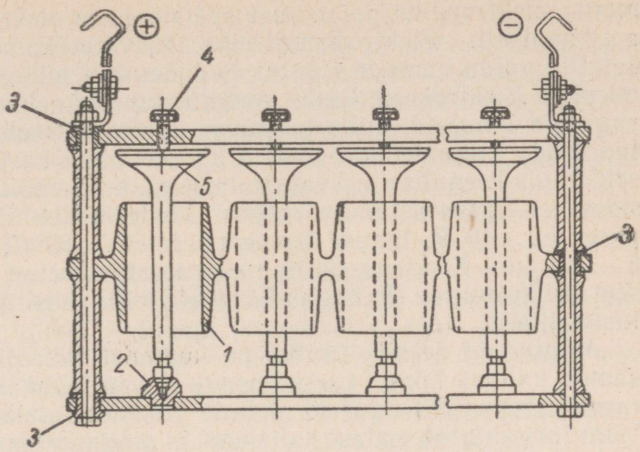
Kroomimisvannid on väikese hajutusvõimega. Seetõttu on ühtlase kroomikihi saamiseks vaja, et katoodi (detaili) ja anoodi pindade vahe oleks kõikjal ühesugune, sest sellest sõltub ka voolutiheduse ühtlus kroomitavatel pindadel. Keeruka kujuga detailide kroomimisel kasutatakse ühtlase paksusega sadestuse saamiseks sageli anoode, mille kuju vastab kroomitava pinna kujule. Anoodide ja kroomitava detaili vastastikuse asendi mõju kroomisadestuse ühtlusele on näidatud joonisel 210. Jõujoonte kontsentreerumise tõttu saadakse tasaste anoodide poolsel pinnal suurima paksusega kroomikiht (joon. 210, *a*) ja detaili pind on pärast ovaalne. Detaili silinderpinnaga kontsentrilise anoodi korral (joon. 210, *b*) jagunevad jõujooned ühtlaselt, saadakse ühesuguse paksusega kroomikiht ja detaili pind jääb pärast kroomimist silindriliseks.

Anoodide nõutav asend kroomitavate detailide suhtes tagatakse kroomimisvannis spetsiaalsete riputusseadistega. Nende konstruktsioon peab tagama detaili tugeva kinnituse, hea elektrilise kontakti, samuti detailide lihtsa montaaži ja demontaaži. Riputusseadiste voolujuhtivate osade ristlõige peab olema arvutatud nõutavale voolutugevusele selliselt, et nad tunduvalt ei kuumeneks. Väikeste detailide jaoks soovitatakse riputusseadised teha mitmekohalistena (joon. 211). Detailid peavad olema riputatud selliselt, et nad üksteist ei varjaks ja et katoodil tekkivad gaasid hõlpsasti eemalduk-



Joon. 210. Anoodide ja kroomitava detaili vastastikuse asendi mõju kroomkatte ühtlusele:

a — kahe tasapinnalise anoodi korral; *b* — silindrilise anoodi korral; *1* — kroomkatte kontuur; *2* — kroomitav detail; *3* — pliianoodid



Joon. 211. Mitmekohaline riputusseadis klapisäärte kroomimiseks:
1 — anood; *2* — pesa; *3* — isoleerpuksid; *4* — klapi kinnitamise kruvi; *5* — klapp (katood)

sid. Viimase tingimuse täitmiseks tuleb silindrilised detailid riputada vanni vertikaalselt. Vanni riputamiseks kasutatakse sageli detailide keermetatud avasid või keermetatud otsakaelu. Selleks valmistatakse tugevad keermega konksud (keermetatud avadega detailide jaoks) või keevitatakse konksude külge kübarmutrid (keermetatud kaeltega detailide jaoks).

Kui detailid on monteeritud riputusseadistele, rasvatustatakse neid orgaaniliste lahustitega (bensiin, süsiniktetrakloriid jt.), keemiliste pesemisvahenditega või ultraheli abil. Neid meetodeid on üksikasjalikult vaadeldud 5. peatükis.

Peale loetletud rasvatustamise meetodite kasutatakse galvaaniliseks katmiseks ettevalmistamisel laialdaselt elektrokeemilist rasvatustamist. See seisneb järgmises. Detailid riputatakse leelislahusega vanni katoodvardale. Anoodideks on vähese süsinikusisaldusega terasest või niklist plaadid. Alalisvoolu toimel algab elektrolüüs ja katoodil eraldub intensiivselt gaasi- (vesiniku-) mulle, mis rebivadki rasvakile detaili pinnalt. Elektrokeemilise rasvatustamisega kaasneb rasvade seebistumine ja emulgeerumine. Katoodil eralduval vesinikul on ka negatiivne toime. Osa vesinikku tungib töödeldavasse detaili ja muudab selle hapraks. Peale selle on vesiniku tungimine detaili pinda üheks põhjuseks, miks kroomkate detailiga hästi ei sidestu. Vesiniku kahjuliku toime vältimiseks rasvatustatakse detaile esialgu katoodil (5 . . . 8 min), siis aga anoodil (1 . . . 2 min). Detailide polaarsust muudetakse kahepoolse vinnaklülitiga. Kaasaegne galvaaniliste vannide seadmestik võimaldab

muuta elektroodide polaarsust spetsiaalsete elektronseadmete abil automaatselt. Elektrokeemiliseks rasvatustamiseks riputatakse detailid vanni samade riputusseadiste abil kui galvaanilisel katmiselgi. Elektrokeemiliseks rasvatustamiseks kasutatakse mitmesuguseid lahuseid, mille koostisse kuuluvad seebikivi, kaltsineeritud sooda, trinaatriumfosfaat jt. On võimalik kasutada samu lahuseid mida keemilisel rasvatustamiselgi, kuid väiksema kontsentratsiooniga. Rasvatustamise režiim: voolutihedus $D_k = 3 \ldots 8$ A/dm², pinge 6 ... 10 V, lahuse temperatuur 60 ... 80° C, protsessi kestus 5 ... 10 min. Elektrokeemiline rasvatustamine on märksa efektiivsem kui keemiline. Ta tagab kõrgema tootlikkuse ja parema puhastuskvaliteedi.

Mõningaid detaile (millel on kummist või plastmassist osad, samuti kaitsva lakiga kaetud osad) ei tohi kuumades leelislahustes rasvatustada. Niisuguseid detaile rasvatustatakse viini lubjaga. Viini lubi kujutab endast kaltsium- ja magneesiumoksiidi segu, mis on segatud vees pudruks. Rasvatustamiseks hõõrutakse viini lubi detaili pinnale pintsliga.

Pärast rasvatustamist pestakse detailid hoolikalt veega puhtaks. Tuleb arvestada, et veega pesemine kuulub detailide ettevalmistusoperatsioonide hulka. Pestakse aga ka pärast metalli sadestamist. Kuuma ja külma veega pesemise eesmärgiks on eemaldada detailide pindadelt happeliste ja aluseliste lahuste jäägid, mis võiksid galvaanilisi vanne saastata.

Sõltumata rakendatavast puhastusmeetodist on hea rasvatustamise tunnuseks detailide pinna täielik märgumine veega. Kui vesi koguneb pärast pesemist detailile piiskadena, loetakse rasvatustamine puudulikuks.

Pärast rasvatustamist ja veega pesemist kaetakse detailide ja seadiste kroomimisele mittekuuluvad osad isoleerlakiga. Soovitatakse tsapoonlakki (atsetoonis lahustatud tselluloidi), emailiiti või perkloorvinüüllakki. Lakki kantakse peale pintsliga 2 ... 3 kihti. Enne uue kihi pealekandmist peab eelmine kiht olema kuivanud. Kahe-kolme lakikihiga detaile kuivatatakse 2 ... 3 tundi kuivatuskapis temperatuuril 40 ... 60° C. Detailide isoleerimiseks kasutatakse ka plastikaati, tselluloidi, õhukest pliiplekki, kloorvinüültorukesi jm.

Detailide ettevalmistamise lõppoperatsiooniks on dekapeerimine, mida tehakse elektrokeemiliselt või keemiliselt. Dekapeerimiseks nimetatakse detailide pindadele tekkinud õhukeste oksiidikilede eemaldamist. Depakeerimisel toimub metalli pindmise kihi kerge söövitus ja ilmub nähtavale kristallstruktuur. See soodustab katte tugevat sidestumist alusega. Detaile dekapeeritakse vahetult enne kroomimisvanni laadimist. Keemilisel dekapeerimisel kastetakse detailid 15 ... 20 sekundiks nõrka (5 ... 7%) soolhappe- või väävelhappelahusesse või nende lahuste segusse ja pestakse seejärel külma voolava veega. Elektrokeemiline dekapeerimine on tõhusam kui kee-

miline. Seda tehakse vahetult kroomimisvannis või spetsiaalses kroomelektrolüüdi vannis. Töödeldav detail on anoodiks, pliiplaat aga katoodiks. Voolutihedus $D_a = 5 \ldots 10$ A/dm². Protsess kestab 30 ... 60 s. Pärast kroomelektrolüüdis anooddekapeerimist detaile veega ei pesta, vaid asetatakse kohe kroomimisvanni.

Kroomkatte pealekandmine koosneb detailide vanni asetamisest, ettenähtud režiimidel vannis hoidmisest ja väljavõtmisest. Vannis hoidmise aeg sõltub nõutavast katte paksusest. Kulumiskindlad kroomkatted kantakse vahetult detaili pinnale, s. o. aluskihti ei kasutata ja kroomimine on ühekihiline.

Kaitse-dekoratiivkroomimisel tehakse detaili pinnakate mitmekihiline: vask — nikkel — kroom või nikkel — vask — nikkel — kroom. Seda põhjustab asjaolu, et ühekihiline kate on poorne ega kaitse põhimetalli kindlalt korrosiooni eest.

Riputusseadistele kinnitatud detailid asetatakse kroomimisvanni, riputatakse katoodvardale ja hoitakse soojendamise eesmärgil 3 ... 5 minutit elektrolüüdis (ilma vooluta). Detailide soojendamine elektrolüüdi temperatuurini vähendab kroomkatte sisepingeid. Seejärel lülitatakse vool sisse. Vool peab olema esialgu 1,5 korda tugevam kui tehnoloogiline protsess ette näeb. 1 ... 2 minuti pärast vähendatakse vool normaalseni. «Voolutõuge» sadestab kroomi algul keeruka kujuga detaili süvendites. Nagu märgitud, kasutatakse kroomimisel lahustumatuid elektroode. Nendega töötamisel on vaja elektrolüüti sageli korrigeerida, s. t. elektrolüüsil eralduvat kroomi pidevalt asendada. Anoodide pind peab olema kroomitavast pinnast 1,5 ... 2 korda suurem. Kroomimise lõppemisel vool katkestatakse ja riputusseadised võetakse koos detailidega vannist välja.

Kroomimiseks kasutatakse kõige sagedamini kahe komponendi, kroomtrioksiidi (CrO_3) ja väävelhappe (H_2SO_4) vesilahusest koosnevat elektrolüüti. Elektrolüütide koostised ja vannide töörežiimid on toodud tabelis 25. Kroomoksiidi kontsentratsioon võib elektrolüüdis

Tabel 25

Kroomimisvanni töörežiimid ja elektrolüüdi koostised sõltuvalt katte otstarbest

Katte otstarve	Elektrolüüti 1 l vee kohta		Kroomimisrežiim	
	kroomtrioksiid (CrO_3)	väävelhape (H_2SO_4)	voolutihedus A/dm²	elektrolüüdi temperatuur °C
Kulumiskindel . . .	150 ... 180	1,5 ... 1,8	35 ... 100	55 ... 70
Kaitse-dekoratiivne ja kulumiskindel . . .	230 ... 260	2,3 ... 2,6	30 ... 45	53 ... 55
Kaitse-dekoratiivne .	350 ... 400	3,5 ... 4,0	45 ... 55	10 ... 20

olla mitmesugune. Kvaliteetse katte saamiseks peab kroomoksiidi suhe väävelhappega olema elektrolüüdis 100 : 1. Elektrolüüdi koostisest mittekinnipidamine vähendab protsessi tootlikkust (kroomi saagist voolu järgi).

Kroomimisvannide tööd mõjutab eriti voolutihedus ja elektrolüüdi temperatuur. Seejuures on mõlemad tegurid teineteisest sõltuvad. Ühe muutumisel on vaja muuta ka teist. Etteantud voolutiheduse korral tohib kroomimise temperatuur kõikuda 1 ... 2°. Eesrindlike autoremonditehaste galvaanikaosakondades kasutatakse spetsiaalseid seadmeid, mis võimaldavad elektrolüüdi temperatuuri ja voolutihedust automaatselt kontrollida ja reguleerida, temperatuuri täpsusega ±1° ja voolutihedust täpsusega ±5 A/dm².

Katted jagatakse tinglikult järgmisteks liikideks: piimjad, läikivad ja matid. Piimjad katted saadakse elektrolüüdi temperatuuri puhul 65° C ja üle selle ning suhteliselt madalatel voolutihedustel. Selliste katete kõvadus on *HB* 250 ... 750, nad on plastilised ja nende õhukestes kihtides ei ole pragude võrgustikku. Läikivad katted tekivad elektrolüüdi temperatuuril 45 ... 60° C ja keskmistel voolutihedustel. Nende kõvadus on *HB* 750 ... 900 ja pragude võrgustik märgatav (poorsed). Matid katted saadakse kõrge voolutiheduse ja suhteliselt madala temperatuuri korral, nad on kõvad, haprad ja pragude võrgustikuga. Tuleb märkida, et ühes ja samas elektrolüüdis võib saada mitmesuguseid kroomkatteid ainuüksi elektrolüüsi režiimi muutmisega. Kaitse-dekoratiivkatte paksus on 0,001 ... 0,002 mm, kulumiskindlal — 0,4 ... 0,5 mm. Suurema paksusega sadestused ei ole kvaliteetsed.

Kroomimise elektrolüütidel (vt. tabel 25) on rida puudusi: metalli madal saagis voolu järgi (12 ... 16%), sadestatava kihi piiratud paksus (mitte üle 0,5 mm), koostise ebapüsivusest tulenev sagedane elektrolüüdi korrigeerimise vajadus. Seepärast pakub suurt huvi nn. «isereguleeruv» elektrolüüt, mis on nimetatud puudustest vaba.

Isereguleeruvaid elektrolüüte kasutatakse edukalt detailide kroomimiseks autoremonditehastes.

Isereguleeriva elektrolüüdi koostis

(g ühe liitri vee kohta)

Kroomtrioksiid CrO_3	250
Strontsiumsulfaat $SrSO_4$	6
Kaaliumfluorosilikaat K_2SiF_6	20

Vanni optimaalne töörežiim: temperatuur 55 ... 65° C, voolutihedus $D_k = 60 ... 90$ A/dm².

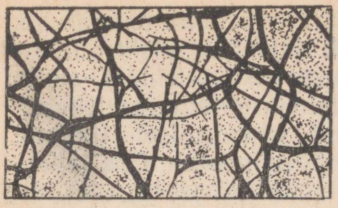
Elektrolüüdi isereguleerumise põhimõte seisneb selles, et SO_4-ioonid eralduvad elektrolüüdis mitte väävelhappest (nagu harilikus elektrolüüdis), vaid raskesti lahustuva strontsiumsulfaadi ($SrSO_4$) sooladest. Et osa soola asuks lahuses dissotsieerunud

ioonidena, osa aga tahkes olekus vanni põhjas, võetakse teda liiaga. Kuna vanni põhjas olevate soolade jääk lahustub elektrolüüdis (vanni töötemperatuuril võimalikes lahustuvuse piirides) säilib elektrolüüdi koostis ja vajalik kontsentratsioon automaatselt muutumatuna. Kroomoksiidi kontsentratsiooni vähenemisel (kroomi sadestumise tõttu detailile) toimub vastupidine nähtus. Osa lahustunud sooladest langeb tahke sadestusena vanni põhja, tagades sellega elektrolüüdi komponentide püsiva kontsentratsiooni. Sellise elektrolüüdi kasutamisel ei saa rakendada pliianoode, sest need söövituvad tugevalt. Samal põhjusel ei tohi kasutada pliid vanni vooderduseks. Kogemused on näidanud, et parimaks anoodide materjaliks on tina-pliijoodis ПОС40. Isereguleeruva elektrolüüdiga kroomimisvanne soovitatakse vooderdada diabaastsemendiga, mis on kaetud perklorovinüüllakiga või 2 ... 3 mm paksuse kuumuskindla plastikaadiga. Häid tulemusi saadakse 10 ... 12 mm paksusest roostekindlast lehtterasest mark X18H9T valmistatud vannides. Sel juhul ei ole vanni sisepinda vaja vooderdada.

Isereguleeruval elektrolüüdil on järgmised eelised. Tootlikkus on kaks korda suurem kui harilikul, kõrge saagis voolu järgi (18 ... 22%), on võimalik sadestada kuni 1,5 mm paksust kroomkatet, on võimalik kroomida varem kroomitud detaile (kroom kroomile), elektrolüüdi koostis on püsiv ja seetõttu ei ole seda vaja sageli korrigeerida, ettenähtud temperatuurirežiimist tohib rohkem kõrvale kalduda kui harilıku elektrolüüdi puhul (kuni ±5° C). Isereguleeruva elektrolüüdiga saadud kroomkatte maksumus on muudel võrdsetel tingimustel 30% madalam kui harilikult. Isereguleeruva ja tavalise elektrolüüdi hajutus- ja kattevõime on peaaegu ühesugused. Isereguleeruvate elektrolüütide nimetatud eeliste põhjal võib neid soovitada kulumiskindlaks kroomimiseks.

Kroomkate märgub halvasti õlidega. Seetõttu ei taga sileda kroomiga kaetud ning puudulikes õlitustingimustes, kõrgetel erisurvetel ja temperatuuridel töötavad detailid (ülemised kolvirõngad, silindrid, kolvisõrmed) alati vajalikku töökindlust. Tekib kuiv või poolkuiv hõõrdumine, mille tagajärjel ilmuvad detailide pinnale marrastused ja teised vigastused. Märgitud puuduste vältimiseks muudetakse kroomkate poorseks.

Poorne kroomkate saadakse 0,15 mm paksuse sileda kroomi (harilikult läikivate sadestuste) anoodtöötlemisel (detailid on anoodiks, pliiplaadid aga katoodiks). Seejuures sileda kroomkatte pinnal olevad mikroskoopilised kanalid ja praod suurenevad, tekitades kroomkatte pealmises kihis 0,04 ... 0,06 mm sügavusi poore (joon. 212). Järelikult koosneb poorne kroomkate kahest kihist: alumisest — siledast ja pealmisest — poorsest. Kogemused on näidanud, et poorse kroomiga kaetud pind hoiab hästi määret, töötab end kergelt sisse ja pikendab tunduvalt detaili tööiga. Pärast poorse kihi kulumist jätkub detaili töötamine hõõrdumise tingimustes täiesti rahuldavalt. Arvatakse, et poorne kiht on vajalik ainult pindade



Joon. 212. Poorne kroomkate. Suurendatud 100 korda

sissetöötamise perioodil. Poorse struktuuriga kroomkate saadakse detailide anoodtöötlemisel (söövitamisel) sama koostisega elektrolüüdi vannis, mida kasutatakse siledaks kroomimiseks. Voolutihedus $D_a = 40 \ldots 50$ A/dm², elektrolüüdi temperatuur 50 . . . 60° C, töötlemise kestus 5 . . . 10 min.

Detailide töötlemine pärast kroomkatte pealekandmist koosneb järgmistest operatsioonidest: detailide ja riputusseadiste pesemine esialgu seisvas, siis aga külmas ja kuumas voolavas vees; detailide demonteerimine riputusseadistelt ja isolatsiooni eemaldamine; detailide termiline töötlemine (vesiniku ärastamine), nende kontrollimine ja lõplik mehaaniline töötlemine nõutavate mõõtmete ja pinnasileduse saamiseni. Vaatleme üksikuid operatsioone.

Detaile ja riputusseadiseid pestakse seisvas vees kohe pärast vannist väljavõtmist. See on vajalik neile jäänud elektrolüüdi jääkide kogumiseks. Pesuvett kasutatakse elektrolüütide korrigeerimisel vannide täitmiseks. Detailide ja riputusseadiste pesemine kuuma veega kiirendab nende kuivamist.

Termiline töötlemine seisneb detailide 2 . . . 3-tunnises kuumutamises õlivannis või kuivatuskapis temperatuuril 150 . . . 200° C. See operatsioon sooritatakse vesiniku eemaldamiseks kroomkattest ja detailide hapruse kõrvaldamiseks.

Pärast termilist töötlemist kontrollitakse katet väliselt palja silmaga või 10-kordse suurendusega luubi abil. Laiguline ja vöödiline sadestus, tumedate kohtade olemasolu, katmata kohad, koorumine ja teised defektid on lubamatud. Poorseid katteid võrreldakse pärast ülevaatust luubi abil etaloonnäidistega. Peale selle kontrollitakse kroomkatte ja põhimetalli vahelist sidestustugevust. Katte sidestustugevuse hindamiseks on palju erinevaid meetodeid. Praktikas on kõige enam levinud järgmised.

1. Detaili kroomitud pinnale kantakse terastera abil vaba käega rida üksteisega ristuvaid vagusid sellise arvestusega, et nende sügavus ulatuks põhimetallini. Vagude arvu ja nendevahelist kaugust ei piirata. Kui kate ei tule vagude ristumiskohtades lahti ega narmendu, loetakse sidestus põhimetalliga heaks.

2. Osa katet lihvitakse abrasiivketta abil detaili pinnalt maha. Pärast seda ei tohi kattekihil olla rebenenud servi ega esineda koorumist.

3. Kui detail on valmistatud lehtmaterjalist, painutatakse kroo-

mitud näidist mitu korda 90° või 180° nurga alla kuni murdumiseni. Sidestumine loetakse heaks, kui katte ja põhimetalli vaheline tugev side säilis 95% ulatuses murdekoha pikkusest.

Sageli kasutatakse sidestustugevuse hindamiseks teatud kõrgusest vabalt langevat löökurit. Löögi tagajärjel ei tohi kate lahti tulla.

Kui kroomkate ei osutu kontrollimisel kvaliteetseks, eemaldatakse ta täielikult ja kroomimist korratakse algusest peale. Kroomkate eemaldatakse detaililt rasvatustamise vannis elektrokeemiliselt. Detail riputatakse vanni anoodina, katoodiks on aga terasplaat. Voolutihedus $D_a = 10 \ldots 20$ A/dm², seebikivi kontsentratsioon 5 ... 10%, lahuse temperatuur — tubane. Katet võib eemaldada ka 5 ... 20-protsendilises soolhappe lahuses.

Detailide mehaaniline töötlemine seisneb lihvimises või lihvimises koos järgneva poleerimisega. Poorse kroomiga kaetud detaile viimistletakse plankurite ja pastadega või hoonitakse. Pärast mehaanilist töötlemist eemaldatakse abrasiivosakeste jäätmed katte pooridest detailide pesemisega bensiinis, soodalahuses või vesiemulsioonides. Pestud detaile kuivatatakse suruõhuga.

Vaatleme kulumiskindla kroomimise tehnoloogilise protsessi skeemi.

1. Detaili pinna mehaaniline töötlemine.
2. Detaili pinna puhastamine poleer-lihvpingil.
3. Detaili monteerimine riputusseadisele.
4. Keemiline või elektrokeemiline rasvatustamine.
5. Pesemine sooja voolava veega.
6. Pesemine külma voolava veega.
7. Detaili ja seadise katmisele mittekuuluvate kohtade isoleerimine.
8. Dekapeerimine.
9. Pesemine külma voolava veega.
10. Kroomkatte pealekandmine.
11. Pesemine külmas seisvas vees (elektrolüüdi kogumiseks).
12. Pesemine külma voolava veega.
13. Pesemine kuuma voolava veega.
14. Detaili demonteerimine riputusseadiselt.
15. Detaili termiline töötlemine (vesiniku ärastamine).
16. Katte kvaliteedi kontrollimine.
17. Mehaaniline töötlemine.
18. Mõõtmete ja pinnasileduse lõplik kontrollimine.

Märkus. Poorse katte saamiseks peab pärast sileda kroomikihi pealekandmist (operatsioon 10) olema ette nähtud anoodtöötlemine (söövitamine).

Kroomimisega taastatakse võllide kulunud laagrikaelu, käändtelgede kaelu, mootorite klappide ja tõukurite sääri ja teisi detaile. Laialdaselt kasutatakse kroomimist veel kulunud mõõteriistade (harkide, kaliibrite, šabloonide jt.) ja rakiste detailide taastamiseks. Kaitse-dekoratiivkatet kasutatakse kaitseraudadel, laternavõrudel, raamidel, mitmesugustel dekoratiivkatetel, armatuuri detailidel ning teistel sõiduautode ja autobusside detailidel.

Kokku võttes tuleb märkida, et kroomkate tagab detailide kõrge kulumiskindluse (kõrgema kui uutel detailidel). Siiski protsessi, eriti ettevalmistusoperatsioonide, pikkuse ja suhtelise keerukuse, kõrge maksumuse, samuti kasutatavate materjalide defitsiitsuse tõttu on selle tehnilis-majanduslik efektiivsus kõrge ainult suure tootmisprogrammi korral.

Vasetamine. Vask on heade plastiliste omadustega suhteliselt pehme metall. Atmosfääritingimustes ta oksüdeerub kergesti.

Vasetamist detailide iseseisva taastamisviisina ei kasutata. Autoremonditööstuses rakendatakse seda protsessi kaitse-dekoratiivkroomimise aluskihi saamiseks, samuti üksikute tsementiitimisele mittekuuluvate detailiosade kaitsmiseks. Esimesel juhul moodustab kihi paksus 0,003 ... 0,04, teisel — 0,02 ... 0,04 mm. Vaskaluskiht vähendab nikli- ja kroomikulu ning mitmekihilise katte poorsust. Selle kasutamine vähendab ka ettevalmistustööde mahtu, sest vaske on kerge poleerida.

Vaskkatted kantakse peale hapudes ja tsüaanelektrolüütides. Tsüaanelektrolüüte autoremondiettevõtetes peaaegu ei kasutata, sest nende koostisse kuuluv tsüaannaatrium või tsüaankaalium on tugevaimad ja väga ohtlikud mürgid. Nendega töötamine nõuab erilist ettevaatust ja spetsiaalseid tingimusi.

Vasetamiseks kasutatakse keevitatud terasvanne, mis on seestpoolt vooderdatud happekindlate materjalidega (vinüülplastiga, asbestvinüüliga jms.). Kaetavad detailid riputatakse katoodile. Anoodiks on elektrolüütilisest katoodvasest plaadid.

Kõige enam on levinud järgmise koostisega väävelhapu elektrolüüt (g 1 liitri vee kohta):

Vasksulfaat-5-vesi (vaskvitriol) $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	200 ... 250
Väävelhape H_2SO_4	50 ... 75

Töörežiim: voolutihedus $D_k = 2 \ldots 4$ A/dm², elektrolüüdi temperatuur 15 ... 25° C.

Mõnikord lisatakse vaskkatte kvaliteedi parendamiseks elektrolüüdile etüülpiiritust või fenooli koguses 1 g liitri kohta.

Väävelhapud elektrolüüdid paistavad silma lihtsa koostisega, on töötamisel püsivad ja suhteliselt odavad. Kuid neil on ka olulisi puudusi. Vahetult terasdetailile sadestatud vase kiht sidestub põhimetalliga nõrgalt. Nendes elektrolüütides tuleb enne terasdetailide vasetamist sadestada detaili pinnale kiht niklit või vaske tsüaanelektrolüüdis, mis tagab hea sidestuse põhimetalliga.

Vase vahetuks sadestamiseks terasdetailidele kasutatakse järgmise koostisega pürofosforelektrolüüti (g 1 liitri vee kohta):

Naatriumpürofosfaat $Na_4P_2O_7$	140
Vasksulfaat-5-vesi $CuSO_4 \cdot 5H_2O$	35
Dinaatriumvesinikfosfaat $Na_2HPO_4 \cdot 12H_2O$	95

Tööreżiim: voolutihedus $D_k = 0{,}5 \ldots 1$ A/dm², lahuse temperatuur 20 ... 35° C.

5 minutit pärast elektrolüüsi algust on soovitatav segada elektrolüüti suruõhuga. Vasekihi paremaks sidestamiseks põhimetalliga soovitatakse viia esialgne anoodtöötlemine läbi toatemperatuuril naatriumpürofosfaadi lahuses (kontsentratsioon 90 g/l) voolutihedusega $D_a = 5 \ldots 6$ A/dm². Töötlemine kestab 1 minut. Anoodtöötlemisel on katoodideks pliiplaadid.

Vasetamisele on iseloomulik metalli kõrge 98 ... 100% saagis voolu järgi.

Nikeldamine. Nikkel on hõbedase värvusega metall. Nikkelkatete galvaaniliste sadestuste mikrokõvadus* sõltub elektrolüüdi koostisest ja kõigub laiades piirides: 200 ... 800 kG/mm².

Mitmete orgaaniliste hapete ja mineraalsoolade lahustes on nikkelkatted kulumiskindlad. Nad on püsivad igasuguse kontsentratsiooniga leelislahustes. Nikkelkatted on peeneteralise struktuuriga ja hästi poleeritavad. Nad on poorsed ja ei kaitse terasdetaile atmosfääri ja agressiivsete keskkondade tingimustes korrosiooni eest, sest galvaanilises paaris nikkel—raud on nikkel katoodiks. Nikkelkatteid kasutatakse kaitse-dekoratiivkroomimise aluskihina.

Tuleb märkida, et üksikult on vase, nikli ja kroomi galvaanilised katted alati mõningase poorsusega. Seoses sellega kasutatakse kaitse-dekoratiivkroomimisel mitme erineva metalli sadestamist. Mitmekihilises kattes on pooride puudumine tingitud sellest, et galvaaniliste katete naaberkihtide poorid ei lange ühte.

Nikeldatakse terasest keevitatud vannides, millel on seespool samasugune happekindel vooderdus nagu väävelhapu vasetamise vannidelgi. Kaetavad detailid riputatakse katoodile. Anoodiks on nikkelplaadid.

Nikeldamiseks on olemas palju erinevaid elektrolüüte. Levinud on väävelhapud elektrolüüdid. Kõige sagedamini kasutatakse järgmise koostisega väävelhaput elektrolüüti (g 1 liitri vee kohta).

Nikkelsulfaat $NiSO_4 \cdot 5H_2O$	140 ... 200
Naatriumsulfaat Na_2SO_4	50 ... 80
Naatriumkloriid NaCl	5 ... 7
Boorhape H_3BO_3	20 ... 30

Vanni tööreżiim: voolutihedus $D_k = 0{,}5 \ldots 1$ A/dm², elektrolüüdi temperatuur 18 ... 20° C.

Nikeldamise intensiivistamiseks kasutatakse käesoleval ajal eelsoojendusega nikeldamisvanne, elektrolüüdi intensiivset segamist ja mehaaniliste lisandite eemaldamiseks lahuse pidevat filtreerimist. See võimaldab tõsta voolutihedust nikeldamisel 4 ... 6 A/dm²-ni ja protsessi tootlikkust 8 ... 12 kordselt. Nikli sadestamise perioodi lühendamiseks kasutatakse vannis veel voolu rever-

* Mikrokõvaduse mõõtmine on käesoleval ajal kõige täpsemaks galvaaniliste katete kõvaduse määramise meetodiks.

seerimist (perioodilist elektroodide polaarsuse muutmist). Reverseerimine võimaldab suurendada voolutihedust 10...12 A/dm²-ni. Voolu reverseerimisel saadakse siledam, ühtlasem ja väiksema poorsusega nikkelkate. Reverseerimiseks kasutatakse spetsiaalseid seadmeid. Saagis voolu järgi on nikeldamisel 70...95%.

Nikeldamise eelisteks on kulumiskindla katte saamise võimalus, kõrge saagis voolu järgi, võimalus saada kuni 2 mm paksusi katteid, katte suur kõvadus ja pinnasiledus.

Terasdetailide nikeldamise ja vasetamise (nikkel—vask—nikkel) tehnoloogilise protsessi skeem

1. Smirgelriidega puhastamine.
2. Viltketastega lihvimine.
3. Poleerimine pastaga kaetud riidest ketastega.
4. Rasvatustamine orgaaniliste lahustega.
5. Puhtaks pühkimine ja kuivatamine.
6. Pinna ettevalmistamise kvaliteedi kontrollimine.
7. Detailide monteerimine riputusseadistele.
8. Keemiline või elektrokeemiline rasvatustamine.
9. Pesemine sooja voolava veega.
10. Pesemine külma voolava veega.
11. Katmisele mittekuuluvate osade isoleerimine.
12. Keemiline või elektrokeemiline dekapeerimine.
13. Pesemine külma voolava veega.
14. Nikkelkatte pealekandmine.
15. Pesemine külma voolava veega.
16. Pesemine kuuma voolava veega.
17. Kuivatamine.
18. Detailide demonteerimine riputusseadistele.
19. Poleerimine riidest ketastega.
20. Rasvatustamine orgaanilistes lahustes.
21. Puhtaks pühkimine ja kuivatamine.
22. Katte kvaliteedi kontrollimine.
23. Detailide monteerimine riputusseadistele.
24. Operatsioonide nr. 8 kuni 13 kordamine.
25. Vasetamine väävelhapus elektrolüüdis.
26. Operatsioonide nr. 15 kuni 23 kordamine.
27. Operatsioonide nr. 8 kuni 13 kordamine.
28. Nikkelkatte pealekandmine.
29. Operatsioonide nr. 15 kuni 22 kordamine.

§ 44. TERASTAMINE

Elektrolüütiliselt katoodile sadestatud raud on peenekristallilise struktuuriga hõbevalge metall. Elektrolüütiline raud läheneb oma koostise poolest vähese süsinikusisaldusega terasele, milles on süsinikku 0,03...0,06%. Teatud elektrolüüdi koostiste ja elektrolüüsi režiimide korral on võimalik saada raua elektrolüütilisi sadestusi, mis oma füüsikalis-keemiliste omaduste poolest ei jää maha karastatud terastest. Seepärast nimetatakse detailide katmist elektrolüütilise rauaga terastamiseks. Terastamisel on võimalik saada

ilma termilise töötlemiseta 550 ... 650 kG/mm² mikrokõvadusega (*HRC* 50 ... 56) teraskatet. Kui on vaja saada suuremat kõvadust, võib katet tsementiitida ning seejärel karastada ja noolutada või kroomida.

Galvaanilisele teraskattele on iseloomulik kõrge kulumiskindlus. Uurimused on näidanud, et see ei seletu ainult katte suure kõvadusega, vaid ka struktuuri iseärasusega (peennõeljas). Peale selle suurendavad katte kulumiskindlust oksiidikiled, mis tekivad hõõrdumisel detaili pinnale ja toimivad sarnaselt määrdega. Katte sidestustugevus põhimetalliga on küllalt kõrge (4500 ... 4800 kG/cm²). See tagab taastatud detaili töökindluse suurtel dünaamilistel koormustel.

Seadmestik on terastamisel samasugune kui kroomimiselgi. Kuid terastamisseadmeil on ka iseärasusi ja lisaseadiseid, mille poolest nad kroomimisvannidest erinevad. Vaatleme neid.

Detaile taastatakse terastamisega raudkloriidi, mangaankloriidi, naatriumkloriidi (keedusoola) ja soolhappe vesilahusest koosnevates kuumades kloorsetes elektrolüütides. Need elektrolüüdid on enamiku metallide ja sulamite suhtes väga aktiivsed. Et kaitsta metallivanni elektrolüüdi sööbiva toime eest, vooderdatakse see seestpoolt happekindlate materjalidega, nagu happekindla kitiga kinnitatud süsigrafiit- või happekindlate silikaatplaatidega (keraamika, diabaas, klaas). Mõnedes ettevõtetes kasutatakse terastamiseks happekindla emailiga kaetud vanne, samuti faoliidist valmistatud vanne. Faoliit kujutab endast fenool-formaldehüüdplastmassi. Lehtfaoliiti on võimalik kasutada terasvannide vooderdusena. Faoliit on halb soojusjuht. Seepärast asetatakse faoliidist valmistatud või sellega vooderdatud vannide elektrolüüdi kuumutusseadmed vanni sisemusse vahetult elektrolüüdi keskkonda. Autoremonditehaste galvaanika jaoskondades kasutatakse terastamisvannide vooderduseks kõige sagedamini antegmiidist süsigrafiitplaate ATM-1. Need on nii happekindlaks kui ka soojust juhtivaks materjaliks. See võimaldab hoida terastamisel ettenähtud temperatuurirežiimi.

Terastamiseks kasutatakse vähese süsinikusisaldusega terasest valmistatud lahustuvaid anoode. Anoodide lahustumine saastab elektrolüüsi käigus elektrolüüti anoodšlammiga (lahustumatute osakestega), mis langeb lisandina galvaanilisse kattesse ja halvendab selle kvaliteeti. Seepärast peab terastamise seadmestikul olema elektrolüüdi filtreerimise seade. Kasutatakse kas perioodilist või pidevat filtreerimist.

Perioodilise filtreerimise seade (setteseade) koosneb vanni kohale asetatud settepaagist ja pumbast, mille abil pumbatakse saastatud elektrolüüt terastamisvannist paaki. Elektrolüüt setib paagis 12 ... 18 tundi ja voolab siis isevoolu teel vanni, läbides eelnevalt riidest filtri, mis peab kinni üksikud elektrolüüdi voolusesse sattuvad lisandite osakesed.

Pideva filtreerimise seade koosneb järjestikku lülitatud tsentri-

fugaalpumbast ja filtrist. Osa elektrolüüti pumbatakse pidevalt vannist filtrisse, kus ta puhastub lisanditest ja saabub sealt vanni tagasi. Niiviisi vahetub kogu elektrolüüt vahetuse kestel 3...4 korda. Elektrolüüdi pumbad valmistatakse faoliidist ja teistest happekindlatest materjalidest.

Elektrolüüdi kõrge temperatuur (60...80° C) soodustab terastamisel aurumist. Aurumise tagajärjel väheneb vee ja soolhappe hulk. Peale selle võtab soolhape osa elektrolüüsil toimuvatest keemilistest reaktsioonidest. See kõik muudab elektrolüüdi kontsentratsiooni ja ka katte omadusi. Seepärast peavad terastamise seadmetel olema seadised, mis lisavad elektrolüüdile vett (auruva asendamiseks) ja soolhapet.

Terastamisel on suur tähtsus elektrolüüdi püsiva temperatuuri hoidmisel. Elektrolüüdi ülemiste ja alumiste kihtide vahel ei tohi olla suurt temperatuuri erinevust. Seepärast soovitatakse terastamisel elektrolüüti segada ja hoida ettenähtud temperatuuri täpsusega ±1°. Tööstus toodab elektrolüüdi püsiva temperatuuri hoidmiseks automaatseadmeid, mida on autoremonditehaste galvaanikajaoskondades soovitatav kasutada.

Terastamise tehnoloogilisel protsessil on palju ühist kroomimisega. See koosneb samuti kolmest staadiumist: detailide katmiseks ettevalmistamisest, katmisest ja detailide töötlemisest pärast katmist.

Terastamise tehnoloogilise protsessi skeem

1. Detailide pindade mehaaniline töötlemine.
2. Pesemine bensiinis.
3. Pindade puhastamine smirgelriidega.
4. Detailide monteerimine riputusseadistele.
5. Detailide ja riputusseadiste katmisele mittekuuluvate kohtade isoleerimine.
6. Detailide rasvatustamine viini lubjaga.
7. Pesemine külma voolava veega.
8. Dekapeerimine.
9. Pesemine kuumas vees.
10. Katte pealekandmine.
11. Pesemine kuumas vees.
12. Pesemine seebikivi lahuses.
13. Pesemine kuumas vees.
14. Detailide demonteerimine riputusseadistelt ja isolatsiooni eemaldamine.
15. Detailide termiline töötlemine (vesiniku ärastamine).
16. Katte mehaaniline töötlemine.
17. Katte kvaliteedi kontrollimine.

Skeemilt on näha, et paljud terastamisoperatsioonid on samasugused kui kroomimisel või on nendega analoogilised. Seepärast vaadeldakse allpool ainult neid operatsioone, mis erinevad kroomimise operatsioonidest sisuliselt.

Detaili pinna mehaaniline töötlemine. Terasta-

misel on mehaanilise töötlemise põhieesmärgiks saada pinna ühtlane struktuur, kroomimisel aga detaili õige geomeetrilise kuju säilitamine. Struktuuri muutusi põhjustab ekspluatatsiooni käigus detaili pinna üksikute kohtade kalestumine, mis võib põhjustada dekapeerimisel ebaühtlast söövitumist ja detaili üksikutes piirkondades katte lahtitulekut.

Detailide ja riputusseadiste katmisele mittekuuluvate kohtade isoleerimine on vajalik selleks, et vähendada voolu kadu ja tõsta terastamisvanni tootlikkust. Peale selle kaitseb isolatsioon detailide ja riputusseadmete sisepindasid, kus voolutihedus on null, elektrolüüdi sööbiva toime eest. Isolatsioonita kohad lahustuksid kuumas hapus elektrolüüdis. Isoleermaterjalidena kasutatakse tsapoonlakki, emailiiti, liimi БФ-2, bakeliitlakki, tselluloidi, kummit, kloorvinüülplastikaate ja emaili. Paljudel juhtudel isoleeritakse detailide üksikud pinnad happekindlast plastmassist (tekstoliidist, vinüülplastist, karboliidist jms.) valmistatud äravõetavate katetega (kapslitega). Selliseid katteid võib kasutada korduvalt.

Dekapeerimine (elektrokeemiline) toimub järgmise koostisega elektrolüüdiga: 20 ... 30-protsendiline väävelhappe (H_2SO_4) vesilahus ja 10 ... 30 g raud(II)sulfaati (raudvitriol $FeSO_4 \cdot 7H_2O$) 1 liitri vee kohta. Elektrolüüdi tihedus on 1,23 g/cm³. Anoodiks on töödeldavad detailid, katoodiks — pliist või roostekindlast terasest plaadid. Katoodide pind peab olema anoodide pinnast 3 ... 4 korda suurem. Töötlemise režiim: voolutihedus $D_a = 20 \ldots 80$ A/dm², elektrolüüdi temperatuur — tubane, töötlemise kestus 0,5 ... 4 min. Detaili õigesti töödeldud pind peab olema mati hõbedase värvusega ja ilma laikudeta. Selleks et eemaldada happe jääke detailide kõigist süvenditest ja õõnsustest ning detaile eelsoojendada, pestakse neid pärast dekapeerimist kuuma veega.

Katte pealekandmine. Et sadestatud metall detailiga tugevalt sidestuks, tuleb dekapeerimisel detaili pinnale tekkiv passiivne kile vahetult enne terastamist purustada. Sel eesmärgil kastetakse riputusseadistele kinnitatud detailid terastamisvanni ja hoitakse seal 10 ... 50 s ilma vooluta. Siis lülitatakse sisse vool tihedusega $D_a = 5$ A/dm² ja tõstetakse see 5 ... 10 minutiga ettnähtud suuruseni.

Kasutatavad kuumad kloorsed terastamiselektrolüüdid erinevad üksteisest nii koostise kui ka neisse kuuluvate komponentide kontsentratsiooni poolest. Nad võimaldavad tekitada mitmesuguse kõvadusega katteid. Kõvade kulumiskindlate katete saamiseks kasutatakse edukalt järgmise koostisega elektrolüüti (grammides 1 liitri vee kohta):

Raudkloriid ($FeCl \cdot 4H_2O$)	200 ... 220
Mangaankloriid ($MnCl_2$)	30
Naatriumkloriid ($NaCl$)	50
Soolhape (HCl)	0,6 ... 0,8

Tootmistingimustes saadakse raudkloriidi teraslaastude söövitamisel soolhappes.

Elektrolüüdi tihedus 1,16 ... 1,17 g/cm³. Vanni töörežiim: voolutihedus D_k=25 ... 40 A/dm², elektrolüüdi temperatuur 50 ... 70° C.

Elektrolüüdi koostis ja kontsentratsioon, samuti vanni töörežiim mõjutab vahetult katte füüsikalis-mehaanilisi omadusi (struktuuri, plastilisust, kõvadust, kulumiskindlust). Nende tegurite muutmisega on võimalik saada vajalike omadustega katteid, näiteks kõvadusega 120 ... 650 kG/mm² (mikrokõvadusmõõtja järgi).

Vanni töörežiimi valikul tuleb arvestada taastatavate detailide kuju, nende töötingimusi ja nõutavat katte paksust. Kloorsetel elektrolüütidel on kalduvus tekitada teravatel servadel ja väljaulatuvatel osadel paksemaid sadestusi. Seetõttu tuleb keeruka kujuga detailide puhul voolutihedust vähendada. Väiksem voolutihedus valitagu ka neil juhtudel, kui on vaja saada paksemaid sileda pinnaga katteid.

Nagu eespool märgitud, kasutatakse terastamisel lahustuvaid terasanoode. Et vähendada elektrolüüdi saastamist anoodide lahustumisel tekkiva šlammiga, soovitatakse asetada anoodid villasest, asbest- või klaasriidest katetesse.

Detailide terastamise kestus sõltub nõutavast kattekihi paksusest. Metalli detailile sadestumise kiirus on 0,25 ... 0,3 mm/h. Kõval terastamisel saadakse siledad katted paksusega kuni 1,0 ... 1,2 mm. Kui on vaja saada suurema paksusega katteid, tuleb terastada mitu korda. Seejuures on vaja enne iga järgmist metalli sadestamist sooritada kõik detailide terastamiseks vajalikud ettevalmistusoperatsioonid.

Poorne terastamine. Kõval siledal kattel on suur hulk mikroskoopilisi pragusid. See võimaldab saada anoodtöötlemisel (nagu kroomimiselgi) poorset pinda, mis tagab detailide töötamisel puuduliku määrimise tingimustes püsiva määrdekihi. Pooride (kanalite) sügavus ulatub 0,07 ... 0,1 mm. Pooride võrgustiku tihedus sõltub elektrolüüdi kontsentratsioonist ja terastamisvanni töörežiimist. Katsed on näidanud, et elektrolüütilise raua poorne kate märgub õlidega hästi (5 korda paremini kui poorne kroomkate) ja omab seetõttu ka puuduliku määrimise tingimustes häid antifriktsioonseid omadusi. See kõik teeb antud liiki katte väga perspektiivseks.

Pesemised. Pärast katmist pestakse detaile hoolikalt kuumas 80 ... 90° C temperatuuriga vees ja seejärel kuumas 80 ... 90° C seebikivilahuses. Pesemise eesmärgiks on korrosiooni põhjustava hapu elektrolüüdi jääkide täielik eemaldamine. Et eemaldada leelise jälgi ja kergendada detailide kuivatamist, pestakse neid lõpuks kuuma veega.

Termiline töötlemine seisneb detailide kuumutamises õlivannis (või kuivatuskapis) temperatuuril 100 ... 150° C. Kuumu-

tamise eesmärgiks on suurendada katte korrosiconikindlust ja alandada vesinikhaprust.

Katte kvaliteeti kontrollitakse tootmistingimustes välise ülevaatuse teel palja silmaga ja luubi abil, katte kõvaduse määramisega etaloonviilide või mikrokõvaduse seadme abil, katte paksuse ning katte ja põhimetalli vahelise sidestustugevuse määramisega.

Hea kate on sileda pinnaga, ilma konarusteta, rebestusteta, kestendusteta ja teiste defektideta. Katte ja põhimetalli vahelist sidestust kontrollitakse näidistel järgmiste meetoditega: ekstsentrilisel treimisel või lihvimisel suurte lõikejõududega, 90° painutamisega või pressil muljumisega. Seejuures ei tohi esineda katte koorumist ega murenemist. Ebarahuldava kvaliteediga katted eemaldatakse detailidelt mehaaniliselt.

Terastamise teel on võimalik detaile taastada pehmete, kõvade ja poorsete katetega. Kõvu katteid (300 . . . . 650 kG/mm²) kasutatakse võllide ja telgede veerelaagrikaelte, klapisäärte, käändteljepoltide, jaotusvõlli kaelte, kompressori väntvõlli kaelte, diferentsiaali ristmike jms. taastamiseks. Paljusid detaile on otstarbekohane terastada vajalikku mõõtmesse ilma järgneva mehaanilise töötlemiseta, sest terastamisel saadakse ühtlasem kate kui kroomimisel. Poorseid katteid võib soovitada nende pindade taastamiseks, mis töötavad suurte koormuste ja piiratud määrimise tingimustes.

Vaatleme terastamise kui detailide taastamisviisi eeliseid ja puudusi.

Eelised. 1) Katte suur kõvadus (650 kG/mm²) ja kulumiskindlus (võrdne karastatud terase 45 kulumiskindlusega) võimaldab taastada mitmesuguseid detaile.

2) Katte ja põhimetalli vaheline suur sidestustugevus tagab detailide töökindluse rasketes ekspluatatsioonitingimustes.

3) Elektrolüüdi madal temperatuur (kuni 100° C) ei mõjuta taastatavat detaili termiliselt (ei riku struktuuri ja termilist töötlemist).

4) 1,0 . . . 1,2 mm ja paksemate katete saamine (protsessi kordamisel) võimaldab taastada tugevasti kulunud detaile.

5) Raudkloriidi elektrolüütide hajutusvõime on kõrgem kui kroomimisel.

6) Suur saagis voolu järgi (85 . . . 95%).

7) Protsessi kõrge tootlikkus (tunduvalt kõrgem kui kroomimisel).

8) Elektrolüüdi valmistamise materjalid ei ole defitsiitsed.

9) Terastamise maksumus on madalam kui kroomimisel.

10) Terastamist on võimalik automatiseerida nagu kroomimistki.

Terastamise puuduste hulka tuleb lugeda detailide katmiseks ettevalmistamise teatavat keerukust ning vajadust elektrolüüti sageli filtreerida ja süstemaatiliselt korrigeerida.

Lõpuks tuleb märkida, et terastamist on autoremonditehastes tehniliselt võimalik ja majanduslikult otstarbekas rakendada.

§ 45. TÖÖKOHTADE KORRALDAMINE JA OHUTUSTEHNIKA

Töökohtade korraldamine. Autoremonditehase galvaanikaosakonda kuulub mitu eri ruumis paiknevat tootmisjaoskonda: ettevalmistus-, katmis- ja agregaatjaoskonnad. Töökohtade korraldamisel on igas jaoskonnas oma iseärasused.

Tootliku töö tähtsaimaks eelduseks on seadmestiku õige paigutus. Et ei esineks detailide üksteisele vastusuunalisi liikumisi ja nende transportimise teed oleksid kõige lühemad, peavad seadmed asetsema teatavas tehnoloogilisele protsessile vastavas järjekorras.

Ettevalmistusjaoskonda paigutatakse poleer-lihvpingid, töölauad, lauad detailide monteerimiseks riputusseadistele ja nendelt demonteerimiseks, poleer-lihvketaste teritamise laud, kuivatuskapp poleer-lihvketaste katmisjärgseks kuivatamiseks, detailide riiulid ning poleer-lihvketaste, materjalide ja tööriistade hoidmise kapid.

Poleer-lihvpinkide juurde peavad olema asetatud mugavad vertikaalsuunas reguleeritavate istmetega taburetid. Et oleks mugav töötada, soovitatakse töötlemist ootavate detailide riiulid (alused) asetada töölisest vasakule, töödeldud detailide omad aga paremale. Mitme detaili üheaegseks lihvimiseks kasutatagu mitmekohalisi rakiseid. Need tõstavad tööviljakust ja kaitsevad töölise käsi vigastuste eest. Rakised ei tohi aga olla rasked ja kohmakad. Riputusseadistele monteeritavad detailid asugu montaažilauast 0,5 ... 1 m kaugusel.

Katmise jaoskonnas peavad olema lisaks vannidele veel riiulid ja detailide termiliseks töötlemiseks kuivatuskapid. Väikestes ettevõtetes, kus ei ole keemialaboratooriumi, peab katmise jaoskonnas olema elektrolüütide ja materjalide keemilise analüüsimise töökoht.

Vannid, mille töötamise ajal on vaja jälgida operatsioonide kvaliteeti (kroomimist, vasetamist, nikeldamist, terastamist, rasvatustamist) asetatakse võimaluse korral akendega seinte äärde. Vanni kõrgus põrandast ei tohi olla üle 1 m. Suurema kõrguse korral tuleb ehitada vannide äärde platvormid või stabiilsed alusrestid. Et hapete ja leeliste lahused ei satuks detailide ühest vannist teise tõstmisel põrandale ja töötajate riietele, peab vannide vahekaugus olema minimaalne (100 ... 150 mm). Selleks soovitatakse vanni detailide tõstmise poolsesse külgossa paigutada 15 ... 20° kaldega sirm. Ühtlasi peavad tootmisjaoskonnas olema avarad läbikäigud põhiliste veoste liikumiseks ja vaba juurdepääs seadmetele.

Töökoha põhiseade on elektrolüüdivann, mille koormusastmest sõltub kogu galvaanikaosakonna tootmisülesannete täitmine. Seepärast ei tohi vann seista tühjalt. Kõik ettevalmistusoperatsioonid tuleb sooritada selle aja kestel, mis kulub eelmise detailipartii katmiseks. Töö alguseks peab kõigis vannides olema vajalik temperatuur. Selleks on tarvis määrata spetsiaalne tööline, kes lülitaks

30 ... 60 minutit enne töö algust kuumutusseadmed sisse. Töö alustamisel tuleb kontrollida elektrolüüdi nivood ja tihedust, seadmete seisukorda, kontaktide tihedust, anoodide seisukorda jms.

Vaja on juurutada eesrindlikku tehnoloogiat, mehhaniseerida ja automatiseerida põhi- ja abioperatsioone. Suure tootmisprogrammiga galvaanikaosakondades tuleb vanni töörežiimi (voolutiheduse, temperatuuri, protsessi kestuse) kontrollimiseks ja säilitamiseks kasutada automaatseadmeid.

Vannide juures olevatele töökohtadele soovitatakse riputada tabelid, kus on näidatud detailide vannis hoidmise kestus, kaetavate pindade suurus ja voolutihedus. See võimaldab galvaanikatöölisel kiiresti arvutada igale vannile vajalikku voolutugevust detailide mitmesuguse kombinatsiooni puhul.

Iga vahetuse lõpul tuleb püsivmagneti abil kontrollida, kas vanni põhja ei ole kukkunud terasdetaile, ja võtta need välja.

Agregaatjaoskonda seatakse üles madalpingeagregaadid (mootorgeneraatorid) või alaldid.

Galvaanikaosakonnas on vaja pidevalt pöörata tähelepanu töökohtade puhtusele.

Isegi tühine elektrolüüdi saastamine võib normaalset elektrolüüsi rikkuda. Enne vahetuse lõppu tuleb töökohad koristada, seadmed niiske lapiga puhastada ja kuivatada ning pesta põrandad voolikust tuleva veega. Korda seada tuleb ka vanni armatuur.

Ohutustehnika põhinõuded. Galvaanikaosakondades kasutatakse ja eraldub tervisele kahjulikke aineid.

Detailide lihvimisel ja poleerimisel eraldub vildi-, smirgli-, metalli- ja riidetolmu. See saastab tootmisruumi õhku ning tekitab kopsudesse sattumisel hingeldust ja köha.

Galvaniseerimisel eralduvad aurudena, gaasidena, uduna ja pritsmetena orgaanilised lahustid, leeliselised ja hapud elektrolüüdid ning kroomoksiid. Peale selle kasutatakse vase, nikli, plii ja teiste metallide ühendeid. Tahked ja vedelad mürgid võivad sattuda inimese organismi ka söömisel ja suitsetamisel. Kui detaile rasvatustatakse viini lubjaga, võib tekkida tööliste kätele ekseem. Leeliselised ja hapud elektrolüüdid tekitavad nahale sattumisel põletusi. Eriti ohtlik on nende sattumine silma. Väga kahjulik on kroomimisel kasutatav elektrolüüt. Kroomimisvannist eralduvad gaasiline vesinik ja hapnik, mis haaravad kaasa peenikesi elektrolüüdiosakesi ja tekitavad kroomhappe «udu». Viimane ärritab hingamisteede limaskesti. Kroomhappe kestev (1 ... 2 kuud) ja tugev toime põhjustab katarre, seedehäireid ja neerude haigestumist. Nahale sattumisel tekitab kroomelektrolüüt ärritust, põletikulisi protsesse ja haavandeid. Pliianoodide puhastamisel võib tekkida pliimürgistus. Nikli soolad tekitavad raskesti ravitavaid ekseeme ja teisi nahahaigusi. Terastamisel ja söövitamisel kasutatavad kloori ühendid ärritavad tugevalt ülemisi hingamisteid ja silmade

limaskesta, pideva ja tugevama toime korral muutub hääl kähedaks, tekib lämbumistunne ja südamekloppimine. Töötingimusi halvendavad ka tootmisruumi õhu kõrge niiskus ja temperatuur. Orgaaniliste lahustite, aurude ja õhu segu on tule- ja plahvatusohtlik. Mõned kemikaalid süttivad üksteisega ühinemisel, näiteks kroomoksiid kokkupuutumisel piiritusega. Nimetatud põhjustel kuuluvad galvaanikaosakonnad kahjulike töötingimustega tootmisjaoskondade kategooriasse.

Normaalsete töötingimuste tagamiseks on vaja täita järgmisi ohutustehnika eeskirju. * Galvaanikaosakonna tootmisruum peab olema kõrge (vähemalt 5 m) ja valge, selle pindala aga küllaldane seadmestiku ja ventilatsiooniseadmete ratsionaalseks paigutamiseks ja töökohtade korraldamiseks.

Ruumi põrandad peavad olema keraamilistest plaatidest, mis on laotud spetsiaalsel happe- ja leeliskindlal alusel. Põrandail peab olema kalle äravoolutrapi suunas. Seinad tuleb katta kahe meetri kõrguselt keraamiliste plaatidega.

Galvaanikaosakonna ruumis on vaja küllalt võimsat läbitõmbeventilatsiooni, millel on kohtäratõmme vahetult kahjulike eraldiste tekkimise kohtadel (poleer-lihvpinkide, galvaanikavannide jms. juures). Talvisel ajal peab välisõhk sisenema ruumi soojendatuna toatemperatuurini (16 ... 18° C). Poleer-lihvpinkidelt abrasiiv- ja vilditolmu imevad torud on vaja eraldada poleerpinkidelt riidetolmu imevatest tõmbeventilatsiooni õhutorudest, sest riidetolm süttib kergesti smirgelketastega lihvimisel tekkivatest sädemetest. Poleer-lihvpinkide ja vannide juures lubatakse töötada ainult sisselülitatud ventilatsiooni korral.

Galvaanikaosakonna töölised peavad olema varustatud eririietusega: kummisaabaste, põllede, kummikinnaste ja kitlitega, samuti puuvillaste kinnastega (poleerimis- ja lihvimistöödeks). Detaile rasvatustada viini lubjaga, asetada elektrolüüdi vanni ja välja võtta võib ainult kummikinnastega. Eririietust peab kasutatama ainult töö ajal. Lõunavaheajal ja pärast töö lõppemist tuleb tööriietus hoida selleks spetsiaalselt eraldatud kohas.

Töökohal ja teistes galvaanikaosakonna tootmisruumides on kategooriliselt keelatud suitsetada ja süüa. Enne sööki tuleb hoolikalt käsi pesta, pärast töö lõpetamist aga käed pesta ja määrida vaseliiniga, glütseriiniga või spetsiaalsete salvidega vastavalt arsti nõuandele.

Söövitamislahuste ja elektrolüütide valmistamisel tuleb ventilatsioon sisse lülitada. Silmade kaitsmiseks hapete või teiste keemiliste materjalide eest on soovitatav kasutada kaitseprille. Kont-

---

* Tsüaani ühenditega töötamisel tuleb täita suurt hulka erinõudeid. Kuna selliseid ühendeid autoremonditehastes peaaegu ei kasutata, jäetakse nendega töötamise ohutustehnika nõuded siinkohal käsitlemata.

sentreeritud hapete veega lahjendamisel tuleb tingimata valada hapet vette, mitte aga vastupidi.

Juhuslikult põrandale või seadmetele valatud elektrolüüt tuleb kohe pesta voolikust tuleva veega, seejärel aga neutraliseerida happe jälgi kuiva kaltsineeritud soodaga kuni reaktsioon lõpeb. Mahavalgunud leelis pestakse veega.

Poleer-lihvpinkidel töötavad töölised peavad iga päev pärast töö lõppu käima kuuma duši all. Silmade kaitsmiseks tuleb poleerlihvpinkidel töötades kanda kaitseprille.

Happe- või leelislahuse sattumisel nahale või silma tuleb kahjustatud kohta kohe voolava veega pesta. Kroomelektrolüüdi silma sattumisel tuleb silmi pesta üheprotsendilise naatriumhüposulfiti lahusega. Ninakoopa kaitseks kroomimisvanni aurude eest soovitatakse määrida nina limanahka enne töö algust puhta vaseliini või kolmest osast vaseliinist ja ühest osast lanoliinist koosneva salviga.

Pärast töö lõpetamist on kroomimis-, söövitus- jt. vannid vaja katta kaantega.

Säilitatavate tuleohtlike ainete (orgaanilised lahustid jt.) kogus ei tohi ületada ööpäevast vajadust. Galvaanikaosakond tuleb tingimata varustada tulekustutusvahenditega.

Ohutustehnika eeskirjad peavad olema nähtavatele kohtadele välja pandud.

16. PEATÜKK

DETAILIDE TAASTAMINE LIIMIDE JA PLASTMASSIDEGA

§ 46. ÜLDMÕISTED

Rahvamajanduse laialdane kemiseerimine on võimaldanud juurutada autoremonditööstusesse uusi tehnoloogilisi protsesse ja materjale. Keemiatööstuse poolt toodetavaid mitmesuguseid liime ja plastmasse kasutatakse kulunud ja vigastatud detailide taastamiseks, samuti detailide ühendamiseks koostamistöödel.

Detailide taastamine liimide ja plastmassidega on lihtne, ökonoomne ja kindel. Ta võimaldab kõrvaldada defekte igasugustelt detailidelt, isegi raskesti ligipääsetavates kohtades. Paljudel juhtudel asendab see meetod edukalt keevitamist, jootmist, neetimist ja on mõnikord ainuvõimalikuks taastamisviisiks.

Liimi võime ühendada üksikuid detaile või nende osi seletub adhesioonjõududega, s. t. pinnal olevate liimi molekulide ja liimitava materjali molekulide vahelise keemilise jääksugulusega. Liim-

liite tugevus sõltub ka kohesioonjõududest, s. o. liimi enda molekulide vahelistest jõududest.

Tugeva liimliite saamiseks on väga oluline, et pärast tahkestumist ei tekiks liimikihis sisemisi jääkpingeid, mis võivad selle purustada. Need pinged ilmuvad harilikult paksu liimikihi korral, samuti ebaühtlasel kuumutamisel või jahutamisel.

Katsetega on kindlaks tehtud, et liimliite tugevus tõuseb koos liimikihi paksuse vähenemisega. Seepärast soovitatakse liimimisel võtta liimikihi paksuseks 0,05...0,25 mm (sõltuvalt detaili materjalist). Kui on vaja kasutada suure paksusega liimõmblusi (detailide pindade silumiseks), lisatakse liimile spetsiaalseid sisemisi jääkpingesid vältivaid komponente. Põhiline liimliidetele esitatav nõue on kõrge mehaaniline tugevus ja stabiilsus mitmesugustel tingimustel (vibratsioonil, temperatuuri muutumisel, niiskuse, hapete, õlide, bensiini jms. toimel). Liimliide on eriti sobiv neil juhtudel, kui see töötab nihkele või ühtlasele tõmbele.

Tööstus toodab metallide ja mittemetallide liimimiseks mitmesuguseid liime. Liimi valik sõltub liimitavate detailide materjalist, konstruktsioonist ja liimliite töötingimustest.

Pragusid ja auke täidetakse epoksüvaikude baasil pastadena valmistatavate spetsiaalsete liimisegudega.

Paljusid detaile taastatakse mitmesuguste plastmasside kandmisega vigastatud või kulunud pindadele. Metalldetailide pindadele kantakse plastmassid plastmasspulbri gaasileekpihustamisega (kerede, kabiinide, välisosade pinnale), pressvormidesse valamisega, vedelatesse polümeermaterjalidesse kastmisega jne. Seejuures on võimalik saada varem etteantud omadustele vastavaid katteid (kulumiskindlat, korrosioonikindlat, dekoratiivset). Tuleb meeles pidada, et ainult range kinnipidamine tehnoloogilisest protsessist tagab detaili kvaliteetse taastamise.

Vaatleme detailide taastamise ja ühendamise tehnoloogiat liimide ja plastmasskatete abil.

§ 47. METALLDETAILIDE TAASTAMINE JA ÜHENDAMINE

Metalldetailide taastamiseks kasutatakse autoremonditööstuses epoksüvaikude alusel valmistatud liimisegusid (epoksüliime), samuti ka liime БФ.

Epoksüliimid. Epoksüliimidega on võimalik tugevasti ühendada mitmeid sama ja eri liiki metalle, samuti mittemetalseid materjale. Neid liime valmistatakse mitmesuguse konsistentsiga vedelike või pastadena. Viimaseid kasutatakse igasuguse kujuga süvendite (pragude, mõlkide jms.) täitmiseks, samuti dekoratiivkatete tasandamiseks. Tahkunud epoksüpastad on kõrge adhesioonivõimega (võime tugevasti sidestuda metallide ja teiste materjalidega), mehaaniliselt tugevad, elastsed, püsivad naftasaaduste, vee,

nõrkade soola-, leelis- ja happelahuste, enamiku lahustite ja atmosfääri mõju suhtes. Nad paistavad silma ka headē dielektriliste omaduste poolest.

Tahkunud epoksüpastade mehaaniline tugevus (tõmbele, paindele, survele, löögisitkusele) on kaks korda väiksem kui malmil, klaasriidega armeerituna aga lähedane terase tugevusele. Epoksüpasta kahaneb vähe, on monoliitne, temas ei teki poore, tühemikke ega pragusid.

Tahkunud epoksüliimide füüsikalis-mehaanilisi omadusi iseloomustavad järgmised andmed:

Tihedus g/cm³	1,2
Tõmbetugevuse piir kG/cm²	700 ... 800
Paindetugevuse piir kG/cm²	1200 ... 1300
Survetugevuse piir kG/cm²	1300 ... 1600
Löögisitkus kG · cm/cm²	15 ... 20
Lagunemistemperatuur °C	340
Kahanemine tahkestumisel %	2,3
Kuumuskindlus °C	100 ... 120

Epoksüliime on võimalik kasutada mitmesuguste detailide taastamiseks, mille temperatuur ei tõuse ekspluatatsiooni käigus üle 250° C. Tahkunud epoksüpastat on hõlbus töödelda tavaliste metallitööriistadega. Seejuures ta ei purune ega tule metalli küljest lahti isegi tugevate vibratsioonide korral.

Epoksüpastasid valmistatakse epoksüvaikudest ja spetsiaalsetest plastifikaatorite, täidiste ja tahkestite ülesannet täitvatest ainetest.

Epoksüvaikudel ЭД-5 või ЭД-6 on liimides sideaine osa. Nende liimivad omadused tekivad tahkestiga ühendamisel. Keemiatehased toodavad vaike tarvitamiseks valmis kujul. Detailide taastamisel on kõige enam levinud epoksüvaik ЭД-6, mis kujutab endast viskoosset aeglaselt voolavat helepruuni vedelikku. Vaik ЭД-5 on väiksema viskoossusega kui ЭД-6. Seda kasutatakse täidiseta, juhtudel kui on vaja vedelamat liimi (peente pragude ja pooride sulgemiseks). Tal on suurem paindetugevus ja löögisitkus.

Plastifikaatoreid lisatakse liimikile elastsuse ja löögisitkuse tõstmiseks ning püsivuse suurendamiseks temperatuurikõikumiste suhtes. Plastifikaatorina kasutatakse dibutüülftalaati. See on kollakas õlitaoline vedelik.

Täidis suurendab liimi mehaanilist tugevust ja kuumuskindlust, vähendab kahanemist ja lähendab soojuspaisumisteguri liimitava metalli paisumistegurile. Täidiste lisamine alandab ka liimi maksumust. Täidistena kasutatakse grafiiti, vilgujahu, gaasitahma, peenestatud asbesti, metallipulbreid (malmi-, terase- või alumiiniumi-), portlandtsementi, klaasriiet.

Tahkestit lisatakse epoksüliimile selle muutmiseks taignataolisest või vedelast olekust tahkeks. Liimide tahkestamiseks tempera-

Tabel 26

Epoksüliimide retseptid (kaaluosades)

Komponendid	Retsepti nr.									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Epoksüvaik ЭД-6	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Dibutüülftalaat	10	20	20	20	20	20	20	30	60	30
Täidised:										
Grafiit	25	43	—	—	—	—	—	—	—	—
Terasepulber	—	—	160	—	—	—	—	—	—	—
Portlandtsement	—	—	—	120	—	—	—	—	—	120
Alumiiniumipulber	—	—	—	—	—	—	20	—	—	—
Tahm	—	—	—	—	—	—	—	—	35	—
Jahvatatud asbest nr. 7	—	—	—	—	35...50	50...100	—	—	—	—
Vilgujahu	—	—	—	—	—	—	—	90	—	—
Polüetüleenpolüamiin või heksametüleendiamiin	10	10	10	10	8,5	—	10	10	10	10
Maleiin- või ftaalanhüdriid	—	—	—	—	—	30...35	—	—	—	—

tuuril 15...20° C kasutatakse harilikult polüetüleenpolüamiini. See on viskoosne õlitaoline helekollane kuni tumepruun vedelik. Polüetüleenpolüamiini asemel võib kasutada heksametüleendiamiini. Kuumalt tahkestamisel temperatuuril 120...150° C on tahkestiteks ftaal- või maleiinanhüdriid. Kuumal tahkestamisel saavutab liim suurema kõvaduse. Kõrgemale ei soovitata liimi tahkumistemperatuuri tõsta, sest siis väheneb mehaaniline tugevus.

Autode remontimisel kõige sagedamini kasutatavate liimide retseptid on toodud tabelis 26.

Retseptide nr. 1...5 järgi valmistatud liimidega taastatakse ja ühendatakse detaile, mis ekspluatatsioonis ei kuumene üle 100° C, retsepti nr. 6 järgi valmistatud liimiga aga detaile, mille temperatuur ei ületa 120° C. Retseptide nr. 8, 9, 10 järgi valmistatud liime kasutatakse kerede ja kabiinide pahteldamiseks ja ebatasasuste silumiseks. Terasdetaile soovitatakse taastada liimiga nr. 1, malmdetaile liimiga nr. 2...6 ja alumiiniumdetaile — liimiga nr. 7.

Epoksüliimid valmistatakse järgmiselt. Komponendid segatakse sellises järjekorras, nagu nad on retseptis loetletud. Epoksüvaik kuumutatakse koos hoidetaaraga veevannis temperatuurini 50...60° C. Siis lisatakse plastifikaator dibutüülftalaat, segades segu hoolikalt 5...7 minutit. Saadud segule lisatakse täidis, segatakse jälle 5 minutit ja jahutatakse temperatuurini 18...20° C. Tahkesti

(polüetüleenpolüamiin) lisatakse segule vahetult enne liimi kasutamist. Tahkestiga segatud liimi tehnoloogiline kõlblikkus ei ületa toatemperatuuril 30 min. Selle ajaga muutub liim niivõrd viskoosseks, et teda ei ole enam võimalik detailile kanda. Polüetüleenpolüamiini lisatakse segule osade kaupa, segades segu hoolikalt 4 ... 5 minutit. Tahkesti lisamisel võib segu keemilise reaktsiooni tõttu kuumeneda ja liim kiiresti tahkuda. Seetõttu valmistatakse segu lamedatel metall- või kartongpannidel ühekordseks kasutamiseks tarvilikul hulgal. Kui tahkestina kasutada maleiinanhüdriidi (lisatakse temperatuuril 60° C), on liim temperatuuril 20° C tarvitamiskõlblik kuni 7 ööpäeva. Ilma tahkestit lisamata liimi säilitamise aeg piiratud ei ole.

Epoksüliimi tahkumiseks kulub 20° C juures 24 ... 70 tundi. Et lühendada tahkumisaega 1 ... 4 tunnini, kuumutatakse liimi temperatuurini 80 ... 100° C. Kuumutada võib kuivatuskapis, termoradiatsioonielementidega või kantavates elektriahjudes. Lahtise leegiga ei tohi liimi kuumutada.

Detailide taastamine epoksüliimidega koosneb vigastatud pinna ettevalmistamisest, liimi pealekandmisest ja sellele järgnevast pinna töötlemisest.

Vaatleme näitena mootoriploki ja plokikaane jahutussärgi pragude sulgemise tehnoloogilist skeemi.

1. Prao otstesse 3 ... 4 mm läbimõõduga aukude puurimine.
2. Prao faasimine kogu pikkuses 60 ... 90° nurga all sügavuseni 0,7 ... 0,8 seina paksust. Faasitakse paindvõllil oleva abrasiivketta või haamri ja meisli abil.
3. Detaili pinna puhastamine 15 ... 20 mm laiuselt mõlemal pool töödeldud pragu. Seda operatsiooni sooritatakse metallharja või smirgelriidega.
4. Ettevalmistatud pinna rasvatustamine atsetooni või bensiiniga Б-70 pintsli ja lapi abil. Lahusti jäägid auruvad 3 ... 5 minuti jooksul 18 ... 20° C õhu käes.
5. Ettevalmistatud prao täitmine epoksüpastaga ja selle hoolikas sissehõõrumine pahtliga. Epoksüpastat kantakse peale kaks kihti. Teine kiht kantakse sellise arvestusega, et ta täidaks kogu prao ja kataks selle ümbruse 10 ... 15 mm laiuselt 2 ... 3 mm paksuse kihiga.
6. Detaili hoidmine pasta tahkumiseni: a) 24 tundi temperatuuril 18 ... 20° C; b) 3 tundi temperatuuril 50 ... 60° C; c) 1 tund temperatuuril 90 ... 100° C. Detailide kuumutamise viisid on näidatud eespool.
7. Detaili pinna puhastamine pasta pritsmetest ja niredest. Seda tehakse kaabitsa, viili või paindvõllil oleva abrasiivkettaga.
8. Kontrollimine. Silindriplokil kontrollitakse jahutussärgi hermeetilisust 2 minuti kestel 4 kG/cm² veesurvega.

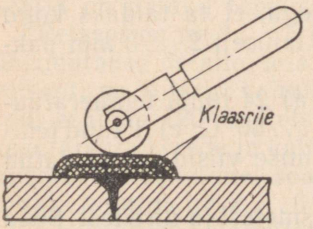
Kitsad praod ja väikesed avad suletakse liimiga, mis koosneb ainult epoksüvaigust ja tahkestist. Väga väikesi poore ja kitsaid

pragusid (alla 0,1 mm) on võimalik täita katte pealekandmise poolsest küljest survega või vaakuumi tekitamisega teiselt poolt. 0,1 ... 0,2 mm laiusi pragusid on võimalik liimida täidiseta liimidega. Sellisel juhul soovitatakse kasutada 20 ... 50-protsendilise epoksüliimi atsetoonlahust. Lahusti täielikuks aurumiseks peab liimitud detail seisma 15 ... 20 minutit õhu käes.

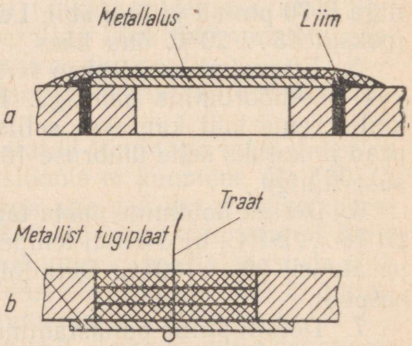
Pragude ja avade kõrvaldamisel lehtmaterjalist detailidest, samuti toite- ja õlitussüsteemi torustike ning üle 150 mm pikkuste pragude täitmisel kasutatakse 0,1 ... 0,3 mm paksust klaasriiet, mis suurendab hermeetilisust ja tugevust. Riie asetatakse paikadena pastakihtide vahele ja rullitakse kinni (joon. 213). Iga järgmine klaasriide kiht ulatub 5 ... 10 mm üle eelmise. Harilikult kasutatakse mitut klaasriide kihti.

Paksuseinaliste keredetailide avade sulgemisel ümardatakse teravad servad ja puuritakse ümber ava üksteisest 20 ... 30 mm kaugusele 3 ... 3,5 mm läbimõõduga augud. Ava ümbruse ettevalmistamine on sarnane ülalkirjeldatud prao ümbruse ettevalmistamisega.

Ava sulgemist alustatakse ümbrusse puuritud aukude täitmisest epoksüpastaga ja pasta määrimisest ava ümbrusse. Siis asetatakse avale 0,5 ... 0,8 mm paksusest lehtterasest paik ja surutakse see kergelt kinni. Paik peab ulatuma igast küljest 10 ... 12 mm üle ava servade. Paigale kantakse vaheldumisi kaks-kolm kihti liimi ja klaasriiet (või mis tahes hõredat riiet) ja rullitakse need kinni. Avasid on võimalik sulgeda ka niiviisi, et paik jääb detaili pinnaga tasa. Sel juhul liimitakse või kinnitatakse traadi abil ava alla metallleheke ja kantakse sellele vaheldumisi epoksüpasta ja klaasriide



Joon. 213. Rulli asend epoksüliimi tihendamisel



Joon. 214. Epoksüpastaga paigatud avad:
a — pealeliimitud paik; *b* — avasse liimitud paik

kihid. Epoksüpastaga paigatud avad on näidatud joonisel 214. Pärast pasta tahkumist võetakse metallalus ära ja lõigatakse väljaulatuvad traadiotsad maha.

Toite- ja õlitussüsteemi torustike pragude sulgemiseks mähitakse nende ümber kaheksa kuni kümme keerdu klaasriide või marliriba ja immutatakse see epoksüliimiga.

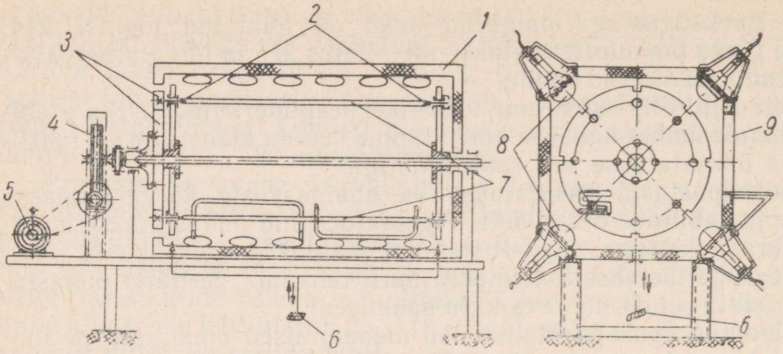
Epoksüpastasid kasutatakse ka ebatasasuste kõrvaldamiseks kerede ja kabiinide detailidelt. Vigastatud pind puhastatakse hoolikalt abrasiivkettaga, rasvatustatakse, kantakse epoksüpasta pahtliga peale ja jäetakse toatemperatuuril tahkuma. Seejärel puhastatakse detaili pinda nõutava kuju saamiseni.

Tahkunud epoksüpastade head mehaanilised omadused ja suhteliselt kõrge kuumuskindlus võimaldavad neid edukalt kasutada õhukeseseinaliste malmist ja alumiiniumist silindriplokkide ja plokikaante taastamiseks keevitamise asemel, samuti ka õli- ja kütusetorustike jootmise asemel. Paljudes remondiettevõtetes suletakse silindriplokkide, veetorude ja teiste detailide korrosiooniavad epoksüpastadega. Epoksüpastasid võib kasutada ka kütusepaakide ja teiste anumate remontimisel (lekkimise kõrvaldamiseks). Sel juhul jäävad ära töömahukad ettevalmistusoperatsioonid (paakide pesemine ja aurutamine), mis keevitamisel on kohustuslikud.

Kui epoksüpastaga katta keevisõmblus, tõuseb selle hermeetilisus. Pastadega kaetakse ka detailide kulunud liitepindu liikumatute istude taastamiseks (kerede laagriavad, remontpukside sissepressimise avad).

Epoksüpastasid kasutatakse edukalt ka autobusside detailide dekoratiivkatetena (käepidemetel, käepidemete tugedel, istmelookadel). Selline dekoratiivkate on kulumiskindel, kroomimisest tunduvalt odavam ja meeldiva välimusega. Mitmesuguste värvuste ja varjundite saamiseks võib pastale lisada värvaineid. Kate on madala soojusjuhtivusega, ei tundu külm ja on selle poolest metallkattest sobivam.

Dekoratiivkatmine toimub järgmises järjekorras: pinna ettevalmistamine, katmine epoksüpastaga, detailide kuivatamine. Detail puhastatakse mustusest ja roostest ning rasvatustatakse. Puhastamine toimub abrasiivketta või smirgelriidega, mis annab kareda pinna, soodustades seega katte kinnitumist pinnale. Dekoratiivkatte pealekandmiseks ja kõvendamiseks kasutatakse spetsiaalseid seadmeid (joon. 215). Kambris *1* olevale trumlile on monteeritud kaheksa pöörlevat tsentrit *2*. Nendesse tsentritesse asetatakse kaetavad detailid *7*. Pedaalile *6* vajutamisel pöördub trummel vajalikku asendisse ja läbi akna *9* kantakse kordamööda kõigile detailidele õhuke kiht (0,5 ... 0,7 mm) epoksüpastat. Seejärel kambri aken suletakse ja käivitatakse seade. Elektrimootor *5* paneb reduktori *4* ja hammasülekande *3* kaudu detailid pöörlema. Ühtlasi lülituvad sisse infrapunase kiirguse lambid *8*. Detailide pöörlemiskiirus on 6 ...



Joon. 215. Dekoratiivse plastmasskatte pealekandmise ja tahkestamise seadme skeem

10 p/min, kuivatustemperatuur 90 . . . 100° C. 30 . . . 40 minuti pärast kate tahkub ja seade tühjendatakse.

Detailide dekoratiivseks katmiseks kasutatakse järgmise koostisega epoksüpastat (kaaluosades):

Epoksüvaik ЭД-5 või ЭД-6	100
Värvaine (sõltuvalt selle omadusest)	5 . . . 25
Dibutüülftalaat	10 . . . 25
Polüetüleenpolüamiin	10

Värvainetena kasutatakse alumiiniumipulbrit, tsink- või titaanvalget jt. Pastat kulub 7 . . . 9 g/dm^2.

Liimid БФ. Liimid БФ kujutavad endast sünteetiliste vaikude piirituslahuseid. Neid liime toodetakse tarvitamiseks valmis kujul. Välimuselt on nad läbipaistvad või veidi sogased, kollase kuni punaka värvusega vedelikud. Metalldetaile liimitakse liimidega БФ-2 ja БФ-4. Liimi БФ-2 kasutatakse kuni +80° C temperatuuril. Kõrgemal temperatuuril langeb liite tugevus tunduvalt. Liimi БФ-4 soovitatakse kasutada neil juhtudel, kui liitelt nõutakse suuremat elastsust ja kõrget vibratsioonikindlust. Liimiga БФ-6 liimitakse metalli plastmassi ja riide külge. БФ-liimid on vastupidavad vee, külma, naftaproduktide (bensiini, petrooleumi, õlide), samuti kuni 20% kontsentratsiooniga hapete mõjule. Nad on head dielektrikud ja kaitsevad metalli kindlalt korrosiooni eest. Liime hoitakse hermeetiliselt suletavates tsingitud või klaasanumates temperatuuril 15 . . . 20° C. Nende omadused säilivad kaks aastat. БФ-liime tuleb kaitsta õhu eest.

Liimliite tugevust hinnatakse nihketugevusega. See sõltub liimitavate pindade ettevalmistamisest ja surve all kuivatamise soojusrežiimist. Metalldetailide liimõmbluse nihketugevus kõigub piirides 150 . . . 350 kG/cm^2. Terasest, alumiiniumist ja selle sulamitest lehtede, samuti valgevase ja vase painutamisel liimliide ei purune.

Metalldetailide liimimise tehnoloogilise protsessi skeem.

1. Valmistada liimitavad pinnad ette: puhastada kaabitsa, viili või smirgelriidega läikivaks, rasvatustada atsetooni või bensiiniga. Tuleb silmas pidada, et liimitavad duralumiiniumdetailid peavad olema eelnevalt anodeeritud, roostekindlast terasest detailid aga töödeldud metall-liiva joaga.

2. Kanda ettevalmistatud pinnale pehme pintsliga õhuke liimikiht.

3. Hoida detaile 10 ... 15 minutit õhu käes temperatuuril 18 ... 20° C kuni kuiva kile tekkimiseni.

4. Töödelda liimi termiliselt 15 minutit temperatuuril 60° C. Kuumutamiseks võib kasutada kuumutusahju, kuivatuskappi, kantavat elektrilist termoreflektorit või teisi kuumutusseadmeid. Detaile tuleb kuumutada ja jahutada aeglaselt (1 ... 2° minutis). Detaile on võimalik jahutada termostaadis või kuivatuskapis.

5. Kanda jahtunud pindadele teine liimikiht, korrates operatsioone 2, 3 ja 4. Operatsiooni 4 sooritamisel ei ole detaile vaja jahutada.

6. Töödelda liimikihti termiliselt 50 ... 60 minutit temperatuuril 85 ... 90° C.

7. Ühendada liimitavad detailid ja suruda kokku 15 ... 25 kG/cm² rõhu all pitskruvi ja spetsiaalsete rakiste abil.

8. Survet vähendamata töödelda liimõmblust termiliselt 1 ... 1,5 tundi temperatuuril 140 ... 160° C. Kuumutamise võtted on samad mis operatsiooni 4 sooritamisel.

9. Survet vähendamata jahutada detailid temperatuurini 18 ... 20° C. Jahutada on soovitatav aeglaselt koos kapiga, termostaadis või katta liimõmblus jahtumise ajaks asbestiga.

10. Lõpetada surve ja puhastada liimitud kohad laialivalgunud liimist.

11. Kontrollida liimimise kvaliteeti välise ülevaatusega.

Detaile, mis peavad olema hermeetilised, katsetatakse hüdrauliliselt. Liimitud detaile võib tööle rakendada ekspluatatsioonikoormusega alles 20 ... 30 tundi pärast jahtumist. Selle aja kestel liimliide tugevneb.

Remontimisel võib БФ-liime kasutada metallpaikade liimimiseks silindriploki ja plokikaane jahutussärgile, käigukasti karterile, kütusepaagile, radiaatori anumatele ja teistele detailidele. On võimalik liimida ka armatuuri, elektriseadmete ja teiste mehhanismide tekstoliidist ja metallist detaile.

§ 48. MITTEMETALSETE MATERJALIDE LIIMIMINE METALLIDELE

Liim BC-10T. Liim BC-10T kujutab endast sünteetiliste vaikude lahust orgaanilistes lahustites. Seda toodavad keemiatööstuse ettevõtted valmis kujul. Säilitamise kestus on 6 kuud. Väliselt on ta ühtlane läbipaistev tumepunane vedelik ilma kõrvaliste mehaaniliste lisanditeta ja sadestusteta.

Liimiga BC-10T saab liimida mitmesuguseid metalle ja mittemetalseid materjale mis tahes kombinatsioonis. Saadud liited talu-vad temperatuuri 200° C kuni 200 tundi ja temperatuuri 300° C kuni 5 tundi. Liimi tahkumise temperatuur on 180±5° C. Ta on hea soojusjuht. Liim on vastupidav veele, külmale ja naftasaadustele. Autoremondiettevõtetes kasutatakse seda liimi friktsioonkatete liimimiseks piduriklotsidele ja siduriketastele.

Liim BC-10T on tulekindel ja töölistele kahjutu.

Friktsioonkatete liimimise tehnoloogilise protsessi skeem.

1. Puhastada liimitavate detailide pinnad abrasiivketta, metallharja või jämedateralise smirgelriidega. Varem külge liimitud friktsioonkatete ja liimi jääke on võimalik eemaldada ka termiliselt. Selle meetodi puhul kuumutatakse detaile gaasipõleti leegiga või ahjus temperatuurini 280 . . . 400° C, mille järel eemaldatakse vana friktsioonkatte jäägid ja puhastatakse pinnad metallharjaga. Pindade töötlemine abrasiivketta või smirgelriidega võimaldab peale rooste eemaldamise suurendada ka liimitavate pindade karedust.

2. Rasvatustada liimitavate detailide pinnad atsetooni, lakibensiini või bensiiniga «galoša» ja hoida detaile 10 minutit temperatuuril 18 . . . 20° C, et lahusti täielikult lenduks.

3. Kanda liim liidetavate detailide pinnale jõhvpintsliga ühtlase 0,1 . . . 0,2 mm paksuse kihina.

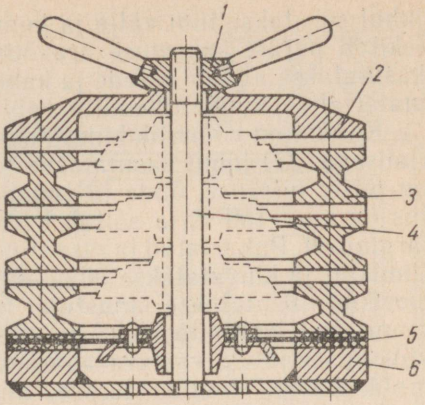
4. Hoida detaile 25 . . . 30 minutit õhu käes temperatuuril 18 . . . 20° C, et lahusti aurud liimist täielikult lenduksid. Selle tunnuseks on liimikihi kuiv pind.

5. Suruda liimitavad detailid kokku rõhu all 3 . . . 4 kG/cm² spetsiaalse rakisega. Joonisel 216 on toodud siduriketaste ja friktsioonkatete kokkusurumise rakis.

6. Töödelda liimõmblust termiliselt 45 minutit temperatuuril 180±5° C kuivatuskapis, kuhu detailid asetatakse koos rakisega.

7. Jahutada detailid õhu käes temperatuurini 20 . . . 30° C ja eemaldada nad rakisest. Vajaduse korral eemaldada liimipiisad kaabitsa või terava noaga.

8. Kvaliteedi kontrollimine. Friktsioonkatete piduriklotsidele liimimise kvaliteeti kontrollitakse valikuliselt (10%) nihkele spetsiaalses seadises 20-tonnisel pressil. Katsetamisel peab jõud olema kuni 8 T ja koormamise kiirus 1000 kG/min. Kui pressi manomeetri näidul 30 . . . 35 kG/cm² friktsioonkate kohalt ei liigu, loetakse liimimise tugevus rahuldavaks.



Joon. 216. Siduriketaste ja friktsioonikatete kokkusurumise rakis:
1 — mutter; *2, 3* — survekettad; *4* — telg; *5* — siduriketas; *6* — plaat

Katsetuste tulemused näitavad, et friktsioonkatte ja terase vahelise liimliite tugevus on temperatuuri vahemikus 50 . . . 250° C küllalt kõrge. Ta on praktiliselt võrdne materjali enda tugevusega nendel temperatuuridel. Puruneb tavaliselt katte materjal. Liimliite tugevus sõltub kahe detaili kokkupuutepinnast liimi tahkumise perioodil. Seepärast on väga oluline, et liimimisel oleksid detailid tihedalt kogu pinna ulatuses kokku surutud. Katsed on näidanud, et auto ЗИЛ-164 pidurite friktsioonkatteid ei saa suhteliselt suure jäikuse (paksus $16^{+0,2}$ mm) tõttu kogu pinna ulatuses tihedalt vastu klotse suruda, mistõttu neid ei ole võimalik liimida. Siduriketastele saab friktsioonkatteid liimida siis, kui viimased on ilma vedrulehtedeta, s. t. liimitavad pinnad on tasased.

Kokku võttes aga on friktsioonkatete liimimine tootlikum ja ökonoomsem kui neetimine.

Liimid nr. 88, nr. 88H, ЗИЛ-4010 ja «leukonaat». Liime nr. 88, nr. 88H ja ЗИЛ-4010 kasutatakse vulkaniseeritud kummi ja riide liimimiseks metalli, puidu ja teiste materjalide külge külmalt. Liimliidet ei riku vesi, külm ja lahjad (5 . . . 10-protsendilised) happelahused. Liimid ei põhjusta metalldetailide korrosiooni. Liite tõmbetugevus on 15 . . . 20 kG/cm². Liim talub temperatuuri 60 . . . 70° C. Õlidele, vedelkütustele ja lahustitele ei ole liim vastupidav.

Enne liimimist puhastatakse detailide pinnad karestuspingil või smirgelriidega, rasvatustatakse ja kuivatatakse Siis kantakse kummi ja metalli ettevalmistatud pindadele ühtlane liimikiht ja lastakse täielikult kuivada. Toatemperatuuril kestab kuivamine 8 . . . 10 minutit. Seejärel kantakse peale teine liimikiht, mida ei kuivatata lõplikult, vaid seni, kuni liimikile veel kleepub (1 . . . 3 minutit). Sel hetkel asetatakse kummi metallile ja rullitakse hoolikalt kinni. Kui on võimalik, asetatakse pärast rullimist kummile raskus, mis tekitab pindsurve 0,2 . . . 0,3 kG/cm². Detaile hoitakse selle koormuse all 24 tundi. Liiga kõrge rõhk vähendab liimliite tugevust, sest sel

juhul surutakse liim välja ja kummi deformeerub. Deformeerumine tekitab pärast koormuse äravõtmist lisapingeid. Nimetatud liime kasutatakse autode kerede ja kabiinide kokkumonteerimisel polstermaterjalide, kummitihendite, vaipade jms. kinnitamiseks.

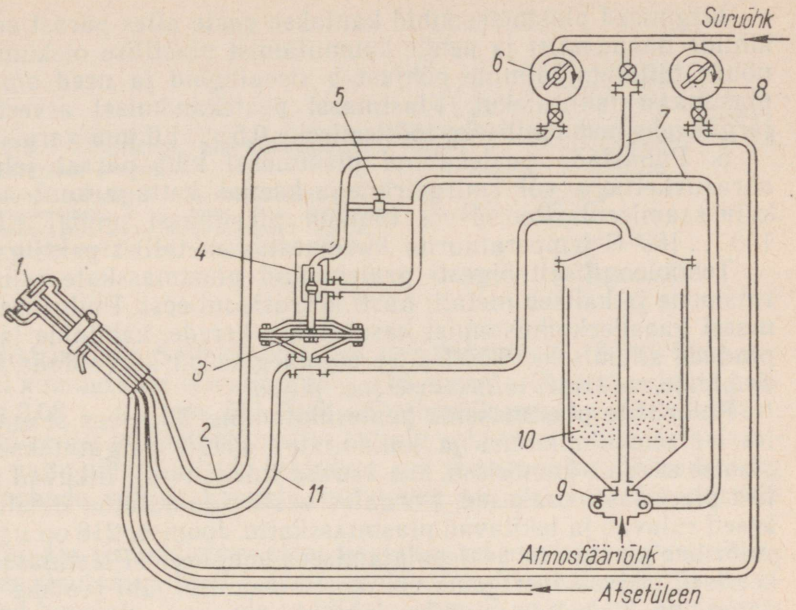
Kummi on võimalik kinnitada metalli külge ka kuumvulkaniseerimisega. Sel juhul kasutatakse liimi «leukonaat». Selline liimliide on püsiv niiskuse, õlide ja vedelkütuste suhtes. Liite kuumuskindlus on kuni 150° C ja sõltub kummi kuumuskindlusest. Liimitakse järgmiselt. Puhastatud ja rasvatustatud metalli pinnale kantakse üks liimikiht ja kuivatatakse 30 ... 40 minutit. Liimitavad toorkummist toorikud niisutatakse lahustiga. Siis asetatakse detailid koos neile kinnitatud kummitoorikutega pressvormi, millele järgneb kummi vulkaniseerimine vastava aparaadiga. Liimiga «leukonaat» on võimalik kummi liimida terase, alumiiniumisulamite, valgevase ja teiste materjalide külge.

§ 49. PLASTMASSIDEGA KATMINE

Gaasileekpihustus. Protsess seisneb selles, et ettevalmistatud detailipinnale pihustatakse suruõhuga läbi spetsiaalse gaasipõleti leegi plastmassipulbrit. Kuumenemise tõttu muutuvad plastmassi osakesed plastilisteks. Suruõhk paiskab nad eelnevalt kuumutatud metalli pinnale. Poolvedelas plastilises olekus osakesed sidestuvad üksteisega ja metalliga, tekitades tugeva katte. Pihustamiseks kasutatakse plastmassipulbrit ТПФ-37 või ПФН-12, mille koostis on järgmine: 54% polüvinüülbutüraalvaiku, 23% grafiiti, 21% iditooli, 2% urotropiini.

Gaasileekpihustamiseks kasutatakse spetsiaalset universaalseadet УПН-4Л, millega on võimalik kanda metallipinnale mitte ainult sulas olekus olevaid plastmassipulbreid, vaid ka metallipulbrit ja emaili.

Seade koosneb toitepaagist, mis täidetakse plastmassipulbriga ТПФ-37 või ПФН-12, ning kuumutamise ja pihustamise põletist. Seade töötab järgmiselt (joon. 217). Suruõhk saabub rõhu all 3 kG/cm² regulaatori *8* kaudu põletisse *1*, imedes kaasa atsetüleeni. Suruõhku juhitakse põletisse *1* ka läbi regulaatori *6* piki kanalit *2* rõhu all kuni 2 kG/cm². See tekitab kanalis *11* hõrenduse ja imeb paagist *10* kaasa plastmassipulbrit. Kanalis *11* tekitatava hõrenduse mõjul avab pneumokambri diafragma *3* klapi *4*, mille tulemusel pääseb suruõhk mööda kanaleid *7* toitepaagi vibraatorisse *9*. Kraan *5* peab olema suletud. Niiviisi antakse üheaegselt põleti töö algusega ette ka pulbrit, avaneb klapp *4* ja vibraator alustab tööd. Põleti töö katkestamisel lõpeb pulbri etteandmine automaatselt ja vibraator lülitub välja. Kraani *5* avamisel on võimalik juhtida suruõhku vibraatorisse *9* ilma klappi *4* läbimata. Seetõttu vibreerib plastmassipulber ka siis, kui põleti ei tööta, mis väldib pulbri tihe-



Joon. 217. Plastmassi gaasileekpihustamise seadme УПН-4Л skeem

nemist ja riknemist ning tagab selle ühtlase etteandmise. Atsetüleeni asemel on ökonoomsem kasutada looduslikku gaasi.

Plastmassi gaasileekpihustamine toimub järgmiselt.

1. Puhastada kaetav pind roostest ja tagist ning karestada. Selleks töödeldakse pinda metallipuru, abrasiivkäia, metallharja või smirgelriidega.

2. Kuumutada ettevalmistatud pind kuumutus-pihustuspõleti leegiga temperatuurini 160 . . . 180° C, vältides ülekuumenemist ja tagi tekkimist. Viimane takistab plastmassi sidestumist. Kuumutamise temperatuuri kontrollitakse muutevärvuse järgi (helekollane) või soojustundlike pliiatsitega. Viimased kujutavad endast soojustundlike pigmentidega täidetud vahavardaid, mis teatud temperatuuridel muudavad oma värvust. Kuumutatud detaili pinnale kantakse pliiatsiga mõned jooned ja jälgitakse nende värvuse muutumist. Mõõtmise täpsus on ±5°. Teatud temperatuurile vastavad joonte värvused on toodud pliiatsitele lisatud juhendis.

3. Kanda plastmassikiht detaili kuumutatud pinnale.

4. Tihendada pealekantud ja veel mitte tahkunud plastmassi kiht külmade silindriliste terasrullidega või pahtliga. Ühtede või teiste tööriistade valiku määrab töödeldava pinna kuju. Rulle jahutatakse aeg-ajalt külmas vees.

Järgmised plastmassikihid kantakse peale alles pärast eelmiste kihtide tihendamist ja nende kuumutamist plastilise olekuni. Selle nõude täitmata jätmine põhjustab sisepingeid ja need omakorda plastmassi lahtitulekut. Plastmassi pealekandmisel arvestatakse järgnevaks mehaaniliseks töötlemiseks 0,5 ... 1,0 mm varu.

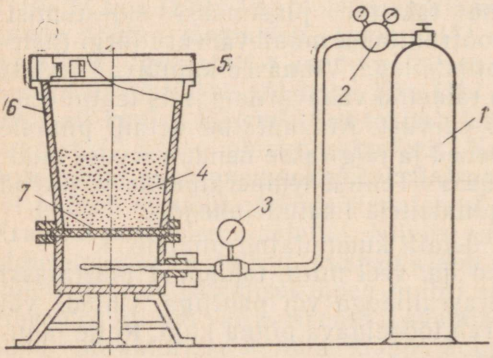
5. Puhastada pealekantud plastmassi kiht pärast jahtumist abrasiivkettaga või smirgelriidega kaetud kettaga kuni nõutava kuju saamiseni. Poorid või tühikud plastmassi pinnal silutakse 160 ... 180° C temperatuurini kuumutatud metallist pahtliga.

Tehnoloogiliselt õigesti pealekantud plastmasskate talub vibratsioone ja kaitseb metalli hästi korrosiooni eest. Pulbrilise plastmassi gaasileekpihustamist kasutatakse kerede, kabiinide ja välispindade silumiseks. Töötlemise eesmärgiks on kõrvaldada keevisõmbluste, mõlkide, lainelisuse jne. jäljed.

Pulbriliste plastmasside pealesulatamine. Protsess seisneb selles, et ettevalmistatud ja kuumutatud detail paigutatakse spetsiaalse seadme kambrisse, kus asuvad intensiivselt liikuvad pulbrilise plastmassi osakesed. Põrgates vastu kuumutatud detaili, osakesed sulavad ja tekitavad plastmasskatte. Joonisel 218 on näidatud pulbrilise plastmassi pealesulatamisseadme skeem. Plastmassipulbri keerised tekivad inertgaasi või õhu suubumisel läbi seadme poorse vaheseina *7* plastmassipulbri kihti *4*.

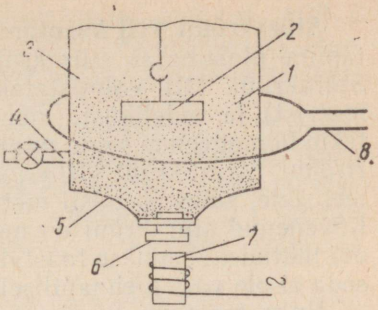
Pealesulatamise tehnoloogia koosneb detaili ettevalmistamisest (puhastamine, rasvatustamine ja pinna karestamine), kuumutamisest, plastmassi pealesulatamisest, jahutamisest ja termilisest töötlemisest. Detaili need kohad, mida plastmassiga ei kaeta, kaitstakse spetsiaalse määrde, lehtasbesti, õhukese metall-lehega jne.

Kaetavad detailid kuumutatakse muhvelahjus temperatuurini 350 ... 380° C ja asetatakse spetsiaalsete haaratsite abil plastmassi pealekandmise kambrisse. Sõltuvalt katte paksusest hoitakse detaile kambris 1 ... 5 sekundit. Detailide termilise töötlemise eesmärgiks on kõrvaldada pealesulatatud plastmassi kihis pingeid ja tekitada



Joon. 218. Pulbrilise plastmassi keerispealesulatamise seadme skeem:

1 — inertgaasi- või õhuballoon; *2* — reduktor; *3* — manomeeter; *4* — plastmassipulber; *5* — ventilatsiooniäratõmme; *6* — pealesulatamiskamber; *7* — poorne vahesein



Joon. 219. Vibreeriva plastmassipulbri pealesulatamise skeem:
1 — plastmassipulber; *2* — kaetav detail; *3* — pealesulatuskamber; *4* — toru; *5* — kambri põhi (membraan); *6* — elektromagneti ankur; *7* — elektromagnet; *8* — kõrgsagedusseadme induktor

kristallstruktuur. Selleks hoitakse detailid 140 ... 160° C temperatuurini kuumutatud õlivannis 15 ... 16 minutit. Plastmasskatte paksus on 0,08 ... 0,2 mm. Sel viisil on võimalik kanda polüamiididest, polüetüleenist või polüstüroolist katteid suhteliselt väikestele detailidele, nagu piduriklotside telgedele, esi- ja tagapiduri pöörade ning roolihoobade võllide kaeltele, mitmesuguste pukside tööpindadele jms.

Mõnedes remondiettevõtetes kaetakse sel meetodil galvaaniliste vannide riputusseadised polüetüleeniga. Need katted on väga vastupidavad hapetele, leelistele ja õlidele, samuti on nad heade dielektriliste omadustega.

Pulbrilist plastmassi kantakse peale spetsiaalseadmetega, milles plastmassi osakesed pannakse elektromagnetilise vibraatoriga liikuma. Sellise seadme põhimõtteskeem on näidatud joonisel 219. Kaetavat detaili on võimalik kuumutada kõrgsagedusvooluga. Selleks valmistatakse pealesulatuskamber plastmassist ja ümber kambri asetatakse kõrgsagedusseadme induktori keerd.

Kaproonkatet soovitatakse kanda peale järgmises järjekorras. Puhastatud ja rasvatustatud detaili tuleb 3 ... 5 minutit kontsentreeritud lämmastikhappes söövitada, siis aga pesta hoolikalt veega ja kuivatada õhujoaga. Seejärel kuumutatakse teda ahjus või pliivannis temperatuurini 350° C, asetatakse kambrisse, milles on hõljuv plastmass ja hoitakse seal 5 ... 20 sekundit. Siis võetakse detail kambrist välja ja jäetakse kuumalt seisma, kuni pinnal olevad plastmassi osakesed täielikult sulavad. Pärast seda kastetakse detail õlivanni, kus ta jahtub umbes 100° C temperatuurini. Plastmasskate muutub siledaks ja tasaseks. Pealesulatatud kihi vigastuse või kulumise korral on võimalik katta detail plastmassiga teistkordselt. Selleks lõõmutatakse teda temperatuuril 600 ... 650° C, puhastatakse tekkivast kilest ja korratakse pealesulatamist.

Plastmasskatte kandmine detaili kulunud pinnale ei nõua keerukat seadmestikku, tehnoloogia on lihtne ja seda on võimalik rakendada igas autoremonditehases.

Detailide plastmassidega katmise töömaht on mitu korda väiksem kui galvaaniliste katete pealekandmisel.

Stürakrüüli ТШ kasutamine. Tähelepanu väärib detailide taastamine plastmassi stürakrüül ТШ kandmisega kulunud pinnale. Stürakrüül ТШ valmistatakse peenest sõredast pulbrist (polümeerist) ja vedelikust (monomeerist) vahekorras 1 : 1. Segamisel tekib homogeenne segu, mis kõveneb toatemperatuuril ja atmosfäärirõhul. Strürakrüül ТШ on vastupidav mineraalõlidele, hapetele ja leelistele, sidestub hästi metallidega, on kõrge kulumiskindlusega. Kõvenenud stürakrüül on mehaaniliselt kergesti töödeldav. Paljudel juhtudel saadakse taastatavatel detailidel niivõrd puhas pind, et seda ei ole vaja mehaaniliselt töödelda.

Enne taastamist puhastatakse ja rasvatustatakse detaili pind hoolikalt. Stürakrüül valatakse koostöötavate detailide vahele, millest üks kuulub taastamisele, teine on aga pressvormiks. Stürakrüüli massile võib nõutava kuju anda ka spetsiaalsete pressvormidega. Et stürakrüül ei kleepuks taastamisele mittekuuluvate detailide külge, määritakse need kokku silikoonõliga või kaetakse õhukese parafiinkilega. Kui detaili pind on kulunud vähe, tuleb seda pealesulatatava kihi paksuse suurendamiseks töödelda. Näiteks treitakse veerelaagripesi 1 ... 2 mm. Pärast valamist peavad detailid jääma 12 ... 15 tunniks liikumatult seisma, mis on vajalik stürakrüüli lõplikuks tahkumiseks. Stürakrüüliga taastatakse näiteks metallilõikepinkide käigukruvide mutrite kulunud keermeid. Vana keere lõigatakse maha, mutri avasse asetatakse vastav polt ja valatakse poldi ja mutri vahesse stürakrüül. Stürakrüüliga kokkupuutuv poldi keere kaetakse eelnevalt parafiini või stearііniga. See tagab taastatud keermesliites vajaliku lõtku.

Stürakrüüli pealesulatamisega on võimalik taastada diferentsiaaliristmiku tappide kulunud avasid, esiratta rummu laagripesi, pragunenud ja murenenud plastmassiga roolirattaid jne.

Stürakrüül annab detailide taastamisel tunduvat majanduslikku efekti. Meetod on lihtne, ei nõua suurt töökulu ja kõrge kvalifikatsiooniga tööjõudu, võimaldab kokku hoida värvilisi metalle. Stürakrüüli rakendusvõimalusi on detailide taastamisel vaja laiendada.

Tehnilise akrülaadi ACT-T kasutamine. Tehniline akrülaat ACT-T kujutab endast spetsiaalset akrüülvaiku. See plastmass ei ole tahkes olekus hügroskoopne, on küllalt tugev ja kulumiskindel. Ta sidestub metallide ja plastmassidega. Autoremondiettevõtetes kasutatakse plastmassi ACT-T edukalt rooliratastе mõrade ja killunenud kohtade täitmiseks.

Taastamine toimub järgmiselt. Praod faasitakse ristmeisliga 8 ... 10 mm laiuselt kuni metallkarkassini. Roolirattalt lahtitulnud plastmass raiutakse maha, karkassi metallosad puhastatakse roostest ja karestatakse meisli abil täkkimisega. Samuti karestatakse meisli või viili abil plastmassi servad. Puhastatud pind rasvatustatakse vedelikuga ACT-T. Selliseit ettevalmistatud pinnale

kantakse plastmass, mis koosneb kahest osast pulbrist ACT-T (polümeerist) ja ühest osast vedelikust ACT-T (monomeerist). Pealekantavale plastmassile nõutava kuju andmiseks kasutatakse spetsiaalseid šabloone.

Toatemperatuuril tahkub plastmassikiht täielikult 15 ... 25 minutiga. Pärast tahkumist eemaldatakse liigne plastmass mis tahes lõikeriistaga (viili, kaabitsa, abrasiivkettaga vms.), puhastatakse smirgelriidega ja kaetakse lakiga. Kuna plastmass ACT-T tahkub kiiresti, tuleb teda valmistada tõmbekapis väikestes kogustes (80 ... 150 g).

§ 50. TÖÖKOHTADE KORRALDAMINE JA OHUTUSTEHNIKA

Töökohtade korraldamine. Liimide ja plastmasstööde jaoskonda kuulub tootmisruum ja sanitaarpunktina ehitatud elukondlikud ruumid (koduse riietuse ruum, dušikabiin, riietusruum, eririietuse ruum, tualettruum, kuuma ja külma veega pesemisruum).

Tootmisruumi kasulik pind peab võimaldama seadmete paigaldamisel jätta vähemalt 2 m laiused läbikäigud. Ruumi kõrgus olgu vähemalt 3,2 m. Ruumil peab olema kaks isoleeritud väljapääsu. Ruum olgu kuiv ja valge. Seinad, lagi ja põrandad peavad olema pestavad kuuma vee ja seebiga.

Tootmisruumi töökohtadele paigaldatakse järgmised seadmed: spetsiaalsed kergesti pestavate materjalidega (plastikaadiga, tsingitud terasplekiga) kaetud töölauad, tõmbekapp, detailide mehaanilise töötlemise pingid, materjalide, anumate ja tööriistade hoidmise riiulid ja kapid. Epoksüliimidega taastatakse detaile spetsiaalsel töölaual, mille külgedel on tõmbeventilatsioon. Sisseseade tööpinnad peavad olema siledad ja kaetud kergesti pestava materjaliga. Liimide kuumutusseadmed tuleb paigutada eraldi ruumi, sest mõned liimimisel või pastade pealekandmisel kasutatavad ained (atsetoon, bensiin jms.) on plahvatus- ja tuleohtlikud. Detailide ülepuhumiseks peab töökohtadel olema suruõhumagistraal.

Detailide taastamisel, mille kaal on üle 16 kg (silindriplokid, mitmesugused karterid), tuleb töökoht varustada tõste-transpordiseadmetega.

Töökoht tuleb hoida puhas ja pärast töö lõppu puhastada tolmuimeja ning niiske lapiga. Liimide kasutamisel kaetakse töölauad tiheda paberiga, mis pärast töö lõppu ära põletatakse. Kuna anumaid on epoksüliimidest raske puhastada, soovitatakse kasutada paberist või papist anumaid, mis ka põletatakse pärast töö lõppu.

Ohutustehnika põhinõuded. Enamik liime ja plastmasse on inimese organismile rohkem või vähem kahjulikud. Mõned liimid ja plastmassid on tuleohtlikud. Seepärast on ohutuks töötamiseks

vaja teada ja täita teatud ohutusnõudeid, mis olenevad sellest, missuguseid liime ja plastmasse kasutatakse.

Epoksüliimid ärritavad nahka ja limaskesta. Analoogiliselt mõjuvad klaasriie ja klaaskiud. Mõned epoksüliimid on tuleohtlikud.

Kõiki epoksüliime tuleb valmistada ja kasutada selleks ettenähtud ruumides, mis on kahjulike gaaside eraldumise kohtades varustatud ventilatsiooniga. Elektrijuhtmestik ja elektriseadmed peavad olema plahvatuskindlad. Tootmisruumis peab olema pesukauss külma ja sooja veega. Liime tohib valmistada ainult tõmbekapis.

Töötada lubatakse ainult tihedast riidest eririietuses, käisekaitsete, kummeeritud põlle, meditsiiniliste kummikinnaste ja kaitseprillidega. Kodust ja eririietust tuleb hoida eraldi ja puhastada iga päev tolmuimejaga. Eririietust peab pesema igal nädalal. Enne töö algust tuleb kätele määrida õhuke kiht seebipastat (habemeajamiskreemi). Epoksüliimi või selle üksikuid komponente on keelatud puudutada paljaste kätega. Liimi tuleb kanda detailile metallist, puidust või kummist pahtliga, pintsliga või teiste abinõudega. Tootmisruumis on keelatud suitsetada ja süüa, samuti viibida seal töö vaheajal. Vahetuse kestel peavad töölised perioodiliselt pesema käsi ja nägu sooja veega. Nahale sattunud vaigu ja tahkesti pritsmed tuleb kohe eemaldada etüüleetris (ГОСТ 8313-60) niisutatud vatttampooniga ja pesta seejärel sooja veega. Atsetooni ja teisi lahusteid sel otstarbel kasutada ei soovitata. Epoksüliimide komponente tuleb hoida hermeetiliselt suletud taaras. Tuleb vältida klaaskiu sattumist nahale, silma ja hingamisteedesse.

Kõik epoksüliimidega töötavad töölised peavad eelnevalt läbima arstliku järelevaatuse. Peale selle tuleb neid perioodiliselt, vähemalt kord aastas, arstlikult läbi vaadata.

Epoksüliimidega töötamiseks ettenähtud ruumides peavad olema tulekustusvahendid (tulekustutid, asbestvaip ja liivakastid).

Liimid БФ on tuleohtlikud. Nendega töötamisel on vaja täita tuleohutusnõudeid.

Liimid nr. 88, nr. 88H ja «leukonaat» on kahjulikud tööliste tervisele. Ruumides, kus neid liime kasutatakse, peab olema läbitõmbeventilatsioon. Liimide nr. 88 ja nr. 88H kasutamisel peavad olema käepärast tulekustutusvahendid.

Plastmassi gaasileekpihustamine on seotud plastmassi lagunemisel (ülekuumenemisel) tekkivate lenduvate produktidega, ümbritseva õhu saastamisega plastmassipulbri tolmuga ja atsetüleeni põlemissaadustega. Põleti leegi ere valgus on kahjulik ka silmadele. Plastmassipulbrid ТПФ-37 ja ПФН-12 on kahjutud ja ei ole tervisele ohtlikud.

Kahjulike gaaside ja tolmu eemaldamiseks tootmisruumist varustatakse statsionaarsete seadmete juures olevad töökohad tõmbeventilatsiooniga. Silmade kaitsmiseks gaasipõleti leegi ereda valguse eest tuleb pihustamisel kanda tumedate klaasidega kaitseprille. Töölised peavad täitma gaasiballoonide ja atsetüleenigene-

raatorite käsitsemise eeskirju (vt. ohutustehnika eeskirju keevitustöödel).

Survevoolikud peavad kõigil juhtudel olema kinnitatud klambritega, mis ei lase neil lahti tulla. Gaasi väljapääsu ja süttimise vältimiseks tuleb järjekindlalt kontrollida kõiki torustiku ühenduskohti. Töökoha lähedal ei tohi olla kergesti süttivaid esemeid.

Stürakrüülvedelik (monomeer) on tuleohtlik. Seepärast on seda keelatud valmistada ja ümber valada lahtise tule lähedal.

Rahvusvahelise SI süsteemi ühikute vahekord teiste süsteemide ühikutega, samuti mõnede füüsikaliste suuruste süsteemiväliste ühikutega

Suuruse nimetus	SI süsteemi ühikud		Teiste süsteemide ühikud		
	Mõõtühiku nimetus	Mõõtühiku tähis	Mõõtühiku nimetus	Mõõtühiku tähis	Sisaldab SI süsteemi ühikuid
Pikkus	meeter	m	sentimeeter	cm	10^{-2}
Pikkus	meeter	m	mikron*	µm	10^{-6}
Mass	kilogramm	kg	gramm	g	10^{-3}
Mass	kilogramm	kg	tonn	t	10^{3}
Mass	kilogramm	kg	karaat	ct	$2 \cdot 10^{-4}$
Aeg	sekund	s	tund	h	3600
Aeg	sekund	s	minut	min	60
Tasanurk	radiaan	rad	kraad	°	$\frac{\pi}{180}$
Tasanurk	radiaan	rad	minut	′	$\frac{\pi}{108} \cdot 10^{-2}$
Pöördenurk	radiaan	rad	pööre	p	2π
Pindala	ruutmeeter	m^2	ruutsentimeeter	cm^2	10^{-4}
Ruumala	kuupmeeter	m^3	kuupsentimeeter	cm^3	10^{-6}
Ruumala	kuupmeeter	m^3	liiter	l	10^{-3}
Joonkiirus	meeter sekundis	m/s	meeter minutis	m/min	0,0167
Joonkiirus	meeter sekundis	m/s	kilomeeter tunnis	km/h	0,28
Nurkkiirus	radiaan sekundis	rad/s	pööre minutis	p/min	$\frac{\pi}{30}$
Jõud	njuuton	N	jõukilogramm	kG	9,81
Jõud	njuuton	N	jõutonn	T	$9{,}81 \cdot 10^{3}$
Jõumoment	njuuton-meeter	N · m	kilogramm-meeter	kG · m	9,81
Rõhk (mehaaniline pinge)	njuuton ruutmeetrile	N/m^2	kilogramm ruutsentimeetrile	kG/cm^2	$9{,}81 \cdot 10^{4}$
Rõhk	njuuton ruutmeetrile	N/m^2	kilogramm ruutmillimeetrile	kG/mm^2	$9{,}81 \cdot 10^{6}$
Võimsus	vatt	W	hobujõud	hj	735,5
Töö, energia	džaul	J	kilovatt-tund	kW · h	$3{,}6 \cdot 10^{6}$

* ГОСТ 9867—61 järgi on mikroni uueks nimetuseks mikromeeter.

SISUKORD

Eessõna 3

Esimene jagu. **Autode kapitaalremondi tehnoloogia**

1. peatükk. Üldalused 5
§ 1. Üldmõisted 5
§ 2. Remondisüsteem 7
§ 3. Remondimeetodid ja -liigid 9
2. peatükk. Tehnoloogilise protsessi skeem 10
3. peatükk. Autode ja agregaatide remonti võtmine ja väline pesemine 13
4. peatükk. Autode lahtivõtmine 17
§ 4. Protsessi organiseerimise viisid 17
§ 5. Seadmed, abinõud ja tööriistad 19
§ 6. Lahtivõtmise tehnoloogiline protsess 62
§ 7. Töökohtade korraldamine ja ohutustehnika 68
5. peatükk. Detailide pesemine ja puhastamine 89
6. peatükk. Detailide kontrollimine ja sorteerimine 108
§ 8. Üldmõisted 108
§ 9. Detailide kontrollimine 109
7. peatükk. Detailide komplekteerimine 127
§ 10. Protsessi otstarve ja korraldamine 127
§ 11. Komplekteerimise meetodid 130
§ 12. Töökohtade korraldamine 143
8. peatükk. Agregaatide koostamine ja katsetamine 144
§ 13. Üldmõisted 144
§ 14. Detailide ja sõlmede tasakaalustamine 157
§ 15. Agregaatide koostamine 162
§ 16. Agregaatide sissetöötamine ja katsetamine 173
9. peatükk. Auto üldine kokkumonteerimine, katsetamine ja üleandmine 189
§ 17. Koostamine 189
§ 18. Autode katsetamine ja üleandmine 190

Teine jagu. **Autodetailide taastamise meetodid**

10. peatükk Detailide defektide ja taastamisviiside liigitus 194
§ 19. Hõõrdumine ja kulumine 194
§ 20. Defektide liigitus 196
§ 21. Taastamisviiside liigitus 199
11. peatükk. Remondilukksepatööd 202
§ 22. Üldmõisted 202
§ 23. Remontmõõtmetesse töötlemine 207
§ 24. Lisadetailide kasutamine 209
§ 25. Töökohtade korraldamine ja ohutustehnika 217

12. peatükk. Survetöötlemine 219
§ 26. Üldmõisted 219
§ 27. Jämendamine 220
§ 28. Laialisurumine 222
§ 29. Venitamine 226
§ 30. Kokkusurumine 228
§ 31. Õgvendamine 230
§ 32. Rullimine 233
§ 33. Töökohtade korraldamine ja ohutustehnika 234
13. peatükk. Keevitamine ja pealesulatamine 235
§ 34. Üldmõisted 235
§ 35. Käsitsi kaarleekkeevitus, gaasikeevitus ja pealesulatamine . 237
§ 36. Keevitamise ja pealesulatamise mehhaniseeritud meetodid 253
§ 37. Töökohtade korraldamine ja ohutustehnika 273
14. peatükk. Metallitamine 277
§ 38. Üldmõisted 277
§ 39. Seadmestik 280
§ 40. Tehnoloogiline protsess 285
§ 41. Töökohtade korraldamine ja ohutustehnika 290
15. peatükk. Galvaanilised katted 291
§ 42. Üldmõisted 291
§ 43. Kroomimine, vasetamine ja nikeldamine 293
§ 44. Terastamine 306
§ 45. Töökohtade korraldamine ja ohutustehnika 312
16 peatükk. Detailide taastamine liimide ja plastmassidega 315
§ 46. Üldmõisted 315
§ 47. Metalldetailide taastamine ja ühendamine 316
§ 48. Mittemetalsete materjalide liimimine metallidele . . . 324
§ 49. Plastmassidega katmine 326
§ 50. Töökohtade korraldamine ja ohutustehnika 331
Lisa 334

Борис Владимирович Клебанов, Владимир Григорьевич Кузьмин, Георгий Александрович Прошин. РЕМОНТ АВТОМОБИЛЕЙ. Часть первая. На эстонском языке. Перевод с русского К. Алексиус. Оформление Э. Тали. Издательство «Валгус». Таллин, Пярнуское шоссе, 10.

Toimetaja A. Ora. Kunstiline toimetaja R. Tungla. Tehniline toimetaja S. Kohu. Korrektorid H. Kull ja S. Türn. Laduda antud 20. XII 1968. Trükkida antud 26. IX 1969. Kohila Paberivabriku trükipaber nr. 2, 60×90/16. Trükipoognaid 21. Arvestuspoognaid 22,28. Trükiarv 10 000. Tellimuse nr. 7539. Hans Heidemanni nim. Trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. I.

Hind 89 kop.

Kontrolleksemplar

89 kop.

A-30229

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00468432 2