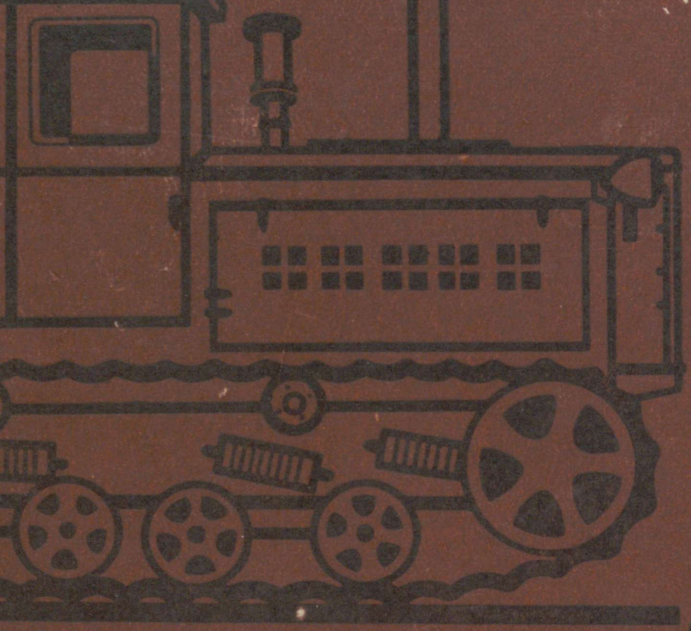
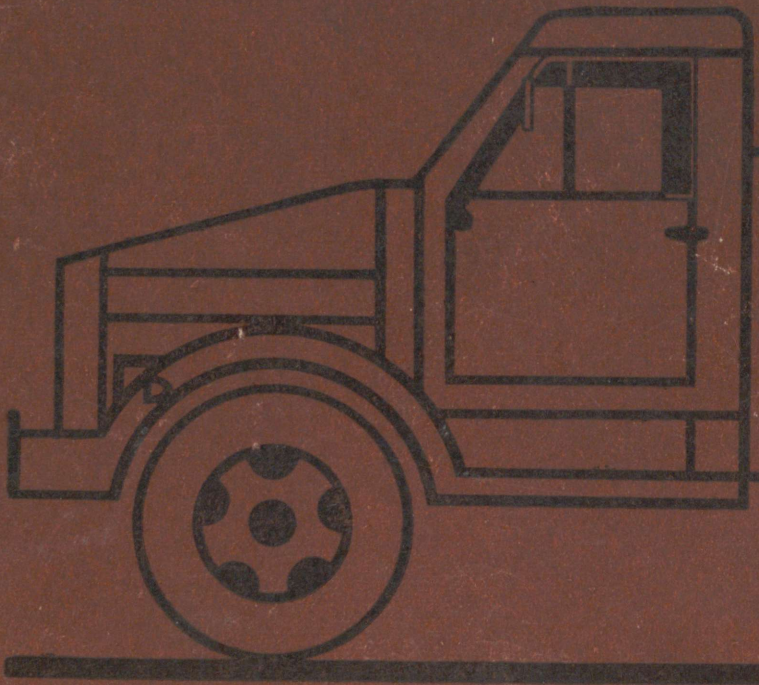


A. GUREVITŠ
J. SOROKIN

Traktorid ja autod



ÕPIKUD JA ÕPPEVAHENDID
PÕLLUMAJANDUSTEHNIKUMIDELE

A. GUREVITŠ, J. SOROKIN

TRAKTORID JA AUTOD

Vene NFSV Põllumajanduse Ministeeriumi Kaadri Keskeriõppeasutuste ja Kursuste Peavalitsuse poolt lubatud kasutada õpperaamatuna põllumajandustehnikumides põllu- ja metsamajanduse mehhaniseerimise erialal

5 9137

EESTI RIIKLIK KIRJASTUS
TALLINN 1963

631.3
694

Originaali tiitel:

А. М. Гуревич, Е. М. Сорокин

Тракторы и автомобили

**Издательство сельскохозяйственной литературы, журналов и плакатов
Москва 1961.**

Kaanekujundus V. Vare

Tõlkinud D. Märtmaa ja A. Ora

Käesolevas raamatus käsitletakse kodumaiste autode ja traktorite ehitust, nende tehnilist hooldamist, rikete avastamist ja kõrvaldamist, mootori ehituse ja töötamise teoreetilisi aluseid jm. Peamine tähelepanu on pööratud põllumajanduses kõige rohkem kasutatavate traktorite ДТ-54А, «Belaruss» МТЗ-5МС/ЛС, iseliikuva šassii Т-16 ning autode ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164 ehituse ja töötamise üldpõhimõtete valgustamisele. Nimetatud auto- ja traktorimarkide kõrval on ära toodud ka teiste kodumaiste autode ja traktorite põhilised konstruktiivsed erinevused.

Raamat on kirjutatud vastavalt Vene NFSV Põllumajanduse Ministeeriumi poolt kinnitatud õppeprogrammile «Traktorid ja autod» ning lubatud kasutada õppevahendina põllumajandustehnikumides «põllu- ja metsamajanduse mehhaniseerimise erialal.

Osad 1—5 ja 7 on kirjutanud A. M. Gurevitš, ülejäänud J. M. Sorokin.

2
Tartu Riikliku Ülikooli
Raamatukogu
59137

I peatükk

KODUMAISE TRAKTORI- JA AUTOEHITUSE ARENGU PÕHIETAPID

§ 1. Kodumaise traktoriehituse arengu põhietapid

Esinedes 1919. aasta algul partei VIII kongressil, juhtis V. I. Lenin tähelepanu kaasaegse tehnika tähtsusele väikemaapidamise sotsialistlikul ümberkorraldamisel. Ta ütles: «Kui me võiksime anda homme 100 000 esmaklassilist traktorit, varustada need bensiiniga, varustada need masinistidega (te teate väga hästi, et see on esialgu fantaasia), siis ütleks kesktalupoeg: «Ma olen kommuuna poolt» (s. o. kommunismi poolt).» *

Nõukogude Liidus on loodud hästi mehhaniseeritud sotsialistlik põllumajandus. Kui 1928. a. lõpul oli põllumajanduses ainult 18 000 traktorit (ümberarvestatult 15-hobujõulisteks) ja 700 veoautot, siis nüüd loetakse meil umbes 1 800 000 traktorit ja 700 000 veoautot.

Traktoril ja autol on pikk ajalugu. Nad loodi mitme põlvkonna andekate inimeste väsimatu otsingute ning sihikindla ja ennastsalgava töö tulemusel. Juba XVIII ja XIX sajandil rajasid vene leidurid, õpetlased ja insenerid aluse rööpmeteta transpordi ja ratasvööl liikuvate tank-veokite loomisele. 1752. aastal ehitas Nižegorodi kubermangu pärisori Leonti Samšurenkov «isejooksva kalessi». 1785. a. esitas professor M. M. Komov oma töödes «Põllutööst» ja «Põllutööriistadest» idee luua «kiirelt liikuvaid masinaid talupoegade töö kergendamiseks ja hobuste asendamiseks.» 1791. a. ehitas geniaalne vene tehnik I. P. Kulibin inimese lihaste jõul liikuma pandava «kolme rattaga isesõitja». Kulibini isesõitja väärib eriti tähelepanu, sest selles ilmnevad selgesti mitmed põhisõlmed, mida kasutatakse kaasaegsetel traktoritel ja autodel, nagu tagumised vedavad rattad, eesmine juhitav ratas, rool jm.

XIX sajandi algul töötas insener V. Gurjev «kuivamaa aurulaevade» loomise kallal, mis pidid kasutamist leidma koormate vedamisel põllumajanduses. Esimese «ekipaaži liikuvatel rööbastel», s. o. roomikkäiguga veoki maailmas töötas välja ja ehitas talupoja päritoluga vene armee ohvitser D. Zagrjažski 1830. aastal. 1876. aastal esitas suurtükiväe kapten Majevski roomikveomasina konstruktsiooni, milles liikumiskiiruste muutmiseks oli tarvitusele võetud käigukast. Andekas leiutaja, Saraatovi kubermangu Nikolski küla talupoeg Fjodor Abramovitš Blinov sai 1879. aastal privileegi (patendi) «erilise ehitusega, lõpututel rööbastel liikuvale koormate veo vagunile». Peaaegu üheaegselt F. A. Blinoviga ehitas teine leiutaja A. P. Kostikov-Almazov roomikkäigu, nimetades seda «kettideks, mis moodustavad teerajad soost üleminekul.» 1889. aastal demonstreeris F. A. Blinov Saraatovi näitusel maailma esimese roomikutega aurutraktori töötamist. XIX sajandi lõpul ehitatud aurujõuseadmed olid rasked, aeglasekäigulised ja ebaökonoomsed. Seepärast võimaldas kergete ja ökonoomsemate sisepõlemismootorite arenemine täiustada iseliikuvate vankrite konstruktsioone. Maailma esimene kergel vedelkütusel (bensiinil) ja elektrisüütega

* V. I. Lenin, Teosed, 29. kd., lk. 191.

töötava sisepõlemismootori esitas 1879. aastal I. S. Kostovitš. Kodumaise traktori- ja mootoriehituse arengus on aukoht F. A. Blinovi õpilasel Jakov Vassiljevitš Maminil, kes aastatel 1893—1895 ehitas iseliikuva vankri. See pandi liikuma naftal töötava sisepõlemismootoriga. Aastal 1902 konstrueeris insener G. Trinkler kompressioonsüütega mootori, milles vedelkütuse pihustamine toimus spetsiaalse seadisega. 1910. aastal ehitas J. Mamin esimese kodumaise traktori, millele oli paigutatud 25-hobujõuline kompressioonsüütega naftamootor.

Vene inimeste suurepärased leiutised ei leidnud põllumajanduslikult mahajäänud revolutsioonieelse Venemaa tingimustes mingit toetust ega ka materiaal-ökonoomilist baasi nende laiemaks kasutuselevõtmiseks. Mõisnikud eelistasid rohkem talupoegade tasuta tööjõudu kui traktoreid. 1917. aastal oli Venemaal ainult 165 traktorit.

Pärast Suure Sotsialistliku Oktoobrirevolutsiooni võitu avanesid piiramatud võimalused traktorite ja teiste keeruliste masinate kasutamiseks põllumajanduses. Ajajärgul 1918 kuni 1929 hakatakse meil traktoreid seeriaviisiliselt tootma. Sel ajal lastakse välja traktorid «Karlik,» «Mogul,» «Bolševik», «Kolomenets», «ФП» jt. Traktoriehituse hiiglaslik areng meie maal algas esimesel viisaastakul. 17. juunil 1930. aastal astus rivisse F. Dzeržinski nimeline Volgogradi Traktoritehas. Kohe selle järel oktoobris 1931. aastat alustas tööd G. Ordžonikidze nimeline Harkovi Traktoritehas. Mõlemad tehased hakkasid tootma ratastraktoreid. 1. juunil 1933. aastal hakkas Tšeljabinski Traktoritehas tootma võimsaid roomiktraktoreid C-60. 1934. aastal organiseeriti S. Kirovi nimelises Leningradi tehases vaheltharimise ratastraktorite «Universaal» tootmine vananenud traktorite «ФП» asemel. 1936—1937. a. läksid Volgogradi ja Harkovi tehased üle võimsate roomiktraktorite СХТЗ-НАТИ tootmisele, Tšeljabinski tehas aga hakkas välja laskma diiseltraktoreid C-65.

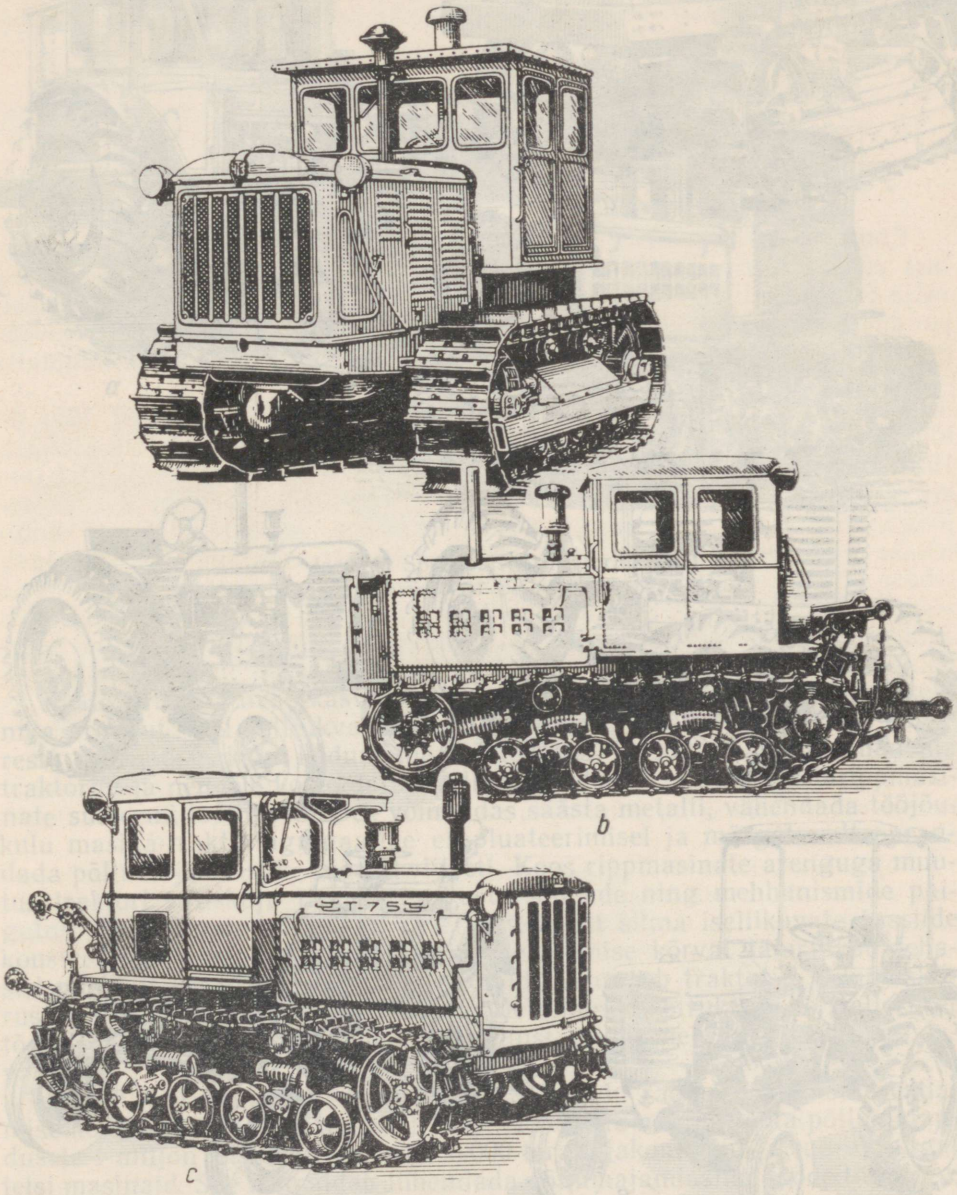
Suur Isamaasõda tekitas traktoritööstusele suurt kahju. Kuid just neil aastail astusid rivisse uued traktoritehased: 1943. aastal M. J. Kalinini nimeline Altai Traktoritehas, 1944. aastal Lipetski Traktoritehas ja 1945. aastal A. A. Ždanovi nimeline Vladimiri Traktoritehas. Taastati ka purustatud Volgogradi ja Harkovi traktoritehased. Pärast sõja lõppemist ehitati traktoritehas Minskisse, mis algul laskis välja traktoreid KT-12 metsatööstusele, hiljem aga läks üle diiselmootoriga varustatud vaheltharimise ratastraktorite «Belaruss» tootmisele.

Kodumaise traktoriehituse arenemise baasiks olid vene teadlaste suurepärased teoreetilised ja eksperimentaalsed uurimused. Mootorite soojusliku arvutuse meetodi töötas välja prof. V. J. Grinevetski ja seda arendasid edasi prof. E. K. Mazing ning N. R. Briling, samuti akadeemik B. S. Stetškin. Töötati välja ka dünaamika ja tugevusarvutuse meetodid (prof. L. K. Martens, R. S. Kinosošvili jt.). Kodumaiste traktorite progressiivne areng tugineb arvukatele uurimustele ja katsetele, mida on sooritanud teadusliku uurimise instituudid ja tehased, kuid samuti ka paljude teadlaste-akadeemikute V. P. Gorjatškini, B. S. Svirštševski ja V. N. Boltinski ning prof. J. D. Lvovi jt. töödele.

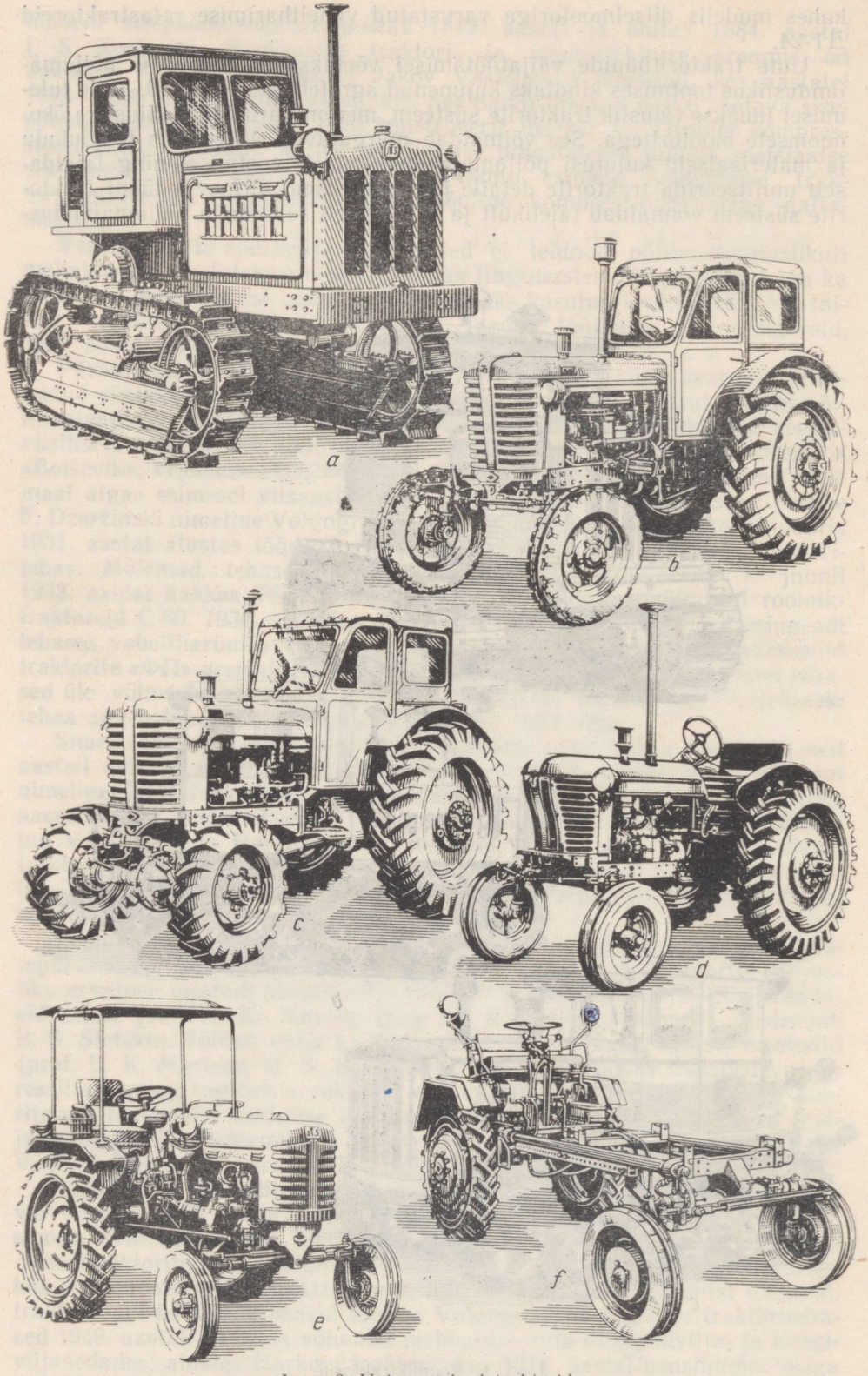
Sõjajärgsel perioodil on traktoriehitajad traktorite toodangut märgatavalt suurendanud, nende kvaliteeti parandanud ning loonud uusi konstruktsioone. 1946. aastal läks Tšeljabinski Traktoritehas üle võimsate diislitega roomiktraktorite C-80 tootmisele. 1948. aastal alustas Lipetski Traktoritehas diiselmootoriga roomiktraktorite КД-35 ja КДП-35 massilist tootmist, traktorit ДТ-54 aga hakkasid tootma Volgogradi ja Harkovi traktoritehased 1949. aastal. Et oleks võimalik mehhaniseerida töid puuvilja- ja köögiviljaaedades, alustas Harkovi traktoritehas 1951. aastal bensiinimootoriga (12 hj) ratastraktori ХТЗ-7 ja seejärel — alates 1955. a. — diiseltraktori ДТ-14 tootmist. 1955. aastal hakkas Vladimiri traktoritehas välja laskma

kahes mudelis diiselmootoriga varustatud vaheltharimise ratastraktoreid ДТ-24.

Uute traktoritüüpide väljatöötamisel võetakse meil arvesse põllumajanduslikus tootmises kindlaks kujunenud agrotehnilisi nõudeid. Selle tulemusel luuakse täiuslik traktorite süsteem, mis on varustatud täiuslike ökonoomsete mootoritega. See võimaldab märgatavalt vähendada tööjõukulu ja materiaalseid kulutusi põllumajandussaaduste tootmisel ning laialdaselt unifitseerida traktorite detaile ja mehhanisme. Erinevat tüüpi traktorite süsteem võimaldab täielikult ja igakülgselt rahuldada põllumajandus-



Joon. 1. Roomiktraktorid:
a — tööstuslik traktor C-100; *b* — üldotstarbeline põllumajanduslik traktor ДТ-54А; *c* — üldotstarbeline põllumajanduslik traktor Т-75.

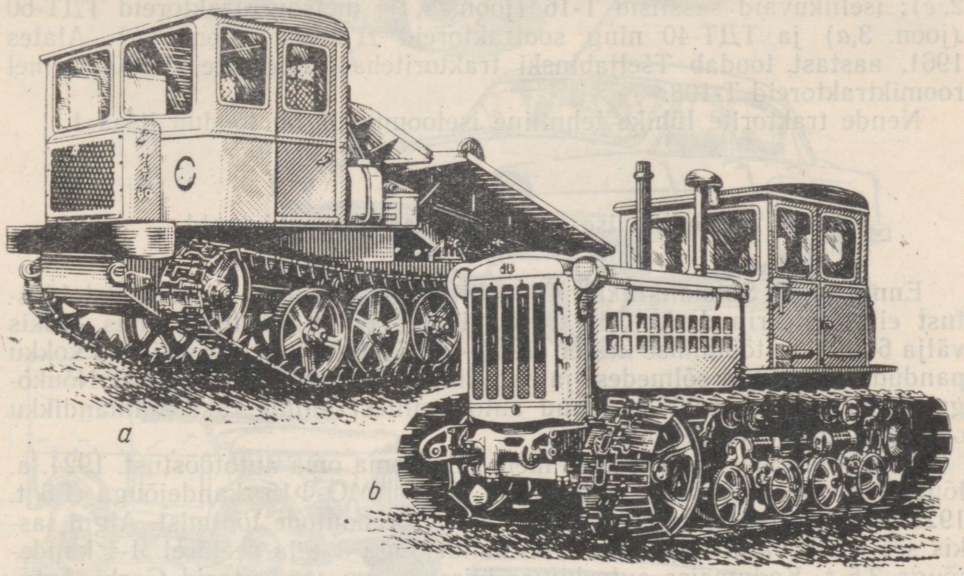


Joon. 2. Universaalsed traktorid:

a — roomiktraktor Т-38; *b* — ratastraktor «Belaruss» МТЗ-5ЛС; *c* — ratastraktor «Belaruss» МТЗ-7МС; *d* — ratastraktor «Vladimirets» Т-28; *e* — ratastraktor ДТ-20; *f* — iseliikuv šassii Т-16.

likke tootmisprotsesse vastavalt meie maa erinevate rajoonide looduslikele iseärasustele.

Perspektiivselt 1961—1965. aastateks ettenähtud traktorite tüübid on jagatud veojõu järgi üheteistkümnesse klassi, milledest seitse on ette nähtud põllumajandusliku tootmise kompleksseks mehhaniseerimiseks. Mainitud seitsmes klassis on iga klassi esindajaks baasiline traktori mudel nominaalse veojõuga * 0,2; 0,6; 0,9; 1,4; 2; 3; 4 t. Peale selle on igas klassis ette nähtud vastavat modifikatsiooni traktorite tootmine.



Joon. 3. Spetsiaalsed traktorid:
a — metsaveo traktor ТДТ-66; *b* — sootraktor ДТ-55А.

Peale kvantitatiivse kasvu iseloomustab NSV Liidu põllumajandustehnika arengut veel selle kvalitatiivne muutumine. Täites NLKP XX kongressi otsuseid, hakkas kodumaine tööstus 1957—1958. aastal üle minema traktorite ja nendele kohandatud põllumajanduslike ripp- ja poolrippmasinate süsteemi tootmisele. See võimaldas säästa metalli, vähendada tööjõukulu masina-traktoriagregaatide ekspluateerimisel ja märgatavalt parandada põllumajanduslike tööde kvliteeti. Koos rippmasinate arenguga muutus traktori väliskuju ja mitmesuguste sõlmede ning mehhanismide paigutus. Need muutused paistavad eriti teravalt silma iseliikuvate šassiide konstruktsioonides. Uute traktoritüüpide loomise kõrval täiustavad tehased pidevalt ka väljalastavaid traktoreid. Suureneb traktorite liikumiskiirus. Muudetakse üksikute sõlmede ja detailide konstruktsioone, selleks et tõsta nende ekspluatatsioonilist töökindlust, muuta neid kergemaks ja odavamaks.

NLKP XXI kongressil kinnitatud NSV Liidu rahvamajanduse arendamise kontrollarvudes on aastatel 1959—1965 ette nähtud toota põllumajandusele 1 miljon traktorit, umbes 400 000 teraviljakombaini ja suurel hulgal teisi masinaid. See võimaldab lühendada põllumajanduslike tööde tähtaegu,

* Nominaalse veojõu all mõistetakse veojõudu kõrrepõllul normaalse niiskuse puhul; roomiktraktoritel liikumiskiirusel 5 km/h, õhukummidega ratastraktoritel liikumiskiirusel 6 km/h.

suurendada tööviljakust ja vähendada toodangu omahinda. Tehnilis-ökonoomiliste näitajate poolest ületavad traktorite uued mudelid vanu.

Täites NLKP Keskkomitee 1959. aasta detsembripleenumi ajaloolist otsust, alustas Harkovi Traktoritehas 1960. aastal roomiktraktori T-75 tootmist, Minski tehas aga hakkas tootma traktoreid МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС, mille töökiirust on suurendatud. 1961. a. tootsid tehased tööstuslikke roomiktraktoreid T-140 ja C-100 (joon. 1,*a*); üldotstarbelisi traktoreid ДТ-54А (joon. 1,*b*), T-75 (joon. 1,*c*); universaalset roomiktraktorit T-38 (joon. 2,*a*), universaalseid ratastraktoreid «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС (joon. 2, *b* ja *c*); «Vladimirets» T-28 (joon. 2, *d*), ДТ-20 (joon. 2, *e*); iseliikuvaid šassiisid T-16 (joon. 2, *f*); metsaveotraktoreid ТДТ-60 (joon. 3,*a*) ja ТДТ-40 ning sootraktoreid ДТ-55А (joon. 3,*b*). Alates 1961. aastast toodab Tšeljabinski traktoritehas traktorite C-100 asemel roomiktraktoreid T-108.

Nende traktorite lühike tehniline iseloomustus on toodud lisas 1.

§ 2. Kodumaise autoehituse arengu põhietapid

Enne Suurt Sotsialistlikku Oktoobrirevolutsiooni kodumaist autotööstust ei eksisteerinud. Autosid tootis ainult Vene-Balti tehas, mis laskis välja 6-aastase töötamise kestel (1910—1916) 450 autot. Needki olid kokku pandud imporditud sõlmedest ja detailidest. Tsaari-Venemaalt sai Nõukogude riik umbes 18 000 kulunud autot, millest ainult kaks kolmandikku olid ekspluatatsioonikõlblikud.

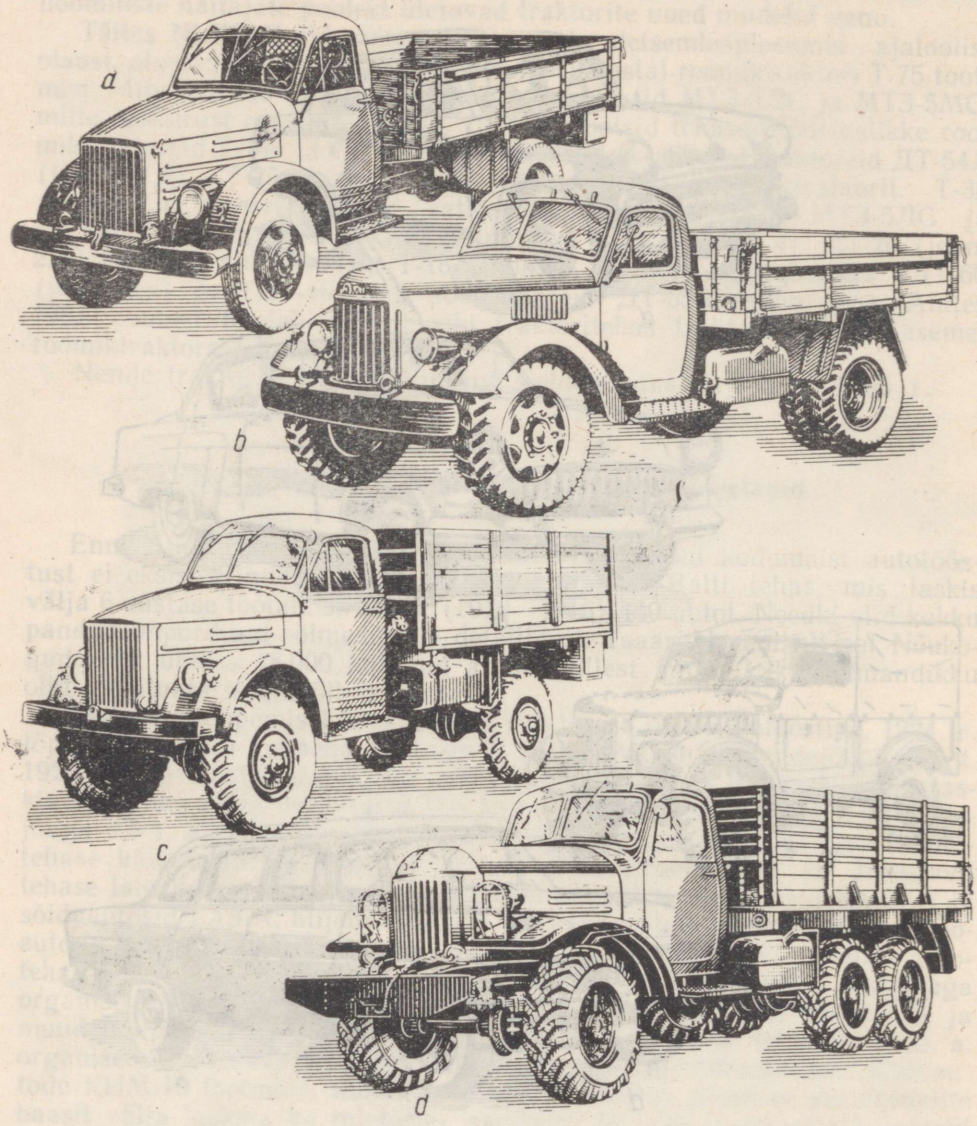
Kodusõja lõppemisel hakkas meie riik looma oma autotööstust. 1924. a. lõpul lasti välja esimene nõukogude auto АМО-Ф15 kandejõuga 1,5 t. 1925. aastal alustati Jaroslavli autotehases veoautode tootmist. Algul laskis see tehas välja veoautosid Я-3 kandejõuga 3 t ja seejärel Я-4 kandejõuga 3,5 t. Kodumaise autoehituse kiiret kasvu soodustasid Gorki Autotehase käikulaskmine, Moskva tehase rekonstrueerimine ja Jaroslavli tehase laiendamine. Esialgu tootis Gorki autotehas veoautosid ГАЗ-АА ja sõiduautosid ГАЗ-А, hiljem aga läks üle parandatud automudelite — veoautode ГАЗ-ММ ja sõiduautode М-1 tootmisele. Lihhatšovi-nimeline autotehas alustas 1933. aastal uue veoauto ЗИС-5 tootmist. 1936. aastal aga organiseeris sõiduautode ЗИС-101 tootmise. Sel perioodil parandati ja muudeti oluliselt ka autode konstruktsioone Jaroslavli tehases. 1940. a. organiseeriti Moskva КИМ-nimelises tehases väikelitraažiliste sõiduautode КИМ-10 tootmine. Samal ajal hakkas tööstus põhiliste automudelite baasil välja laskma ka tuletõrje-, sanitaar- ja teisi spetsiaalseid autosid ning autobusse.

Sõjajärgsetel aastatel alustas autotööstus uute ajakohaste ja ökonoomsete automudelite väljalaskmist, arvesse võttes ühtlasi Nõukogude Liidu teede ja klimaatilisi tingimusi. 1946. aastal hakkas Gorki Autotehas välja laskma veoautosid ГАЗ-51 ja sõiduautosid М-20 «Pobeda», mõnevõrra hiljem aga sõiduautosid ЗИМ ja suure läbimisvõimega veoautosid ГАЗ-63 ning sõiduautosid ГАЗ-69. 1948. a. alustas Moskva autotehas veoautode ЗИЛ-150 ja seitsmeistmeliste sõiduautode ЗИЛ-110 tootmist. Järgnevatel aastatel hakkas see tehas välja laskma suure läbimisvõimega autosid ЗИЛ-151 ja mõningaid autobusside mudeleid. 1946. a. hakati Moskva väikelitraažiliste autode tehases tootma sõiduautosid «Moskvitš». Sõjajärgsetel aastatel ehitati Minski ja Kutaisi autotehased. Jaroslavli ja Minski autotehased spetsialiseerusid raskete diiselautode ЯАЗ-210, ЯАЗ-214 ja МАЗ-200 tootmisele.

Täites Nõukogude Liidu Kommunistliku Partei XX kongressi otsuseid, suurendasid autotehased 1956.—1958. aastatel autode väljalaset märgata-



Joon. 4. Sõiduautod:
a — «Moskvitš-407»; *b* — M-21 «Volga»; *c* — ГАЗ-69; *d* — ГАЗ-13 «Tšaika»; *e* — ЗИЛ-111.



Joon. 5. Veoautod:
a — ГАЗ-51А; *b* — ЗИЛ-164; *c* — ГАЗ-63; *d* — ЗИЛ-157.

valt; vananenud automudelid «Moskvitš 401», M-20 «Pobeda», ЗИМ ja ЗИЛ-110 asendati uute mudelitega, mis varustati ökonoomsete rippklappidega mootoritega; moderniseeriti autod ГАЗ-51, ЗИЛ-150, ЗИЛ-151 ja ЯАЗ-214, parandades nende ekspluatatsioonilisi näitajaid; suurendati spetsialiseeritud veoautode ja suure läbimisvõimega autode tootmist.

NSV Liidu rahvamajanduse arendamise kontrollarvud aastateks 1959—1965 näevad ette 1965. aastal 750 000—856 000 auto tootmise, s. o. 1,5—1,7 korda rohkem kui 1958. aastal. Eriti aga kasvab väikese kandejõuga (alates 0,25 kuni 1,5 t) autode tootmine. 1965. aastal lastakse neid välja 50 korda rohkem kui 1958. aastal. 1959—1965. a. jooksul on kavandatud autode konstruktsioonide süstemaatiline täiustamine, selleks et parandada nende tehnilis-ekspluatatsioonilisi näitajaid.

Kodumaine autotööstus toodab põhiliselt järgmisi autosid: sõiduautosid «Moskvitš 407» (joon. 4,*a*), М-21 «Volga» (joon. 4,*b*), ГАЗ-69 (joon. 4,*c*), ГАЗ-13 «Tšaika» (joon. 4,*d*) ja ЗИЛ-111 (joon. 4, *e*); normaalse läbimisvõimega veoautosid УАЗ-451Д, ГАЗ-51А (joon. 5,*a*), ЗИЛ-164 (joon. 5, *b*), Урал-355М ja МАЗ-200 ning suure läbimisvõimega veoautosid УАЗ-450Д, ГАЗ-63 (joon. 5,*c*), ЗИЛ-157 (joon. 5,*d*), МАЗ-502, ЯАЗ-214 ja ЯАЗ-219. Nende baasil toodetakse mitmesuguseid spetsialiseeritud autode modifikatsioone.

II peatükk

TRAKTORITE JA AUTODE KLASSIFIKATSIOON NING NENDE PÕHIMEHHANISMID

§ 1. Traktorite klassifikatsioon

Traktoriks nimetatakse ratastel või roomikutel iseliikuvat masinat, mis on ette nähtud põllumajanduslike, teedeehituse jt. haake- või rippmasinate edasivedamiseks ning järelvankrite pukseerimiseks; seejuures võidakse nii ripp- kui haakemasinate (pukseeritavate masinate) mehhanisme käitada traktorimootorilt spetsiaalse jõuvõtuvõlli kaudu.

Samuti võib traktorimootor käitada rihmarattaga ka statsionaarseid masinaid.

Traktoreid rakendatakse mitmesugustes rahvamajandusharudes. Neid kasutatakse põllumajanduslikel, ehitus- ja teedeehitustöödel, metsa ülestöötamisel, maade kuivendamisel ja niisutamisel, veoste transportimisel.

Erinevate põllumajanduslike tööde tegemiseks on tarvis mitmesugust tüüpi traktoreid.

Kaasaegsed põllumajanduslikud traktorid klassifitseeritakse järgmiselt:

1. Otstarbe järgi:

a) üldotstarbelised, mis on kasutatavad kündmisel, külvamisel, kultiveerimisel, teraviljakultuuride koristamisel jm. (Т-75, ДТ-54А);

b) universaalsed, mis on kasutatavad peamiselt rühvelkultuuride (suhkrupeedi, puuvilla, maisi jt.) vaheltharimisel ja koristamisel. Nende traktoritega (näiteks Т-28Х, «Belaruss» МТЗ-5ЛС) võib teha ka teisi põllumajanduslikke töid;

c) spetsiaalsed, mis on määratud töötamiseks teeistandustes ja mäestikealadel.

2. Käiguosa konstruktsiooni järgi:

a) ratastraktorid, mis liiguvad edasi ratastel;

b) roomiktraktorid, mis liiguvad edasi roomikutel.

3. Kandva aluse järgi:

a) raamiga traktorid, mille kere kujutab endast keevitatud või needitud raami (näiteks ДТ-54А);

b) poolraamiga traktorid, mille kere moodustavad tagasilla korpus ja kaks pikitala, mis on tagasilla korpuse külge keevitatud või poltidega kinnitatud (näiteks С-100, «Belaruss»);

c) raamita traktorid, mille kere on moodustatud üksikute mehhanismide korpuste ühendamise teel.

Võrreldes roomiktraktoriga on ratastraktoril järgmised eelised. Ta on kaalult kergem, teda on odavam valmistada ja ekspluateerida. Ratastraktor on universaalne. Teda võib kasutada rühvelkultuuride vaheltharimiseks, tööde mehhaniseerimiseks nii puuvilja- kui ka marjaaias ning köögiviljakasvatuses; samuti võib teda kasutada transporttöödel.

Masina nimetus, millele mootor on paigutatud	Mootori mark	Tüüp	Silindrite arv	Tööjärjekord	Silindri läbimõõt mm
Auto «Zaporožets» ЗАЗ-965	965В	Neljataktiline, karburaatoriga, V-kujuline	4	1—2—4—3	66
Auto «Moskvitš-407»	407	Neljataktiline, karburaatoriga, üherealine	4	1—3—4—2	76
Auto ГАЗ-69	М-20	Sama	4	1—2—4—3	82
Auto УАЗ-450Д	М-20 modernis.	„	4	1—2—4—3	88
Autod «Volga»	М-21	„	4	1—2—4—3	92
М-21 ja УАЗ-451Д Auto «Tšaika»	ГАЗ-13	Neljataktiline, karburaatoriga, V-kujuline	8	1—5—4—2—6—3—7—8	100
Auto ЗИЛ-111	ЗИЛ-111	Sama	8	1—5—4—2—6—3—7—8	100
Auto ГАЗ-51А	ГАЗ-51	Neljataktiline, karburaatoriga, üherealine	6	1—5—3—6—2—4	82
Auto Урал-355М	Урал ЗИС-353А	Sama	6	1—5—3—6—2—4	101,6
Auto ЗИЛ-164	ЗИЛ-164	„	6	1—5—3—6—2—4	101,6
Auto МАЗ-200	ЯМЗ-204А	Kahetaktiline diisel, üherealine	4	1—3—4—2	108
Auto ЯАЗ-214	ЯМЗ-М206Б	Sama	6	1—5—3—6—2—4	108
Iseliikuv šassii Т-16	Д-16	Neljataktiline diisel, üherealine	2	2—1—0—0	95
Traktor ДТ-20	Д-20	Sama	1	—	125
Traktor Т-28	Д-28	„	2	1—2—0—0	125
Traktor Т-28Х	Д-30	„	4	1—3—4—2	95
Traktorid «Belarus» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС	Д-48Л Д-48М***	„	4	1—3—4—2	105
Traktor ДТ-54А	Д-54А****	Neljataktiline diisel, üherealine	4	1—3—4—2	125
Traktor Т-75	Д-75	Sama	4	1—3—4—2	125
Traktor С-100	КДМ-100	„	4	1—3—4—2	145
Kombain СК-3	СМД-7	„	4	1—3—4—2	115
Käivitusmootor	ПД-10М	Kahetaktiline, karburaatoriga	1	—	72
Käivitusmootor	П-46	Neljataktiline, karburaatoriga, üherealine	2	1—2—0—0	92

* Automootorite võimsus — maksimaalne, traktorimootoritel — nominaalne.
** Automootoritel — minimaalne, traktorimootoritel — garanteeritud nimivõimsusel.

Tabel 1

Kolvikäik mm	Töömaht l	Surveaste	Võimsus hj*	Väntvõlli pöörlemiskiirus p/min	Maksimaalne pöördemoment kgm vastava pöörete arvu puhul minutis	Kütuse erikulu g/e hjh**
54,5	0,748	6,5	20	4000	4,5/2400	260
75	1,36	7	45	4500	8,8/2600	230
100	2,12	6,5	55	3600	12,7/2100	265
100	2,43	6,5—6,7	62—65	3800	15,2—15,8/2000	240
92	2,445	6,6	70	4000	17/2200	230
88	5,53	8,5	195	4400	41/2200	220
95	5,98	10,5	220	4200	47/2100	225
110	3,48	6,2	70	2800	20,5/1600	270
114,3	5,55	6	95	2600	31/1200	255
114,3	5,55	6,2	97	2600	33/1250	250
127	4,65	17	120	2000	47/1300	195
127	6,97	17	205	2000	78/1500	Mitte üle 225
120	1,70	18	16	1600	—	205
140	1,71	15	18	1600	9/1200	Mitte üle 200
125	3,07	14,5	28	1400	15,5/1000	Mitte üle 205
120	3,4	16,5	30	1600	14,7/1000	205
130	4,5	17	48	1600	25/900	Mitte üle 200
152	7,45	16	54	1300	35/900	205
152	7,45	16	75	1500	45/1000	195
205	13,54	15,5	90	1050	76/700	Mitte üle 210
130	5,4	17	65	1700	29/1200	200
85	0,346	6,2	10	3500	2,15	415
102	1,36	4,6	17	2600	7,1	315

*** Erinevalt mootorist Д-48Л käivitatakse mootor Д-48М elektristarteriga; traktorile T-38 paigutataval mootoril Д-40 on võimsus 40 hj pöörlemiskiirusel 1500 p/min.

**** Kuni 1957. aasta teise pooleni oli mootori Д-54А mark Д-54.

Kuid liigniisketel ja kobedatel muldadel ei saa ratastraktorit nii efektselt kasutada kui roomiktraktorit. Roomiktraktori kaal jaguneb tunduvalt suuremale tugipinnale kui ratastraktoril, mistõttu roomiktraktori erisurve pinnasele on väike. Mullaga haardumiseks on roomiktraktoril suur hulk haarderibisid (krihve) üheaegselt mulda surutud, ratastraktoril aga ainult rataste mõned haarderibid. Nimetatud eelised suurendavad roomiktraktori veoomadusi ja läbimisvõimet niisketel ning kobedatel muldadel.

Roomiktraktori kohallibisemine («puksimine») on väiksem ja samuti tihendab ta mulda vähem kui ratastraktor.

Spetsiaalsed traktorid kujutavad endast enamikul juhtudel väliskujult muudetud baasilisi traktoreid.

Kodumaistel traktoritel on kolbidega sisepõlemismootorid. Nende tehniline iseloomustus on toodud tabelis 1.

§ 2. Autode klassifikatsioon

Autoks nimetatakse ratastel liikuvat masinat, mis on ette nähtud reisijate, kauba või spetsiaalsete seadmete veoks rööpmeteta teedel ja mis pannakse liikuma tema enda mootoriga.

Oma otstarbelt jaotatakse kõik autod transpordi- ja spetsiaalautodeks.

Transpordiautod on ette nähtud reisijate ja kaupade veoks. Sõltuvalt veoste iseloomust eristatakse järgmisi autotüüpe:

a) sõiduautod — ühe või mitme reisija veoks;
b) autobussid — suurte reisijate gruppide veoks;
c) veoautod — koormate veoks.

Sõiduautode ja autobusside põhinäitajaks on nende *mahutavus*, mida mõõdetakse reisijate kohtade arvuga.

Veoautode iseloomustavaks põhinäitajaks on nende *nominaalne kandejõud*, s. o. kasuliku koormuse maksimaalselt lubatav tonnide arv kõvakattega heal teel liikumisel.

Nominaalkandejõu järgi jaotatakse veoautod nelja klassi:

1) eriti väikese kandejõuga kuni 0,75 t;
2) väikese kandejõuga 0,75 kuni 2,5 t;
3) keskmise kandejõuga 2,5 kuni 5,0 t;
4) suure kandejõuga üle 5 t.

Autodel kandejõuga kuni 0,75 t kasutatakse tavaliselt sõiduauto šassiid.*

Nagu traktoritel nii on ka autodel peamiselt kolbidega sisepõlemismootorid (vt. tabel 1).

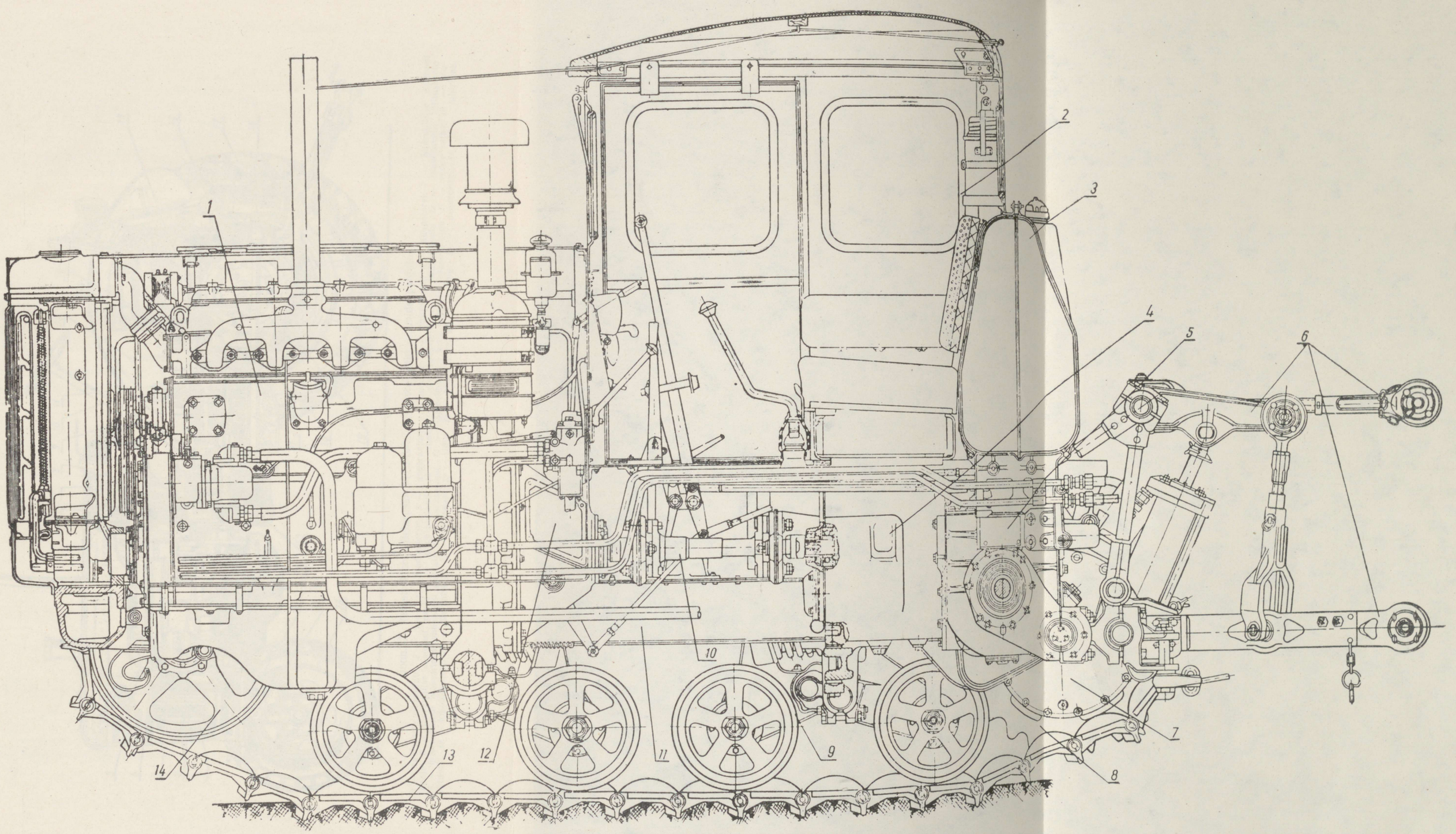
Sõltuvalt sisepõlemismootoris kasutatava kütuse liigist eristatakse autosid järgmiselt:

a) vedelkütusel töötavate mootoritega autod;
b) gaaskütusel töötavate mootoritega autod.

Tee tingimustele kohandatuse järgi jaotatakse kõik autod normaalse läbimisvõimega autodeks (tagarataste veoga), suurendatud läbimisvõimega autodeks (neljaratta veoga kaheteljelised autod, kolmeteljelised autod kahe või kolme veoteljega ning poolroomikautod).

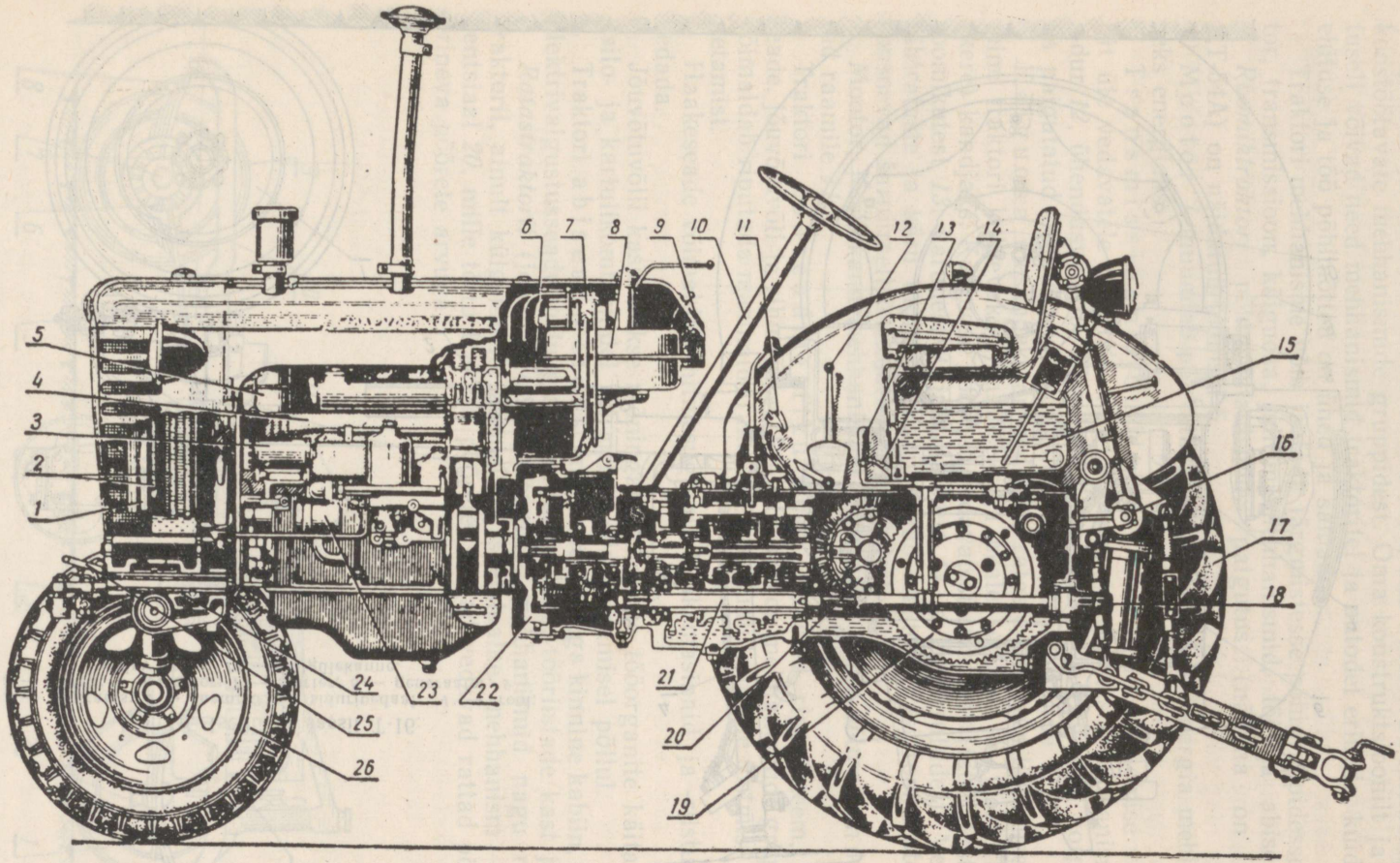
Spetsiaalautod on ette nähtud teatud kindlate tööde või ülesannete täitmiseks ning nendel on vajalik erivarustus ning seadmed. Sellesse gruppi kuuluvad sanitaar-, tuletõrje ja postiveoautod, isekallutajad jt. Tavaliselt kujutavad nad endast väliskujult muudetud transpordiautot.

* Šassii moodustavad kõik auto agregaadid ja mehhanismid peale kere.



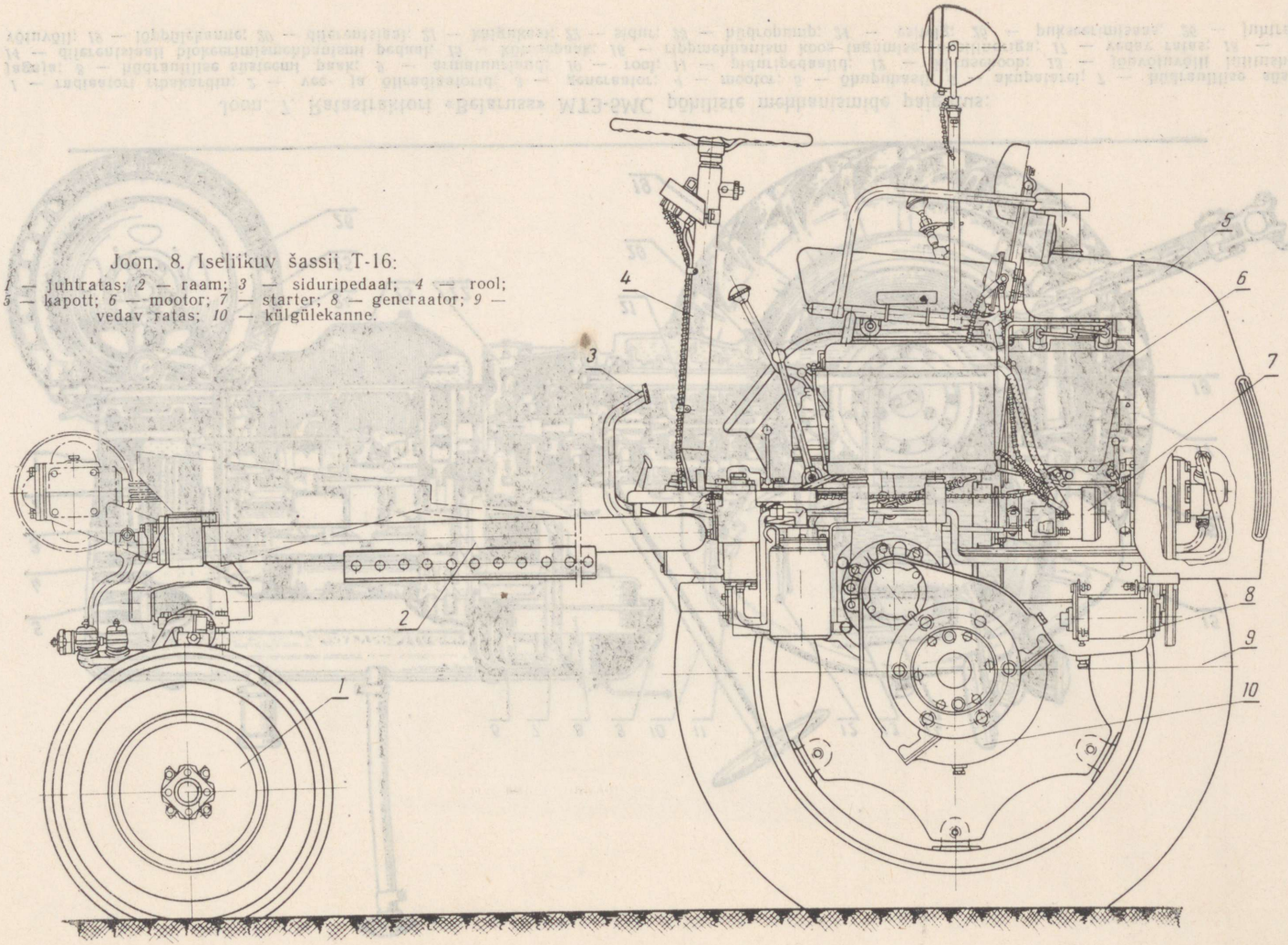
Joon. 6. Roomiktraktori ДТ-54А põhiliste mehhanismide paigutus:

1 — mootor; *2* — kabiin; *3* — diislikütuse paak; *4* — käigukast; *5* — tagasild; *6* — rippmehhanism; *7* — lõppülekanne; *8* — vedav ratas; *9* — tagumine käru koos tugirullidega; *10* — ühendusvõll; *11* — raam; *12* — sidur; *13* — roomik; *14* — juhtratas.



Joon. 7. Ratastraktori «Belaruss» MTZ-5MC põhiliste mehhanismide paigutus:

1 — radiaatori ribakardin; *2* — vee- ja õliradiaatorid; *3* — generaator; *4* — mootor; *5* — õhupuhasti; *6* — akupatarei; *7* — hüdraulilise süsteemi jagaja; *8* — hüdraulilise süsteemi paak; *9* — armatuurlaud; *10* — rool; *11* — piduripedaalid; *12* — kütusehoob; *13* — jõuvõtuvõlli lülitushoob; *14* — diferentsiaali blokeerimismehhanismi pedaal; *15* — kütusepaak; *16* — rippmehhanism koos tagumise jõusilindriga; *17* — vedav ratas; *18* — jõuvõtuvõll; *19* — lõppülekanne; *20* — diferentsiaal; *21* — käigukast; *22* — sidur; *23* — hüdropump; *24* — esitelg; *25* — pukseerimisaas; *26* — juhtratas.



Joon. 8. Iseliikuv šassii T-16:
1 — juhtratas; *2* — raam; *3* — siduripedaal; *4* — rool; *5* — kapott; *6* — mootor; *7* — starter; *8* — generaator; *9* — vedav ratas; *10* — külgülekanne.

§ 3. Traktorite ja autode põhimehhanismid

Traktor ja auto on keerulised masinad, mis koosnevad mitmesugustest koostöötavate mehhanismide gruppidest. Oma konstruktsioonilt ja paigutuselt võivad need mehhanismid traktoritel ja autodel erineda, kuid nende ehituse ja töö põhimõtted on ühed ja samad.

Traktori mehhanisme võib jaotada järgmistesse põhigruppidesse: mootor, transmissioon, käiguosa, juhtimismehhanismid, töö- ja abiseadmed.

Roomiktraktori põhimehhanismide paigutus (näitena on toodud ДТ-54А) on näidatud joonisel 6.

Mootor *1* muundab põletatava kütuse keemilise energia mehhaaniliseks energiaks.

Transmissioon (jõuülekanne) kannab pöörlemise väntvõlilt üle vedavatele ratastele ning koosneb järgmistest mehhanismidest: sidur *12*, ühendusvõll *10*, käigukast *4* ja tagasild *5*. Tagasilla korpusesse on paigutatud peaülekanne, külgsidurid ja lõppülekanne *7*.

Käiguosa ülesandeks on vedavate rataste pöörleva liikumise muutmine traktori kulgevaks liikumiseks ja peale selle on ta traktori aluse (kere) kandjaks. Käiguosa koosneb vedavatest ratastest (tähtratastest) *8*, roomikutest *13*, kärudest *9*, juhtratastest *14* ja kanderullidest. Vedavate tähtrataste ja käru tugirullide abil liigub traktor edasi roomikutel, mis koosnevad šarniirselt ühendatud teraslülidest.

Mootor, jõuülekandemehhanismid ja traktori muud sõlmed on kinnitatud raamile *11*.

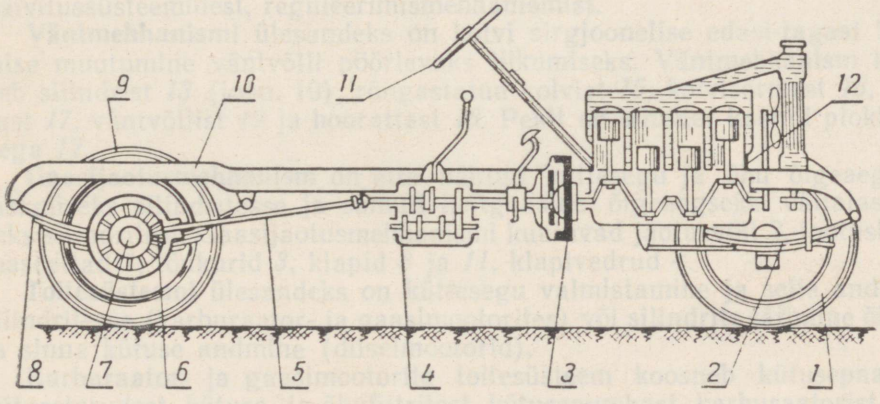
Traktori tööseadmestiku hulka kuuluvad rippsüsteem, haakeseade, jõuvõtuvõll ja rihmaratas. Rippsüsteem on mehhanismide grupp, mis võimaldab riputada masinaid traktorile ning juhtida nende tõstmist ja langetamist.

Haakeseade võimaldab mitmesuguseid haakemasinaid ja -riistu edasi vedada.

Jõuvõtuvõlli kasutatakse mõningate masinate tööorganite käitamiseks (silo- ja kartulikombainidel jt.) nende edasivedamisel põllul.

Traktori abiseadmeteks on pehme istmega kinnine kabiin, kapott, elektrivalgustusseade, helisignaal, armatuurlaud, tööriistade kast jt.

Ratastraktoril (joon. 7) on samasugused mehhanismid nagu roomiktraktoril, ainult külgsidurite asemel on spetsiaalne mehhanism — diferentsiaal *20*, mille tõttu traktori pööretel võivad vedavad rattad pöörelda erineva pöörete arvuga.



Joon. 9. Auto põhiliste mehhanismide paigutus:
1 — eesmised juhtrattad; *2* — esivedru; *3* — sidur; *4* — käigukast; *5* — kardaanülekanne; *6* — peaülekanne; *7* — diferentsiaal; *8* — tagavedru; *9* — tagumine vedav ratas; *10* — raam; *11* — rool; *12* — mootor.

Ratastraktori käiguosa koosneb esiteljest *24*, vedavatest ratastest *17* ja juhtratastest *26* ning rataste juhtimise mehhanismist (roolimehhanismist) *10*.

Käesoleval ajal toodetakse *Šassiitraktoreid* ehk *iseliikuvaid šassiisid*, näiteks T-16 (joon. 8), milledel on teistsugune paigaldamise skeem. Iseliikuva šassii mehhanismid on paigutatud selliselt, et eesmine raamikujuline osa jääb vabaks mitmesuguste põllutöömasinate ja -riistade kinnitamiseks või riputamiseks.

Niisugune konstruktsioon tagab iseliikuva šassii maksimaalse universaalsuse ning võimaldab jälgida masinate tööorganite tööd.

Hoolimata sellest, et tänapäeval on suurel hulgal autode tüüpe ja mudeleid, on nende peamiste mehhanismide (joon. 9) paigutus põhiliselt ühesugune, erinedes vähe pneumaatiliste kummidega ratastraktori ehituse skeemist.

TEINE OSA

TRAKTORITE JA AUTODE SISEPÕLEMIS-MOOTORITE TEOORIA ALUSED

III peatükk

SISEPÕLEMISMOOTORI ÜLDEHITUS JA TÖÖTAMINE

§ 1. Autode ja traktorite mootorite klassifikatsioon

Traktoritel ja autodel kasutatavad sisepõlemis-kolbmootorid klassifitseeritakse järgmiste põhitunnuste järgi.

1. Küttesegu * süütamise viisi järgi — kompressioonsüütega mootoriteks (diisliteks) ja elektrisädeme abil sundsüütega mootoriteks (karburaator- ja gaasimootorid).

2. Küttesegu moodustamise viisi järgi — välise segumoodustamisega mootoriteks (*karburaator-* ja *gaasimootorid*) ja sisemise segumoodustamisega mootoriteks (*diislid*).

3. Tööprotsessi järgi — neljataktilisteks ja kahetaktilisteks mootoriteks.

4. Kasutatava kütuse liigi järgi — vedelkütusemootoriteks, mis töötavad bensiinil, petrooleumil, diislikütusel, ja gaasimootoriteks, mis töötavad generaatori-, suru- või veeldatud gaasil.

5. Silindrite arvu järgi — ühe- ja mitmesilindrilisteks mootoriteks (kahe-, kolme-, nelja-, kuuesilindrilised jne.).

§ 2. Sisepõlemismootorite põhimehhanismid ja -süsteemid

Sisepõlemismootor koosneb reast mehhanismidest ja süsteemidest: väntmehhanismist, gaasijaotusmehhanismist, toite-, süüte-, jahutus-, õlitus- ja käivitussüsteemidest, reguleerimismehhanismist.

Väntmehhanismi ülesandeks on kolvi sirgjoonelise edasi-tagasi liikumise muutumine väntvõlli pöörlevaks liikumiseks. Väntmehhanism koosneb silindrist *13* (joon. 10), rõngastatud kolvist *15*, kolvisõrmest *16*, kepsust *17*, väntvõllist *19* ja hoorattast *18*. Pealt on silinder kaetud plokikaanega *12*.

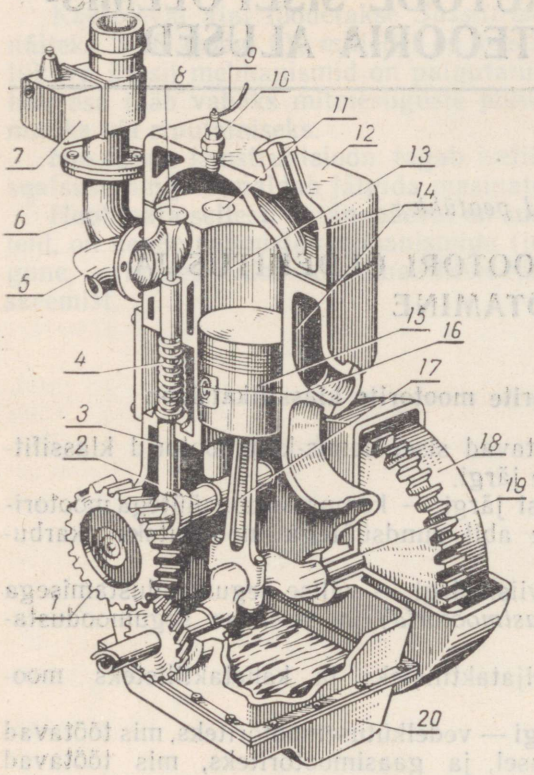
Gaasijaotusmehhanism on ette nähtud küttesegu ja õhu õigeaegseks laskmiseks silindritesse ja samuti heitgaaside õigeaegseks väljalaskmiseks silindritest. Gaasijaotusmehhanismi kuuluvad jaotusvõll *2*, jaotushammasrattad *1*, tõukurid *3*, klapid *8* ja *11*, klapivedrud *4*.

Toitesüsteemi ülesandeks on küttesegu valmistamine ja selle andmine silindritesse (karburaator- ja gaasimootorites) või silindrite täitmine õhuga ja sinna kütuse andmine (diiselmootorid).

Karburaator- ja gaasimootorite toitesüsteem koosneb kütusepaagist, kütusetorudest, kütuse- ja õhufiltritest, kütusepumbast, karburaatorist (või segustist) *7*, sisselasketorudest *6* ja väljalasketorudest *5*.

* Küttesegu ks nimetatakse kütuse ja õhu segu kindlaksmääratud vahekorras.

Diislitel kuuluvad toitesüsteemi samad detailid ja seadmed, ainult selle vahega, et karburaatori asemel on kõrgrõhu-kütusepump ja pihustid.



Joon. 10. Karburaatormootori ehitus:
1 — jaotushammasrattad; *2* — jaotusvõll; *3* — tõukur; *4* — vedru; *5* — väljalasketoru; *6* sisselasketoru; *7* — karburaator; *8* — väljalaskeklapp; *9* — juhe; *10* — süüteküünal; *11* — sisselaskeklapp; *12* — silindripea (plokikaas); *13* — silinder; *14* — veesärk; *15* — kolb; *16* — kolvisõrm; *17* — keps; *18* — hooratas; *19* — väntvõll; *20* — õlivann (karteri põhi).

Reguleerimismehhanism muudab silindritesse antavat küttesegu või kütuse hulka, olenevalt mootori koormusest.

Süütesüsteem on ette nähtud küttesegu sundsüütamiseks elektrisädemega. Sellesse süsteemi kuuluvad seadmed, mis tagavad kõrgepingelise elektrivoolu saamise, samuti juhe *9* ja küünal *10*.

Diiselmootoritel süütesüsteem puudub.

Jahutussüsteem on mootoritel vajalik kuumenevatelt detailidelt soojuse ärajuhtimiseks atmosfääri. Selles süsteemis võib kasutada vedelikjahutust või õhkjahutust. Kui on tegemist vedelikjahutussüsteemiga (vesijahutusega), siis kuulub selle koosseisu veesärk *14*, radiaator, veepump, ventilaator ja ühendustorud.

Õlitussüsteemi ülesandeks on õli juhtimine koostöötavatele detailidele, selleks et vähendada nende vahelist hõõrdumist. Ta koosneb õlivannist *20* (karteri põhi), õlipumbast, filtritest ja õlitorudest.

Käivitussüsteem on mootori käivitamiseks.

§ 3. Üldmõisted ja määratlused

Kolvi niisugust asendit silindris, mille juures tema kaugus väntvõlli teljest on maksimaalne, nimetatakse *ülemiseks surnud seisuks* (ü. s. s.).

Kolvi asendit silindris, mille juures tema kaugus väntvõllist on minimaalne, nimetatakse *alumiseks surnud seisuks* (a. s. s.).

Ülemise ja alumise surnud seisu vahelist kaugust silindri telje sihis nimetatakse *kolvikäiguks* ja seda tähistatakse tähega *s* (joon. 11).

Iga kolvikäigu puhul pöördub väntvõll poole pöörde võrra, s. o. 180°.

Tsentraalsel väntmehhanismil võrdub kolvikäik:

$$s = 2r, \tag{1}$$

kus r — väntvõlli vända raadius.

Silindri ruumala, mille kolb vabastab liikumisel ülemisest surnud seisust alumisse, nimetatakse *silindri töömahuks* (V_h):

$$V_h = \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{s}{1000}\ \text{l}, \tag{2}$$

kus d — silindri läbimõõt cm;
s — kolvikäik cm.

Kolvi peal olevat ruumala, kui kolb asetseb ülemises surnud seisus, nimetatakse *survekambri mahuks* (V_c) või põlemiskambri mahuks.

Silindri töömahu ja survekambri mahu summat, s. o. ruumala kolvi peal, kui see on alumises surnud seisus, nimetatakse *silindri üldmahuks* (V_a):

$$V_a = V_h + V_c. \qquad (3)$$

Mootori litraažiks (V_l) nimetatakse kõigi tema silindrite töömahtude summat liitrites:

$$V_l = V_h i\ l, \qquad (4)$$

kus V_h — ühe silindri töömaht l;
i — mootori silindrite arv.

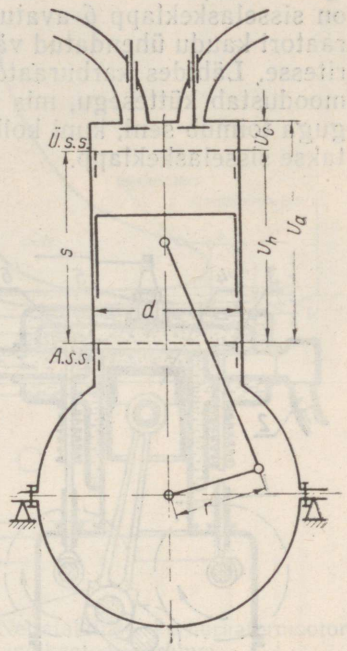
Silindrite üldmahu ja survekambri mahu suhet nimetatakse *surveastmeks* (E):

$$E = \frac{V_a}{V_c} = \frac{V_h + V_c}{V_c} = \frac{V_h}{V_c} + 1. \qquad (5)$$

Seega on surveaste nimetu arv, mis näitab mitu korda on silindri üldmaht suurem survekambri mahust.

Sisepõlemismootori töötamisel toimuvad tema silindris töötava keha (gaasi) perioodiliselt korduvad muutused.

Üksteisele järgnevate protsesside kompleksi (sisselase, surve, põlemine, paisumine ja väljalase), mis perioodiliselt kordub igas silindris ja mis tingib mootori töötamise, nimetatakse *mootori töötsükliks*.



Joon. 11. Mootori põhimõõtmed.

Töötsükli osa, mis toimub ajal, kui kolb liigub ühest surnud seisust teise, nimetatakse *taktiks*.

Mootoreid, millel töötsükkel toimub nelja kolvikäigu või väntvõlli kahe täispöörde jooksul nimetatakse *neljataktilisteks*.

Mootoreid, milledel töötsükkel toimub kahe kolvikäigu või väntvõlli ühe täispöörde jooksul, nimetatakse *kahetaktilisteks*.

Mootori töötamine ühe töötsükli jooksul määratakse *indikaatordiagrammi* järgi, mis kujutab endast gaasi rõhu sõltuvuse graafikut kolvi liikumisel muutuvast silindri mahust (koordinaadid p—V).

Indikaatordiagrammi võib ehitada arvutuste alusel või võtta töötavalt mootorilt spetsiaalse riista — indikaatoriga.

Sisepõlemismootorite töötsükleid eristatakse soojuse ringprotsessi juurde juhtimise mooduste järgi järgmiselt:

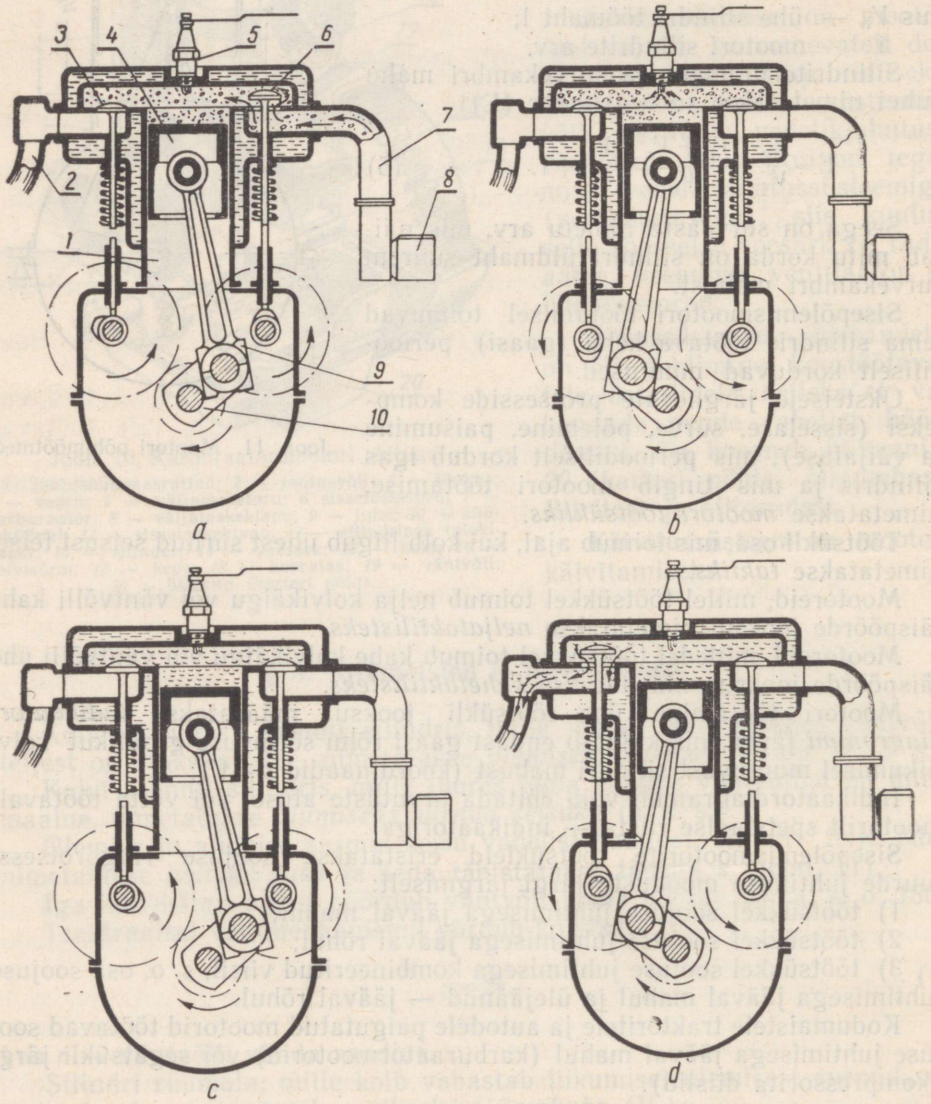
1) töötsükkel soojuse juhtimisega jääval mahul;
2) töötsükkel soojuse juhtimisega jääval rõhul;
3) töötsükkel soojuse juhtimisega kombineeritud viisil, s. o. osa soojuse juhtimisega jääval mahul ja ülejäänud — jääval rõhul.

Kodumaistele traktoritele ja autodele paigutatud mootorid töötavad soojuse juhtimisega jääval mahul (karburaatormootorid) või segatsükli järgi (kompressorita diislid).

§ 4. Neljataktilise karburaatormootori töötsükkel

Karburaatormootorites põletatakse kütus jääval mahul. Niisuguse neljataktilise mootori töötsükkel kulgeb järgmiselt.

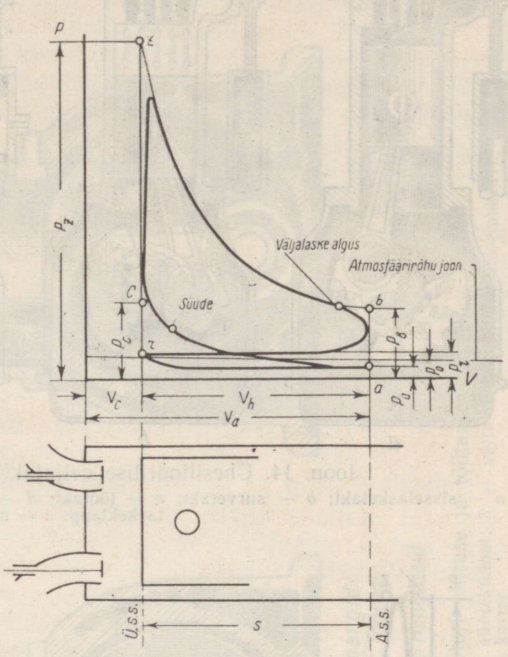
1. Sisselasketakt. Kolb liigub ülemisest surnud seisust alumisse (joon. 12,*a*), tekitades silindri kolvi *4* pealses ruumis hõrenduse. Seejuures on sisselaskeklapp *6* avatud ja silinder *1* on sisselasketoru *7* ning karburaatori kaudu ühendatud välisõhuga. Rõhkude vahe tõttu tungib õhk silindritesse. Läbides karburaatorit, pihustab õhk kütuse ja segunedes sellega, moodustab küttesegu, mis voolab silindrisse. Silindri *1* täitumine küttesegu ga toimub seni, kuni kolb jõuab alumisse surnud seisu. Samal ajal suletakse sisselaskeklapp.



Joon. 12. Ühesilindrilise neljataktilise karburaatormootori töötsükkel:
a — sisselasketakt; *b* — survetakt; *c* — töötakt; *d* — väljalasketakt; *1* — silinder; *2* — väljalasketoru; *3* — väljalaskeklapp; *4* — kolb; *5* — süüteküünal; *6* — sisselaskeklapp; *7* — sisselasketoru; *8* — karburaator; *9* — keps; *10* — väntvõll.

Sisselasketakti algul, kui kolb oli ülemises surnud seisus, oli kolvi peal olev survekamber täidetud eelmisest töötsüklist järele jäänud töötanud gaasidega. Silindrisse voolav värske küttesegu seguneb survekambrisse jäänud jääkgaasidega ning moodustab nn. *töösegu*.

Mahu ja sellele vastav rõhu muutumine sisselasketaktil on näidatud indikaatordiagrammil (joon. 13) sisselaskekõveraga *ra*, mis asub atmosfäärirõhu joone all.



Joon. 13. Neljataktilise karburaatormootori indikaatordiagramm.

2. Survetakt. Väntvõlli *10* (joon. 12, *b*) edasisel pöörlemisel liigub kolb alumisest surnud seisest ülemisse. Samal ajal on sisselaskeklapp *6* ja väljalaskeklapp *3* suletud, mistõttu silindris liikuv kolb surub selles oleva töösegu kokku. Rõhu muutumist sõltuvalt mahu vähenemisest töösegu kokkusurumisel näitab indikaatordiagrammil kõver *ac* (joon. 13). Survetaktil segunevad hästi töösegu koostisosad ja ühtlasi kuumenevad. Survetakti lõpul tekitatakse süüteküünla *5* (joon. 12, *b*) elektroodide vahel elektrisäde ja töösegu süttib. Kütuse põlemisel eralduv soojus kutsub esile gaaside (põlemissaaduste) temperatuuri ja rõhu järsu tõusu. Rõhu kasvamist segu põlemisel silindris näitab indikaatordiagrammil kõver *cz* (joon. 13).

3. Paisumis- ehk töötakt. Mõlemad klapid on suletud. Paisuda püüdvate gaaside rõhu toimel liigub kolb ülemisest surnud seisust alumisse surnud seisu (joon. 12,*c*) ja pöörab kepsu *9* abil väntvõlli. Gaaside paisumisel tehakse kasulikku tööd. Gaaside maht suureneb ning rõhk langeb. Kõver *zb* joonisel 13 näitab gaaside rõhu muutumist paisumistakti ajal.

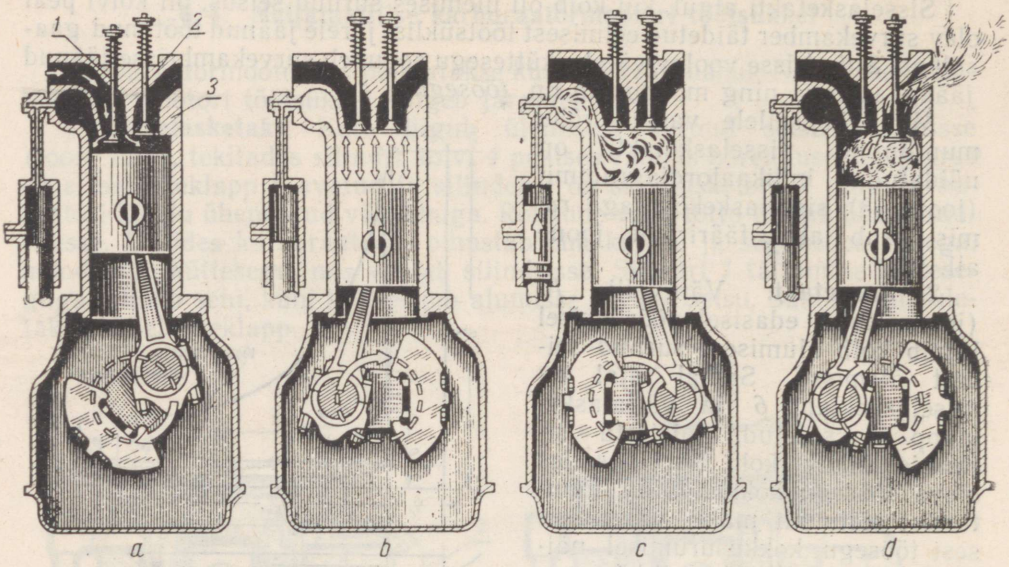
4. Väljalasketakt. Kui kolb on jõudnud alumisse surnud seisu, avatakse väljalaskeklapp ning teatava ülerõhu all olevad heitgaasid hakkavad silindrist tungima väljalasketoru kaudu atmosfääri. Edasi liigub kolb alumisest surnud seisust ülemisse (joon. 12,*d*) ja tõukab heitgaasid silindrist välja. Väljalasketakti iseloomustab indikaatorgrammil kõver *br* (joon. 13).

§ 5. Neljataktilise diisli töötsükkel

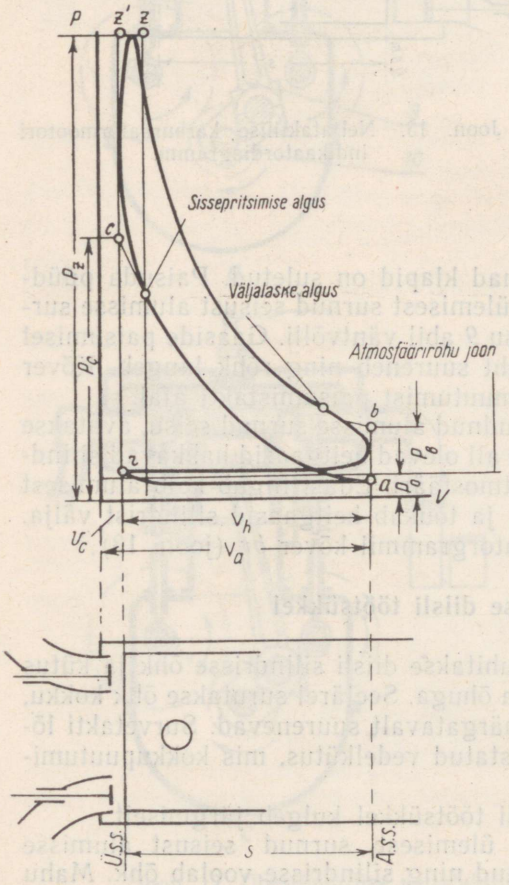
Erinevalt karburaatormootorist juhitakse diisli silindrisse õhk ja kütus eraldi. Diisli silinder täidetakse puhta õhuga. Seejärel surutakse õhk kokku, mistõttu selle temperatuur ja rõhk märgatavalt suurenevad. Survetakti lõpul antakse silindrisse peeneks pihustatud vedelkütus, mis kokkupuutumisel kuuma õhuga ise süttib.

Kompressorita neljataktilise diisli töötsükkel kulgeb järgmiselt.

1. Sisselasketakt. Kolb liigub ülemisest surnud seisust alumisse (joon. 14,*a*), sisselaskeklapp on avatud ning silindrisse voolab õhk. Mahu muutumist ja sellele vastavat rõhku iseloomustab sisselaskekõver *ra* indikaatordiagrammil (joon. 15).



Joon. 14. Ühesilindrilise neljataktilise diiselmootori töötsükkel:
a — sisselasketakt; *b* — survetakt; *c* — töötakt; *d* — väljalasketakt; *1* — sisselaskeklapp; *2* — väljalaskeklapp; *3* — mootoriplokk.



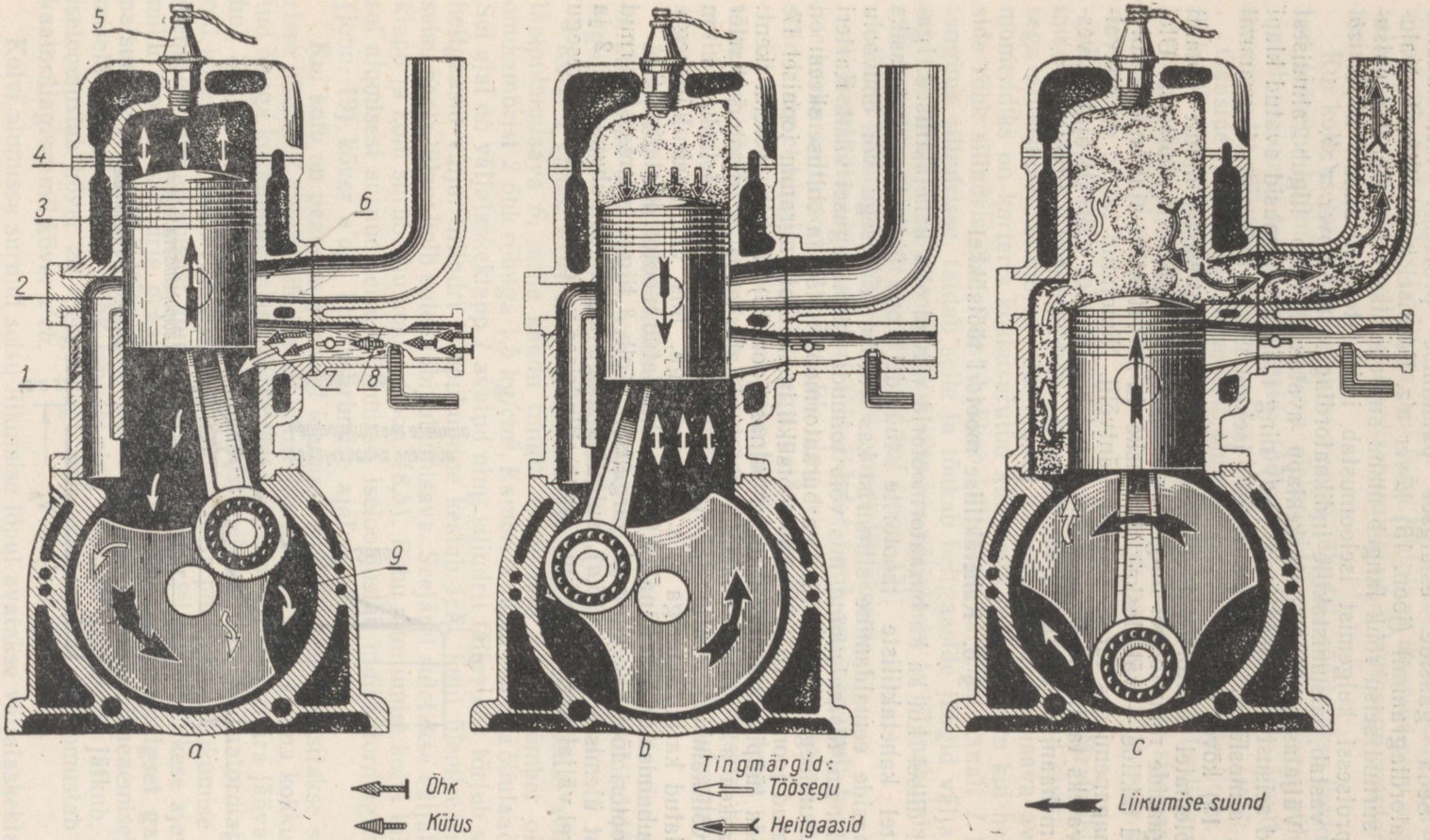
Joon. 15. Neljataktilise diiselmootori indikaatordiagramm.

2. Survetakt. Mõlemad klapid on suletud. Kolb liigub alumisest surnud seisust ülemisse (joon. 14, *b*) ning surub õhu kokku. Suure surveastme (14—20) tõttu tõusevad survetakti lõpul rõhk ja temperatuur tugevasti. Kokkusurutud õhu temperatuur ületab kütuse süttimistemperatuuri. Rõhu muutumist survetaktil iseloomustab indikaatorgrammil kõver *ac* (joon. 15).

Survetakti lõpul, kui kolb asetseb ülemise surnud seisu lähedal, hakatakse silindrisse pihusti kaudu pritsima vedelkütust. Pihusti ehitus tagab kütuse väga peene pihustamise kokkusurutud õhus.

Silindrisse pritsitud kütus seguneb kuuma õhuga ja süttib (kütuse õhu ja jääkgaaside segu nimetatakse tööseguks). Osa kütust põleb kiiresti ära jääval mahul. Rõhu muutumist seejuures iseloomustab indikaatordiagrammil kõver *cz'* (joon. 15).

3. Töötakt. Mõlemad klapid on suletud. Kolb liigub ülemisest surnud seisust alumisse (joon. 14, *c*). Kolvi liikumise algul põleb kütuse ülejäänud osa. Selle taga-



Joon. 16. Kahetaktilise karburaatormootori ehituse ja töötamise skeem:

1 — karterisse minev kanal; *2* — läbipuhumisava; *3* — kolb; *4* — silinder; *5* — süüteküünal; *6* — väljalaskeava; *7* — sisselaskeava; *8* — karburaator; *9* — mootori karter.

järjel püsib väikese ajavahemiku jooksul silindris peaaegu konstantne rõhk. Seda gaaside esialgset paisumise protsessi iseloomustab indikaatordiagrammil (joon. 15) kõver *z'z*. Edasisel kolvi liikumisel alumisse surnud seisu rõhk langeb mahu suurenemise tõttu. Gaaside paisumise protsessi kulgemist iseloomustab indikaatordiagrammil kõver *zb*. Seega vastab paisumistaktile indikaatordiagrammil kõver *z'zb*.

4. Väljalasketakt. Väljalaskeklapp avatakse. Kolb liigub alumisest surnud seisust ülemisse (joon. 14,*d*) ning tõukab heitgaasid avatud klapi kaudu atmosfääri. Väljalasketakti iseloomustab indikaatordiagrammil (joon. 15) kõver *br*.

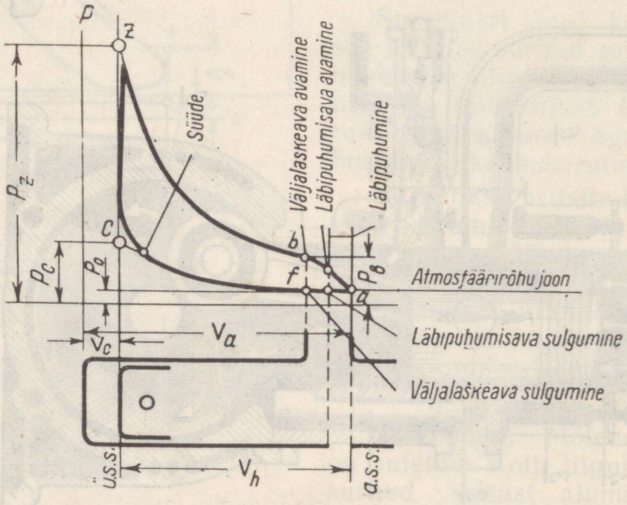
Mõlematel mootortüüpidel liigub kolb töötsükli kestel ainult töötakti ajal gaaside rõhu toimel ning paneb kepsu abil väntvõlli pöörlema. Ülejäänud taktide — väljalaske-, sisselaske- ja survetaktide ajal on aga kolvi liikumapanemiseks tarvis pöörata väntvõlli. Nimetatud taktid on ettevalmistavateks taktideks ja need toimuvad hoorattasse töötakti ajal salvestatud mehaanilise energia arvel. Hooratas on kinnitatud väntvõlli otsa.

§ 6. Kahetaktilise mootori töötsükkel

Nii diisel- kui ka karburaatormootorid võivad olla kahetaktilised. Igasugustel kahetaktiliste mootorite tüüpidel on üldiseks protsessiks heitgaaside eemaldamine silindrist kas värske küttesegu või õhuvoolu abil ehk nn. *läbipuhumine*, mis võib toimuda mitmesugusel viisil. Karteri läbipuhumisega kahetaktilise karburaatormootori töö ja ehituse skeem on kujutatud joonisel 16 ja vastav töötsükli indikaatordiagramm joonisel 17.

Seda tüüpi mootorite silindri *4* seinas (joon. 16) on kolm ava ehk akent: sisselaskeava *7*, läbipuhumisava *2* ja väljalaskeava *6*; mootori karter (väntvõllikamber) *9* atmosfääriga ühendatud ei ole. Sisselaskeava on ühendatud karburaatoriga *8*, s. o. seadisega, mis valmistab küttesegu. Läbipuhumisava *2* on kanali *1* kaudu ühendatud mootori karteriga *9*.

Mootori töötsükkel toimub järgmiselt. Kolb *3* liigub alumisest surnud seisust ülemisse (joon. 16,*a*), sulgedes käigu algul läbipuhumisava *2* ja seejärel väljalaskeava *6*. Nüüd algab silindrisse varem suunatud küttesegu



Joon. 17. Kahetaktilise karburaatormootori indikaatordiagramm.

kokkusurumine. Sel etapil toimuvat rõhu muutumist silindris iseloomustab indikaatordiagrammil kõver *fc* (joon. 17). Samal ajal tekib karteris *9* (joon. 16,*a*) hõrendus ja niipea, kui kolvi juhtpinna alumine serv avab sisselaskeava, imetakse selle kaudu karburaatorist *8* küttesegu mootori karterisse.

Kui kolb asetseb ülemise surnud seisu lähedal, süüdatakse kokkusurutud töösegu küünlas *5* tekitatava elektrisädemega. Küttesegu põlemisel tõuseb seejuures tekkivate gaaside (põlemisproduktide) rõhk järsult. Rõhu suurenemist silindris näitab indikaatordiagrammil kõver *cz* (joon. 17).

Gaaside rõhu mõjul liigub kolb alumise surnud seisu poole (joon. 16,*b*). Silindris toimuvat gaaside paisumist iseloomustab indikaatordiagrammil kõver *zb* (joon.17). Niipea aga kui kolb allaliikumisel suleb sisselaskeava *7* (joon. 16,*b*), algab mootori karterisse varem tunginud küttesegu kokkusurumine.

Käigu lõpul avab kolb väljalaskeava *6* (joon. 16,*c*) ja seejärel läbipuhumisava *2*. Avatud väljalaskeava kaudu tungivad heitgaasid suure kiirusega atmosfääri. Silindris rõhk langeb kiiresti. Läbipuhumisava avamise momendiks on karteris kokkusurutud küttesegu rõhk suurem kui heitgaaside rõhk silindris. Seepärast hakkab küttesegu karterist kanali *1* kaudu tungima silindrisse, täidab selle ja tõukab heitgaaside jäägid väljalaskeava kaudu välja. Rõhu muutumist silindris väljalaske ja läbipuhumise ajal näitab indikaatordiagrammil kõver *baf* (joon. 17).

Edasi korduvad kõik protsessid samas järjekorras.

Kahetaktilise diiselmootori töötsükkel toimub analoogiliselt kahetaktilise karburaatormootori töötsüklile ning erineb ainult selle poolest, et diisli silindrisse ei tungi mitte küttesegu, vaid puhas õhk.

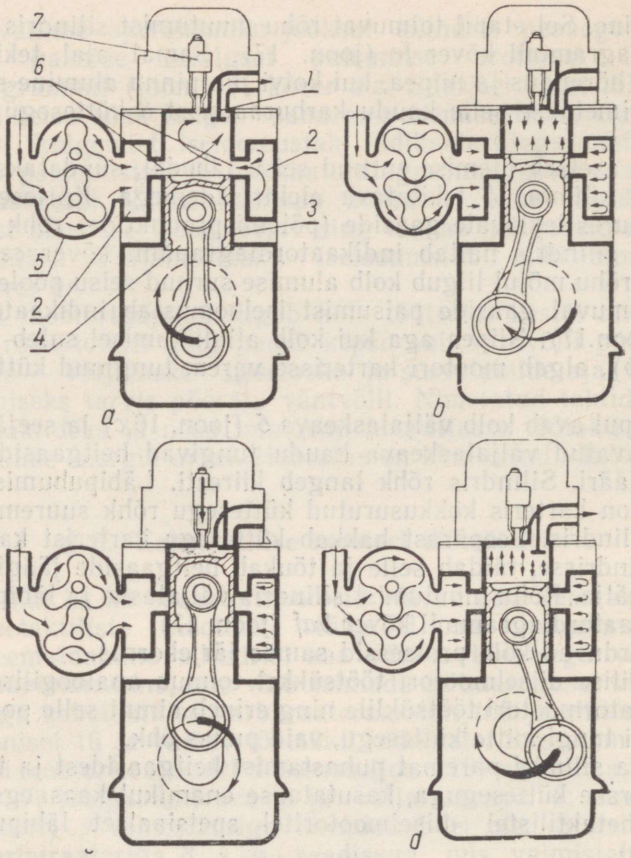
Et tagada silindri paremat puhastamist heitgaasidest ja tema paremat täitumist värske küttesegu ga, kasutatakse enamikul kaasaegsetel kiirekäigulistel kahetaktilistel diiselmootoritel spetsiaalset läbipuhumispumpa (õhulaadijat).

Kompressorita kahetaktilise diisli ja selle õhulaadija töötamise skeem on kujutatud joonisel 18, vastav indikaatordiagramm aga joonisel 19. Niisuguse skeemi järgi töötavad diislid ЯМЗ.

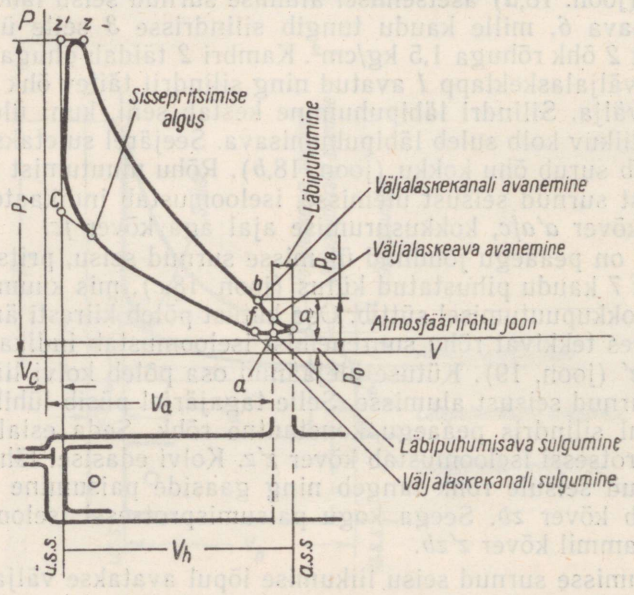
Kolvi *4* (joon. 18,*a*) asetsemisel alumise surnud seisu lähedal avatakse läbipuhumisava *6*, mille kaudu tungib silindrisse *3* selle ümber olevast õhukambrist *2* õhk rõhuga 1,5 kg/cm^2. Kambri *2* täidab õhuga õhulaadija *5*. Sel ajal on väljalaskeklapp *1* avatud ning silindrit täitev õhk tõrjub sellest heitgaasid välja. Silindri läbipuhumine kestab seni, kuni ülemise surnud seisu poole liikuv kolb suleb läbipuhumisava. Seejärel suletakse väljalaskeklapp ja kolb surub õhu kokku (joon. 18,*b*). Rõhu muutumist kolvi liikumisel alumisest surnud seisust ülemisse, iseloomustab indikaatordiagrammil (joon. 19) kõver *a'afc*, kokkusurumise ajal aga kõver *fc*.

Kui kolb on peaaegu jõudnud ülemisse surnud seisu, pritsitakse silindrisse pihusti *7* kaudu pihustatud kütus (joon. 18,*c*), mis kuuma kokkusurutud õhuga kokkupuutumisel süttib. Osa kütust põleb kiiresti ära jääval mahul. Seejuures tekkivat rõhu suurenemist iseloomustab indikaatordiagrammil kõver *cz'* (joon. 19). Kütuse ülejäänud osa põleb kolvi liikumise algul ülemisest surnud seisust alumisse. Selle tagajärjel püsib lühikese ajavahemiku jooksul silindris peaaegu konstantne rõhk. Seda esialgset gaaside paisumise protsessi iseloomustab kõver *z'z*. Kolvi edasisel lähenemisel alumisele surnud seisule rõhk langeb ning gaaside paisumine jätkub, mida iseloomustab kõver *zb*. Seega kogu paisumisprotsessi iseloomustab indikaatordiagrammil kõver *z'zb*.

Kolvi alumisse surnud seisu liikumise lõpul avatakse väljalaskeklapp *1* ning algab heitgaaside väljalase (joon. 18,*d*). Selleks momendiks, kui kolb avab läbipuhumisava *6*, on osa heitgaasidest juba jõudnud väljuda, rõhk



Joon. 18. Õhulaadijaga kahetaktilise diiselmootori töötamise skeem:
1 — väljalaskeklapp; *2* — õhukamber; *3* — silinder; *4* — kolb; *5* — õhulaadija; *6* — läbipuhumisavad; *7* — pihusti.

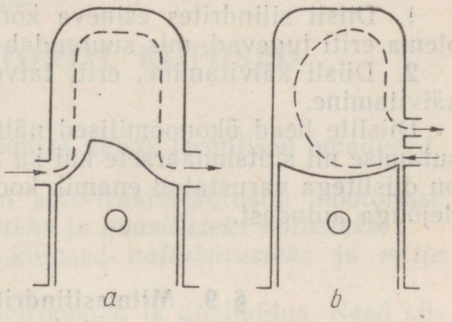


Joon. 19. Õhulaadijaga kahetaktilise diiselmootori indikaatordiagramm.

silindris langeb ning algab silindri läbipuhumine õhuga. See jätkub ka järgneval kolvi ülesliikumisel (joon. 18, *a*). Kõver *ba'af* (joon. 19) indikaatordiagrammil näitab gaaside rõhu muutumist gaaside väljalaske ja silindri läbipuhumise ajal.

Edasi korduvad kõik protsessid samas järjekorras.

Kahetaktilistes mootorites kasutatavaid läbipuhumisskeeme võib jaotada otsevoolu- ja kontuur-läbipuhumisskeemideks.



Joon. 20. Kahetaktilise mootori silindri läbipuhumise kontuurskeemid:
a — ristläbipuhumine; *b* — silmusläbipuhumine.

K o n t u u r - l ä b i p u h u m i s s k e e m e iseloomustab küttesegu või õhuvoolu liikumine silindri kontuuri mööda. Neid skeeme on kaht tüüpi: ristläbipuhumine (joon. 20, *a*) ja silmusläbipuhumine (joon. 20, *b*). Kontuurläbipuhumisel on gaasijaotuse väljalaske ja läbipuhumisorganite juhtimine seotud kolvi liikumisega.

O t s e v o o l u l ä b i p u h u m i s e l (joon. 18) liigub küttesegu või õhk paralleelselt silindri teljega ega muuda oma suunda.

Otsevoolu läbipuhumine tagab silindri parema puhastuse põlemisproduktidest kui kontuur-läbipuhumine.

§ 7. Nelja- ja kahetaktiliste mootorite võrdlus

Nelja- ja kahetaktiliste mootorite kõrvutamisel võib teha järgmisi järeldusi.

1. Kahetaktiliste mootorite võimsus ületab muude võrdsete tingimuste juures märgatavalt (60—70% võrra) neljataktiliste mootorite võimsuse, sest kütuse etteandmine ja selle põlemine toimub väntvõlli iga pöörde puhul.

2. Kahetaktilised mootorid töötavad ühtlasemalt, sest paisumistakt toimub väntvõlli iga pöörde ajal. Seetõttu võib kahetaktilisele mootorile paigutada tunduvalt kergema hooratta.

3. Nii konstruktiivselt kui ka ekspluatatsioonilt on kahetaktilised mootorid lihtsamad kui neljataktilised, eriti karteri ristläbipuhumisel, sest need ei vaja spetsiaalset gaasijaotusmehhanismi.

4. Ökonoomsuselt jäävad kahetaktilised mootorid neljataktilistest mõnevõrra maha, sest silindrid ei puhastu nii täielikult põlemisproduktidest, samuti läheb võimsust kaduma ka õhulaadija käitamiseks. Eriti ebaökonoomsed on kahetaktilised karburaatormootorid, milles silindri läbipuhumine toimub küttesegu ga. Seejuures võivad kütuse kaod ulatuda väljalaskeava kaudu kuni 30%-ni. Seepärast ehitatakse enamik kiirekäigulisi karburaatormootoreid neljataktilistena.

§ 8. Diisel- ja karburaatormootorite võrdlus

Võrreldes karburaatormootoriga, on diislil järgmised põhilised eelised.

1. Tehtud tööühiku kohta kulutab diisel oma kõrge surveastme tõttu keskmiselt 25% (kaaluliselt) kütust vähem.

2. Diisel töötab rasketel kütustel, mis ei ole eriti tuleohtlikud.

Nimetatud eeliste kõrval on diislil ka mõningad puudused.

1. Diisli silindrites esineva kõrge rõhu tõttu peavad mõned detailid olema eriti tugevad, mis suurendab diisli mõõtmeid ja kaalu.

2. Diisli käivitamine, eriti talvel, on raskem kui karburaatormootori käivitamine.

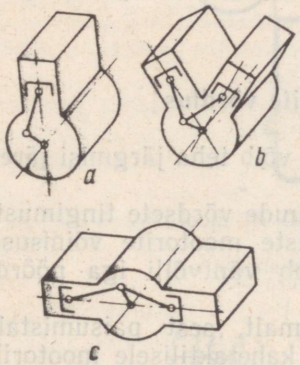
Diislite head ökonoomilised näitajad on taganud nende laialdase kasutamise nii statsionaarsete kui ka transpordimootoritena. Käesoleval ajal on diislitega varustatud enamik kodumaistest traktoritest ning suure kandejõuga autodest.

§ 9. Mitmesilindrilise mootori töötamine

Vaatamata sellele, et on olemas hooratas, pöörleb ühesilindrilise mootori väntvõll ebaühtlaselt ja nimelt paisumistakti ajal kiiremini kui ülejäänud taktide puhul. Tarviliku võimsuse saavutamiseks peab silindris ärapõletatav kütuse annus olema küllaltki suur, mis tekitab järske löökkoormusi väntmehhanismil ja suurendab selle detailide kulumist ning kutsub esile kogu mootori vibreerimise.

Peale selle on ühesilindrilisel mootoril väike *tundlikkus*, s. o. ta ei ole võimeline kiiresti suurendama väntvõlli pöördeid.

Et neid ühesilindrilise mootori puudusi vältida, paigutatakse autodele ja traktoritele tavaliselt mitmesilindrilised mootorid, millesse on liidetud mitu ühesilindrilist mootorit. Töötaktide sagedane kordumine mitmesilindrilises mootoris tagab väntvõlli tunduvalt ühtlasema pöörlemise kui ühesilindrilisel mootoril. Seepärast on silindrite arvu suurendamisel võimalik vähendada hooratta mõõtmeid.



Joon. 21. Mootorite silindrite paigutuste skeemid:
a — üherealine; *b* — kaherealine V-kujuline; *c* — kaherealine vastakpaigutus.

Mitmesilindrilistel auto-traktorimootoritel võivad silindrid olla paigutatud ühte või kahte ritta (joon. 21). Enamikul ühereal istel mootoritel asetsevad silindrid vertikaalselt (joon. 21, *a*), kaherealistel aga teatud nurga all (joon. 21, *b*). Kui kahes reas asuvate silindrite korral nendevaheline nurk on alla 180°, nimetatakse mootorit V-kujuliseks (joon. 21, *b*), kui aga see nurk on 180°, siis vastakmootoriks.

Mitmesilindrilistel mootoritel võib olla mitmesugune silindrite arv (tavaliselt paarisarv) alates kahest kuni kuueteistkümne silindrini.

Ühte ritta paigutatud silindritega mootoritel on gabariidid suuremad kui V-kujulistel mootoritel.

Et mitmesilindrilised mootorid töötaksid võimalikult ühtlaselt, peavad töötaktid järgnema võrdsete ajavahemike järel. Nimetatud ajavahemiku kindlaksmääramiseks väntvõlli pöördenurga kraadides tuleb töötsükli kestus (kraadides) jagada silindrite arvuga.

Nelja silindriga neljataktilisel mootoril toimub järgnevas silindris töötakt 180° (720 : 4) pärast eelmise silindri töötakti, s. o. väntvõlli poolpöörde järel. Seega toimub töötakt väntvõlli kahe pöörde (töötsükli) jooksul kõigis neljas silindris.

Töötaktide vaheldumise järjekorda mootorite silindrites nimetatakse *mootori tööjärjekorraks.*

Mootori tööjärjekord sõltub silindrite paigutusest ja väntvõlli väntade vastastikusest asetusest.

AUTO-TRAKTORIMOOTORITE KÜTUSED

§ 1. Auto-traktorikütuste klassifikatsioon ja nende termilised omadused

Füüsikalise seisukorra järgi, mis on auto-traktorikütustel mootorisse andmisel, jaotatakse kütused *vedelkütusteks* ja *gaasilisteks kütusteks.*

Lähtetooraine liigi järgi jaotatakse kütused *naftakütusteks* ja *mitte-nafta baasil* toodetud kütusteks.

Esimesse gruppi kuuluvad bensiin, petrooleum ja diislikütus. Need kütused saadakse nafta otsesel destilleerimisel või destruktiivsel * töötlemisel, kuid samuti mõlematel meetoditel saadud kütuste segamise teel.

Muude vedelkütuste ehk mitte nafta baasil toodetud kütuste hulka kuuluvad niisugused bensiini ja petrooleumisordid, mis saadakse põlevkivi, turba või sõe ümbertöötamisel.

Autode ja traktorimootoritel võib aga kütusena kasutada ka generaatorigaasi, surugaasi ja veeldatud gaasi. Käesoleval ajal kasutatakse automootorite kütusena nii nafta kui ka mitte nafta baasil saadavaid suru- ja veeldatud gaase.

Surugaasideks nimetatakse gaase, mis tavalises temperatuuris kõrge rõhu all püsivad gaasilistena.

Veeldatud gaasideks nimetatakse gaase, mis tavalistel temperatuuridel ja mitte eriti kõrge rõhu (kuni 16 kg/cm^2) juures muutuvad vedelaks.

Gaasilisel kütusel on terve rida väärtuslikke omadusi. See kütus on märgatavalt odavam vedelkütusest ja tema põlemine on täielikum.

NSV Liidu gasifitseerimise hiigelmastaabid käesoleval seitseaastakul loovad head perspektiivid gaasiliste kütuste kasutamiseks auto-traktorimootorites.

Põlemisel muundub kütuse keemiline energia soojusenergiaks. Kütuse põlemine võib olla täielik või mittetäielik.

Kütuse täielikku põlemist iseloomustab asjaolu, et kogu kütuse süsinik ühineb hapnikuga ja moodustab süsihappegaasi (CO_2), kogu vesinik aga ühineb hapnikuga ning moodustab vee.

Kütuse puudulikku põlemist iseloomustab see, et osa süsinikku ei ühine täielikult hapnikuga, mistõttu peale süsihappegaasi tekib veel süsihapend (vingugaas CO). Viimane on võimeline ühinema hapnikuga ja seda võib kasutada kütusena.

Kütuse väärtuse hindamisel on tähtsaimaks näitajaks tema soojusväärtus. Kütuse *soojusväärtust* Q iseloomustab soojuse hulk kcal, mis eraldub 1 kg vedelkütuse või 1 m^3 gaasikütuse** täielikul põlemisel.

Eristatakse kütuse ülemist Q_p ja kütuse alumist Q_k soojusväärtust. Ülemise soojusväärtuse ehk põlemisväärtuse määramisel võetakse peale põlemisel eralduva soojuse arvesse ka soojushulk, mis eraldub veeauru kondenseerumisel põlemisproduktides. Alumise soojusväärtuse ehk küttevääruse määramisel aurude kondensatsiooni soojust ei arvestata.

Autobensiinide alumine soojusväärtus on 10 400 kcal/kg, diislikütusel aga 10 000 kcal/kg.

---

* Destruktiivseks töötlemiseks nimetatakse niisuguseid naftasaaduste saamise protsesse, mille juures lähtetooraineks leiduvate süsivesinike molekulide struktuur muudetakse.

** Gaasi hulk m^3 on arvestatud normaalsetes tingimustes, s. o. rõhul 1 kg/cm^2 ja temperatuuril 0° C.

§ 2. Autode ja traktorite karburaatormootorite kütused

Kaasaegsed autode ja traktorite karburaatormootorid töötavad bensiinil ning ainult mõningad vana tüüpi traktorid (СТЗ-НАТИ, «Universal» jt.) töötavad petrooleumil.

Et tagada karburaatormootori normaalset ja ökonoomset töötamist mitmesugustes ekspluatatsioonitingimustes, peavad nende kütustel olema järgmised põhilised omadused:

1) hea auruvus;
2) küllaldane detonatsioonikindlus;
3) hea füüsikaline ja keemiline püsivus (stabiilsus);
4) minimaalne vaikude settimine;
5) minimaalne korrodeeriv mõju metallile;
6) mehaaniliste lisandite ja vee puudumine.

Kütuse auruvus, s. o. kütuse võimet üle minna vedelast olekust gaasilisse, hinnatakse kütuse 10, 50 ja 90% destilleerumise temperatuuride järgi.

Kütuse 10% destilleerumise temperatuur iseloomustab tema käivitusomadusi. Mida madalam on see temperatuur, seda kergem on mootorit sellise kütusega käivitada. Kuid seejuures suureneb gaasikorkide (aurukottide) tekkimise võimalus mootori toitesüsteemis.

Kütuse 50% destilleerumise temperatuur iseloomustab keskmiste fraktsioonide auruvust. Mida madalam on see temperatuur, seda stabiilsemalt töötab mootor.

Kütuse 90% destilleerumise temperatuur iseloomustab tema aurumise täielikkust: mida madalam see temperatuur on, seda vähem raskeid fraktsioone kütus sisaldab.

Detonatsioonikindlus. Kütuse põlemisprotsess mootoris kulgeb väga lühikese ajavahemiku jooksul. Näiteks väntvõlli pöörlemiskiirusel 2000 p/min kestab põlemine 0,003—0,004 sekundit.

Kütuse põlemise kestus silindris on võrdeline põlemisfrondi * levimiskiirusega silindris. Normaalsel põlemisel on põlemisfrondi levimiskiirus silindris 20—30 m/sek.

Ebanormaalne põlemisprotsess mootori silindris võib võtta detonatsioonilise (plahvatusliku) iseloomu, mille juures põlemisfrondi levimiskiirus ulatub 2000—2500 m/sek. Küttesegu detonatsioonilise põlemise välistunnuseks on terav metalne kloppimine mootori silindris, mootori ülekuumenemine, perioodilised musta suitsu sagarad väljalasketorust, mootori võimsuse ja ökonoomsuse langus. Detonatsioonilisel põlemisel esineb detailide tugevam kulumine, mõnikord isegi laagriliudade purunemine, kolvipõhjade ja klappide sissepõlemine. Seepärast on väga suur tähtsus kütuse detonatsioonikindlusel, mis oleneb sellest, millised süsivesinikud on kütuses ülekaalus.

Kütuse detonatsioonikindlust hinnatakse mootoris katsetamisel (ГОСТ 511—52). See meetod seisneb niisuguse etaloonkütuste segu valimises, mis ühesilindrilises mootoris standardsetel töötingimustel annab samasuguse intensiivsusega detonatsiooni nagu katsetatav kütus.

Etaloonkütusena kasutatakse kahte süsivesinikku: *normaalheptaani,* mille detonatsioonikindlus loetakse tinglikult nulliks ja *isooktaani,* mille detonatsioonikindlus on võetud tinglikult võrdseks 100 ühikuga.

Kütuse oktaanarvuks nimetatakse isooktaani protsentuaalset sisaldust (mahuliselt) niisuguses segus normaalheptaaniga, mis oma detonatsioonikindluselt on samaväärne katsetatava kütusega.

Enamikul juhtudel tekib detonatsiooniline põlemine siis, kui mootori

* Põlemisfrondiks nimetatakse põlemise reaktsiooni tsooni, mis eraldab põlemisprodukte värskest küttesegust.

surveaste pole kasutatava kütuse detonatsioonikindlusega kooskõlas. Peale selle võivad detonatsioonilise põlemise põhjustajaiks olla põlemiskambri kuju, silindri läbimõõt, küünalde arv ja nende paigutus ning teised tegurid.

Sõltuvalt kütuseliigist (sordist), mootori otstarbest ja muudest parameetritest, võib karburaatormootorites surveaste varieeruda järgmistes piirides:

Petrooleumimootorid	4—4,8
Bensiini- ja gaasimootorid (veeldatud ja surugaasiga)	5—9

Mida kõrgem on kütuse oktaanarv, seda kõrgem võib olla maksimaalne lubatav surveaste.

Detonatsioonilisele põlemisele kalduvate kütuste oktaanarvu võib tõsta üsna väikese hulga (0,2—0,3%) eriliste ainete nn. *antidetonaatorite* lisamisel. Viimaste lisamine ei muuda kütuse füüsikalis-keemilisi omadusi. Antidetonaatoritest on kõige laiemat praktilist kasutamist leidnud tetraetüülplii (ТЭС), mis lisatakse kütusele etüülvedelikuna, mille mark on P-9.

Etüülvedeliku juurdelisamisel saadakse nn. *etüleeritud kütus.* Niisugune kütus on **mürgine,** seepärast tuleb sellega ümberkäimisel kinni pidada vastavatest ohutuseeskirjadest.

Etüleeritud kütusele lisatakse tavaliselt värvainet, mis näitab, et bensiin on mürgine.

Kütuse stabiilsuseks nimetatakse tema võimet säilitada oma esialgsed füüsikalised ja keemilised omadused nii hoidmisel, transportimisel kui ka ümberpumpamisel.

Kütuste kalduvus setete moodustamisele on tingitud peamiselt vaikainete sisaldusest ja see sõltub kütuse keemiilisest stabiilsusest. Vaikainete setted kütusefiltri ja karburaatorite kanalites takistavad kütuse normaalset etteandmist. Klappidele, kolbidele ja teistele detailidele kogunevad vaikained söestuvad ning põlevad nõeks (koksiks), mis halvendab soojuse ärajuhtimist ning soodustab detailide kulumist. Seepärast peab kütuste vaikainete sisaldust rangelt piirama.

Kütuse korrodeeriv toime. Et kaitsta mootori detaile korrosiooni ja korrosiooniliste kulumiste eest, puhastatakse kütus vees lahustuvatest hapetest ning leelistest, peale selle aga piiratakse tema orgaaniliste hapete ja väävliühenduste sisaldust.

Vesi ja mehaanilised lisandid, mis võivad leiduda kütuses, suurendavad mootori detailide kulumist. Need võivad ummistada filtreid, kütusetorustikku ja karburaatori kanaleid ning seega takistada kütuse normaalset etteandmist. Kütuses leiduv vesi raskendab mootori käivitamist, talvel aga võib tekitada kütusetorustikku jääkorke.

Bensiinimargid. Vastavalt ГОСТ 2084-56 toodab tööstus nelja põhimarki autobensiini A-66, A-72, A-74 ja A-76. Täht A tähendab, et bensiin on määratud automootoritele, number aga näitab antud bensiini oktaanarvu.

§ 3. Diiselautode ja -traktorite kütus

Autode ja traktorite diislid töötavad diislikütusel. Selle kvaliteet peab vastama ülesseatud nõuetele, mis tulenevad diislite konstruktsiooni ja töötsükli iseärasustest.

Kvaliteetne diislikütus peab kindlustama:

1) katkestamatu kütuse etteandmise igasugustel ekspluatatsioonirežiimidel;
2) hea segumoodustuse ja kerge käivituse;
3) töösegu hea süttimise ning sujuva põlemise;
4) minimaalse setete ja nõe tekkimise diislis;
5) diisli detailide ja taara minimaalse korrosiooni.

Viskoossus on diislikütuse üheks peamiseks kvaliteedi näitajaks. Viskoossus (sisehõõrdumine) on vedelike omaduseks, mis näitab takistust vedelike osakeste vahel nende liikumisel üksteise suhtes.

Viskoossuse suurust mõõdetakse dünaamilistes, kinemaatilistes või tinglikes viskoossusühikutes. Diislikütuste standardites on viskoossus antud kinemaatilistes viskoossusühikutes — stoksides *.

Viskoossuse suurus muutub temperatuuri muutumisel, seepärast on alati näidatud, millisel temperatuuril viskoossus on määratud.

Viskoossusest sõltub suurel määral kütuse pihustuse ja segumoodustamise kvaliteet. Väikese viskoossuse puhul on kütuse pihustamine peenem ning paraneb segumoodustamine, mõnevõrra halveneb aga kütusepumba detailide määrimine.

Liiga väike viskoossus põhjustab aga kütuse liiga peeneks pihustamise, mille tagajärjel väheneb järsult kütusepiisakeste lennukaugus ning põlemiskambri kaugematesse osadesse (pihustist arvates) kütust üldse ei satu. See rikub töösegu ühtsust ja halvendab ta põlemist.

Viskoossuse suurendamisel halveneb kütuse pihustamine ja segu moodustamine. Seetõttu ei põle kütus täielikult ära ning heitgaasides on märgata suitsu.

Diislikütuse kinemaatiline viskoossus 20° juures peab olema vähemalt 1,8 cSt ja mitte üle 8 cSt.

Diislikütuse fraktsiooniline koostis. Kui autode ja traktorite diislite kütustes on raskete fraktsioonide sisaldus liiga suur, siis ei suuda kütus küllalt kiiresti aurustuda ega ühtlast segu moodustada. Sel juhul on kütuse põlemine puudulik. Kuid ka liiga kergeid kütuse fraktsioone ei saa kasutada nende liiga madala viskoossuse tõttu.

Diislikütus peab keema temperatuurivahemikus 170—360°.

Hägustumistemperatuuriks nimetatakse niisugust temperatuuri, mille juures diislikütus muutub häguseks tahkete süsivesinike (parafiinide) kristallide välja sadenemise (eraldumise) tõttu. Need kristallid ummistavad kütusefiltrid, mistõttu kütuse etteandmine diislisse katkeb. Diisli normaalseks töötamiseks on oluline, et diislikütuse hägustumistemperatuur oleks 3—5° madalam ümbritseva õhu minimaalsest temperatuurist.

Hangumistemperatuuriks nimetatakse temperatuuri, mille juures kütus kaotab oma liikuvuse (hangub). See temperatuur peab olema 10° madalam ümbritseva õhu minimaalsest temperatuurist.

Isesüttimistemperatuuriks nimetatakse madalaimat temperatuuri, mille juures kütus süttib ilma tulega süütamata.

Põlemiskambrisse pritsitud **kütuse isesüttimine** ei toimu mitte kohe, vaid teatud aja möödumisel. Seda perioodi nimetatakse *isesüttimise viiviseks* ehk viivitusperioodiks.

Sel perioodil kokku puutudes silindris komprimeerimisel kuumenenud õhuga, kütus kuumeneb, aurustub ja seguneb ühtlasi sellega. Samal ajal hapenduvad kütuse süsivesinikud ning moodustuvad nende mittepüsivad ühendid õhuhapnikuga (hapendid).

Isesüttimisviivise perioodil jätkab kütusepump kütuse etteandmist põlemiskambrisse. Mida kauem see periood kestab, seda rohkem kütust koguneb põlemiskambrisse isesüttimismomendiks. Seetõttu tekib kütuse isesüttimisel silindris rõhu järsk tõus (nn. diiselmootori jäik töötamine), millega kaasneb tume kloppimine, mis tihti võib põhjustada väntvõllide laagrite ja kaelte enneaegset kulumist.

Väliste tunnuste järgi meenutab diisli jäik töötamine kütuse detonat-

---

* Stoksi dimensioon on cm^2/sek. Üks sajandik Stoksi nimetatakse *sentistoksiks* ja tähistatakse cSt.

sioonilist põlemist karburaatormootoris, kuid selle nähtuse põhjused on just vastupidised.

Kõik tegurid, mis soodustavad süsivesinike hapendumist ja hapendite moodustumist vähendavad isesüttimisviivise perioodi ja seega vähendavad ka diisli jäika töötamist. Karburaatormootorites põhjustab detonatsioonilist põlemist kütuse oksüdeeriv võime.

Isesüttimise viivise kestus sõltub kütuse omadustest ja segu ettevalmistamise kvaliteedist.

Kütuse isesüttimist hinnatakse **tsetaanarvuga,** mis määratakse ühesilindrilise mootoriga, samas korras kui kütuse oktaanarv. Tsetaanarvu leidmiseks võrreldakse katsetatava ja etaloonkütuse isesüttivust. Etaloonkütustena kasutatakse süsivesinikke: *tsetaani* ja *α-metüülnaftaliini.* Esimesel on eriti hea isesüttivus (tinglikult 100 ühikut), teisel aga halb (tinglikult 0 ühikut).

Diislikütuse tsetaanarvuks nimetatakse tsetaani protsentuaalset sisaldust (mahuliselt) niisuguses α-metüülnaftaliini segus, mille isesüttivus on samaväärne katsetatava kütuse omaga. Madala tsetaanarvuga kütuse kasutamine põhjustab diisli jäika töötamist. Kehtivate standardite järgi peab diiselmootoritel, mille pöörlemiskiirus on 1000—1500 p/min diislikütuse tsetaanarv olema vähemalt 40 ühikut.

Kütuse kalduvus setete ja tahma moodustamisele. Kui diislikütuses leidub märgataval hulgal asfaldi- ja vaiguühendeid, raskeid fraktsioone ning mehaanilisi lisandeid, tekib põlemiskambrisse klappidele, pihustitele ja kolvirõngastele lakikujuline sade ning tahm.

Need sadestused põhjustavad diisli ülekuumenemist, kolvirõngaste sissepõlemist (koksistumist), pihustite pihustusavade ummistumist jne. Kõige selle tagajärjel väheneb diisli võimsus ja ökonoomsus.

Kalduvust tahmamoodustamisele võib kütuste juures orienteeruvalt otsustada koksiarvu järgi, mis määratakse kütuse 10%-lise destillatsioonijäägi koksistumise järgi. Koksistumisarv antakse protsentides ja ta näitab koksi hulka, mis jääb ülalnimetatud kütusejäägi aurustumise ja lagunemise tulemusel, kui seda kuumutada ilma õhu juurdepääsuta.

Mida väiksem on koksiarv, seda kõrgema kvaliteediga on kütus.

Diislikütuse korrodeeriv toime on tingitud samadest põhjustest mis karburaatormootorite kütusel. Kõige tugevama korrodeeriva toimega on väävliühendid. Toodetavate naftakütuste väävlisisaldus on kuni 1%.

Et vähendada väävliühendite korrodeerivat mõju detailidele, kasutatakse korrosioonikindlaid materjale (räni-kroom-malmi jt.), kroomitakse detailide pinnad (näiteks kolvirõngastel), samuti ka korrosioonivastaseid lisandeid (ЦИАТИМ-339 jt.), mis lisatakse diisliõlidele.

Mehaanilised lisandid ja vesi on diislikütustes absoluutselt lubamatud. Kütusepumpade ja pihustite detailid on valmistatud väga suure täpsusega, lõtkud üksikute detailide vahel kõiguvad 0,001—0,003 mm piirides. Seepärast rikuvad mehaanilised lisandid ka siis, kui neid leidub kütuses väga väiksel hulgal, diisli normaalset töötamist ja kutsuvad esile kütusepumba ning pihustite detailide kiire kulumise.

Mehaanilised lisandid võivad sattuda diislikütusesse transportimisel, hoidmisel või kütusepaakide tankimisel, kui ei täideta vastavates eeskirjades ettenähtud nõudeid.

Vee leidumine kütuses toob endaga kaasa metallide korrodeerumise, madalatel temperatuuridel tekivad aga vee külmumisel kütusesse peened jääkristallid, mis häirivad kütuse etteandmist ja mõnikord isegi katkestavad selle.

Mehaaniliste lisandite ja vee kõrvaldamiseks tuleb kütust lasta pikemat aega reservuaarides settida (vähemalt 48 tundi), tankimisel hoolikalt filtreerida ning kütusepaakidest sete perioodiliselt välja lasta.

Tuhasisaldus ei tohi diislikütustel ületada 0,02%, sest tuhk soodustab tahma tekkimist ning põhjustab diisli detailide suuremat kulumist.

Diislikütuste margid. Autode ja traktorite diiselmootorite jaoks laseb tööstus välja järgmisi kütusemarke: ДА, ДЗ, ДЛ (ГОСТ 4749-49), З ja Л (ГОСТ 305-58).

Diislite ekspluateerimiseks talvel, kui õhu temperatuur on alla —30°, on ette nähtud kütus ДА, kui temperatuur on aga üle —30°, siis kütused ДЗ ja З.

Diislite ekspluateerimiseks suvel, kui temperatuur on 0° ja üle selle, kasutatakse kütuseid ДЛ ja Л.

V peatükk

TEGELIKUD PROTSESSID MOOTORITES. MOOTORITE PÕHIMÕÕTMETE MÄÄRAMINE

§ 1. Sisselaskeprotsess

Et antud silindrimahu ja kindlaksmääratud pöörete arvu juures saada mootorilt maksimaalset tööd, tuleb silinder täita võimalikult maksimaalse hulga küttesegu või õhuga. Mootori silindri paremaks täitmiseks suurendatakse sisselaskeklapi avatud seisu kestust. Auto-traktorimootoritel avatakse sisselaskeklapp 5—20° (väntvõlli pöördenurga järgi) enne kolvi jõudmist ülemisse surnud seisu ja suletakse 40—70° pärast seda, kui kolb on läbinud alumise surnud seisu.

Neljataktilisel karburaatormootoril toimub küttesegu sissevool silindrisse rõhul $P_a = 0{,}7—0{,}95$ kg/cm². Suurus P_a sõltub peamiselt sisselaskesüsteemi takistusest. Mida suurem on sisselaskesüsteemi takistus, seda väiksem on P_a. Süsteemi takistus aga oleneb õhupuhasti, karburaatori ja sisselasketorustiku konstruktsioonist ning tehnilisest seisukorrast (torude ristlõikest ja pikkusest, torupõlvede arvust ja raadiusest, torustiku siseseinte pinna siledusest).

Võrreldes karburaatormootoritega on diislitel võrdse pöörete arvu juures P_a veidi suurem, sest nende sisselaskesüsteemi takistus on väiksem.

Kahetaktilistel mootoritel, millel õhulaadijad puuduvad, on rõhk P_a võrdne atmosfäärirõhuga P_o, mootoritel aga, mis töötavad õhulaadijaga, s. o. ülelaadimisega, on see rõhk atmosfäärirõhust kõrgem, võrdudes ülelaadimisrõhuga P_k.

Gaas (küttesegu või õhk), mis voolab mootori silindrisse, puutub kokku sisselasketoru kuumade seintega ja klappidega ning kuumeneb. Värskelt sisseimetud gaas kuumeneb silindris edasi, segunedes heitgaasi jääkidega ja kokku puutudes kuumade silindri seinte ning kolvi põhjaga.

Sisselasketakti lõpul on neljataktilise mootori silindris jääkgaasi temperatuur T_a 330—390° K piirides, kahetaktilistel mootoritel aga 330—350° K piirides. Diislitel on see temperatuur tavaliselt madalam kui karburaatormootoritel.

Küttesegu (või õhu) kaalulist kogust, mis voolab silindrisse täitmise protsessi ajal ja mis jääb silindrisse sisselaskeklapi sulgemise momendil, nimetatakse *silindri kaaluliseks täiteks.*

Tehakse vahet tegeliku ja teoreetilise kaalulise täite vahel.

Tegeliku kaalulise täite $G_{teg.}$ all mõistetakse täidet, mis faktiliselt tungis silindrisse ja sellesse jäi.

Teoreetilise kaalulise täite $G_{teor.}$ all mõistetakse täidet, mis võib mah-

tuda silindri töömahtu V_h ümbritseva keskkonna rõhul P_o ja temperatuuril T_o°K.

Ilma õhulaadijata töötavatel mootoritel on tegelik kaaluline täide väiksem kui teoreetiline. Niisugune olukord on tingitud sisselaskesüsteemi takistusest, kuid samuti ka sisselaske faktilise kestuse vähenemisest jääkgaaside paisumise tõttu. Need gaasid takistavad silindri täitumist seni, kuni nad paisuvad ja nende rõhk P_r ei ole võrdne P_a. Peale selle kuumeneb täitmise ajal täide kokku puutudes kuumade silindri seintega ja kolvi põhjaga ning segunemisel jääkgaasidega. Selle tagajärjel täite maht suureneb.

Mootori silindri täiteastet küttesegu või õhuga hinnatakse *täiteteguriga* η_v, mida iseloomustab tegeliku kaalulise täite $G_{teg.}$ ja teoreetilise kaalulise täite $G_{teor.}$ suhe

$$\eta_v = \frac{G_{teg.}}{G_{teor.}}.$$

Kasutades sisselaske lõpul silindris olevate gaaside soojusbilansi võrrandit, võib määrata täiteteguri suuruse

$$\eta_v = \frac{P_a \varepsilon - P_r}{P_o(\varepsilon - 1)} \cdot \frac{T_o}{T'_o}, \qquad (7)$$

kus P_o — ümbritseva keskkonna rõhk kg/cm²;
P_a — rõhk sisselaske lõpul, kg/cm²;
P_r — rõhk väljalaske lõpul, kg/cm²;
ε — surveaste;
T_o — ümbritseva keskkonna temperatuur °K;
T'_o — täite temperatuur arvesse võttes eelsoojendust, °K.

Täitetegur sõltub peamiselt gaaside rõhust (P_a) ja temperatuurist (T_a) sisselaske lõpul, mootori pöörete arvust ja koormusest.

Kui sisselaske lõpul gaaside rõhk tõuseb, nende temperatuur aga langeb, siis täitetegur suureneb. Karburaatormootoritel pole aga T_a vähendamine alati otstarbekas, sest gaaside liiga madala temperatuuri puhul kondenseerub kütus sisselaskeprotsessis ja selle põlemine halveneb.

Mootori pöörete arvu suurenemisel langeb täitetegur sisselaske kestuse lühenemise tõttu.

Täitetegurit saab suurendada ülelaadimisega, sisselaskeklapi avamise ja sulgemise momendi (gaasijaotusfaaside) õige valikuga, sisselaskeklapi tõusu ja tema läbilaskeava suurendamisega. Kaasaegsetel auto-traktorimootoritel on täitetegurite suurused järgmised:

neljataktilistel mootoritel	0,65—0,90
ülelaadimisteta kahetaktilistel mootoritel	0,55—0,70
ülelaadimisega kahetaktilistel mootoritel	1,10—1,12

§ 2. Komprimeerimisprotsess

Komprimeerimise (kokkusurumisprotsessi) peamine otstarve seisab selles, et luua küttesegu põlemiseks võimalikult paremad tingimused.

Komprimeerimine kulgeb mootori silindrites tingimustes, kus täite temperatuur ja täite ning silindrite seinte ja kolvipõhja vaheline soojusvahetus pidevalt muutub.

Mootori kindlaksmääratud soojusliku režiimi puhul on komprimeerimise algul täite temperatuur silindri seinte ja kolvipõhja temperatuurist madalam, misõttu täide nendega kokkupuutumisel kuumeneb. Eda-

sisel kokkusurumisel täite temperatuur tõuseb, mille tulemusel täite soojus kandub silindri seintele ja kolvi põhjale. Seepärast on komprimeerimisprotsess iseloomustatav täite parameetrite polütroopilise muutumisega, kusjuures polütroobi astendaja muutub kogu komprimeerimisprotsessi kestel. Arvutuse lihtsustamise eesmärgil asendatakse komprimeerimise polütroobi muutuv astendaja keskmise astendajaga n_1, millel on kogu kokkusurumise kestel konstantne väärtus.

Kui eeldada, et enne kolvi jõudmist ülemisse surnud seisu põlemist ei toimu, siis gaaside rõhk (P_c) ja temperatuur (T_c) kokkusurumise lõpul on määratav võrranditega:

$$P_c = P_a \varepsilon^{n_1} \text{ kg/cm}^2; \tag{8}$$

$$T_c = T_a \varepsilon^{n_1 - 1} \text{°K}. \tag{9}$$

Kokkusurumise polütroobid keskmise astendaja n_1 suurus sõltub jahutuse intensiivsusest, mootori pöörete arvust ja surveastmest.

Silindri intensiivsel jahutamisel juhitakse kokkusurutavalt gaasilt suurem hulk soojust ära ning kokkusurumise polütroobi keskmine astendaja n_1 langeb. Mootori pöörete arvu suurendamisel astendaja n_1 suureneb, sest siis on gaaside kokkupuutumise kestus jahedate silindriseintega lühem ning järelikult väheneb ka soojuse ärajuhtimine nende kaudu. Mida suurem on mootori surveaste, seda väiksem on jahutav pind, s. t. seda suurem on astendaja n_1.

Komprimeerimise polütroobi astendaja n_1 keskmine suurus valitakse katseliselt. See näitaja kõigub 1,28—1,40 piirides.

Kokkusurumise lõpul on karburaatormootorites rõhk 7—12 kg/cm², temperatuur aga 500—700° K. Diislites on rõhk 30—40 kg/cm², temperatuur aga 750—950° K.

§ 3. Põlemisprotsess (üldalused)

Teoreetiliselt vajalik õhu hulk 1 kg kütuse põletamiseks (L_o) arvutatakse kütuse elementaarkoostise järgi:

$$L_o = \frac{2{,}67C + 8H - O}{0{,}23} \cdot \frac{\text{kg õhku}}{\text{kg kütust}}, \tag{10}$$

kus C, H ja O — süsiniku, vesiniku ja hapniku kaalulised kogused 1 kg kütuses.

Õhu hulk, mis tegelikult antakse mootori silindrisse 1 kg kütuse põletamiseks, nimetatakse tegelikult õhuhulgaks $L_{teg.}$

Tegeliku ja teoreetilise õhuhulga suhet nimetatakse *liigõhuteguriks* (α):

$$\alpha = \frac{L_{teg.}}{L_o}. \tag{11}$$

Mootori töötamisel võivad esineda α mitmesugused suuruse variandid.

1. $L_{teg.} < L_o$, s. o. $\alpha < 1$; see tähendab, et küttesegus on õhku vähem, kui on tarvis 1 kg kütuse täielikuks põlemiseks. Sellist kütuse liiaga küttesegu nimetatakse *rikkaks*.

2. $L_{teg} = L_o$, s. o. $\alpha = 1$; sel puhul on õhku küttesegus täpselt nii palju, kui palju on tarvis 1 kg kütuse täielikuks põlemiseks. Niisugust küttesegu nimetatakse *normaalseks*.

3. $L_{teg.} > L_o$, s. o. $\alpha > 1$; see tähendab, et õhku on küttesegus rohkem, kui on tarvis 1 kg kütuse täielikuks põlemiseks. Niisugust küttesegu nimetatakse *lahjaks*.

Liigõhutegur sõltub küttesegu valmistusviisist ja kasutatava kütuse liigist.

Sõltuvalt tööreżiimist võib mitmesugustel auto-traktorimootorite tüüpidel teguri α väärtused muutuda järgmistes piirides:

karburaatormootoritel	0,80—1,15
diislitel	1,20—1,65

Diiselmootorite võrdlemisi suur liigõhutegur on seletatav vähemsoodsate segumoodustamise tingimustega, sest diislitel pole väljaspool silindrit spetsiaalset seadist kütuse ja õhu segamiseks, peale selle jääb diislitel segu moodustamiseks 40—50 korda vähem aega kui karburaatormootoritel.

1 kg vedelkütuse (või 1 mooli gaasilise kütuse) põlemisel peaks gaas saama soojusehulga, mis on võrdne kütuse alumise soojusväärtusega (küttevääruusega) Q^k, kuid põlemisprotsessis tegelikult saab gaas ainult osa sellest soojusest ξQ^k, kus ξ — soojuse kasutatavuse tegur. Selle teguriga arvestatakse soojusekadusid jahutavale keskkonnale, kütuse järelpõlemisele paisumisprotsessil ja kadusid gaaside dissotsiatsiooni tagajärjel.

Soojuse kasutatavuse teguri väärtused muutuvad järgmistes piirides:

karburaatormootoritel	0,80—0,95
diislitel	0,70—0,90

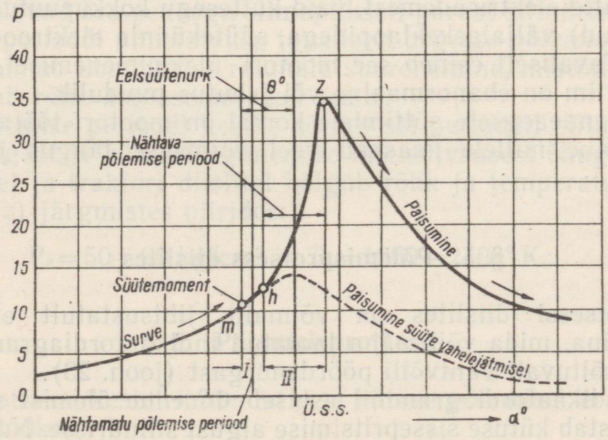
Mida kõrgem on kütuse auruvus, mida täielikum on segumoodustumise protsess ja kiirem põlemisfrondi levimine, seda kõrgem on soojuse kasutatavuse tegur.

§ 4. Põlemisprotsess karburaatormootorites

Joonisel 22 on kujutatud karburaatormootori indikaatordiagramm, mis on ehitatud sõltuvalt väntvõlli pöördenurgast.

Punkt *m* asetseb diagrammil $\Theta°$ enne ülemist surnud seisu ja vastab *süütemomendile*. Nurka $\Theta°$ nimetatakse *eelsüütenurgaks*.

Teatava ajavahemiku jooksul (indikaatorgrammil punktist *m* punktini *n*) jääb rõhk silindris muutumatuks. Seda perioodi nimetatakse nähtamatu põlemise (induktsiooni-) perioodiks. Selle perioodi ajal tekivad segus põlemiskolded ja kulgevad keemilised ning soojuslikud protsessid, mis valmistavad segu ette põlemiseks. Seejuures eralduv soojus kulutatakse suure hulga mittesüttinud segu soojendamiseks, mistõttu gaaside rõhu ja temperatuuri kasv on väike.



Joon. 22. Karburaatormootori laotatud indikaatordiagramm.

Seejärel aga kütuse oksüdatsioonireaktsiooni intensiivsemaks muutumisel suureneb rõhk silindris järsku (indikaatordiagrammil punktist *n* punkti *z*) ja samuti tõuseb gaaside temperatuur. See on põlemisprotsessi teine nn. *nähtava põlemise periood.*

Punktis *z* saavutab rõhk maksimumi ning selleks momendiks on kütuse põhiline osa põlenud. Edasi (diagrammil — pärast punkti *z*) toimub aga kütuse põlemine, mis õigeaegselt ei jõudnud ära põleda. Kuid et seejuures ruumala märgatavalt suureneb, langeb rõhk. Põlemist rõhu languse ajal nimetatakse *järelpõlemiseks.*

Küttesegu põlemise lõpul (punktis *z*) on rõhk ja temperatuur ligikaudu järgmised: $P_z = 25—45$ kg/cm² ja $T_z = 2300—2700$ °K.

Rõhu kasvamise kiirust nähtava põlemise perioodil iseloomustatakse rõhu suurenemisega väntvõlli pöördenurga kohta. See suurus iseloomustab mootori töö *jäikust.*

On kindlaks määratud, et karburaatormootori töö jäikus ei tohi ületada 2,5 kg/cm² võlli pöördenurga 1° kohta.

Mootori jäigale töötamisele kaasnevad kloppimised ja mootori detailide kiire kulumine.

Et tagada kütuse võimalikult täielik põlemine selleks ettenähtud ajavahemikul, tuleb suurendada põlemisfrondi levimiskiirust kuni piirideni, mis kindlustavad mootori normaalse (mittejäiga) töötamise.

Tunduvat mõju põlemisfrondi levimiskiirusele avaldab küttesegu koostis. Põlemisfrondi levimiskiirus on kõige suurem siis, kui küttesegu on mõnevõrra rikastatud, s. o. $\alpha = 0{,}85—0{,}90$. Sellise liigõhuteguri puhul arendab mootor maksimaalse võimsuse.

Kui tegur α on ülaltähendatud piiridest suurem või väiksem, väheneb põlemisfrondi levimise kiirus. Kui $\alpha = 0{,}4—0{,}5$ või $1{,}4—1{,}5$, siis küttesegu üldse ei sütti.

Põlemisfrondi levimise kiirus suureneb segu pöörisliikumisel, segu temperatuuri tõstmisel enne süttimist, surveastme suurendamisel ja jääkgaaside hulga vähendamisel küttesegus.

Kui aga surveaste ületab lubatava suuruse, siis ei ole kütuse põlemine normaalne, vaid muutub detonatsiooniliseks.

Suuresti mõjustab detonatsioonilise põlemise tekkimist mootori ekspluatatsiooniline töörežiim. Detonatsioonilise põlemise tekkimisvõimalused vähenevad mootori eelsüütenurga vähendamisel, mootori pöörete arvu suurendamisel, silindrite intensiivsel jahutamisel, küttesegu koostise muutmisel (kõige rohkem kaldub detoneerima küttesegu, kui $\alpha = 0{,}80—0{,}95$).

Karburaatormootorites esineb mõnikord küttesegu enneaegset süttimist (aevastusi) mitte elektrisädemest, vaid küttesegu kokkupuutumisest tuliste (ülekuumenenud) väljalaskeklappidega, süüteküünla elektroodiga või hõõguva nõega. Tavaliselt esineb see mootori ülekuumenemisel, näiteks kui mootori töörežiim on ebanormaalne või jahutus puudulik.

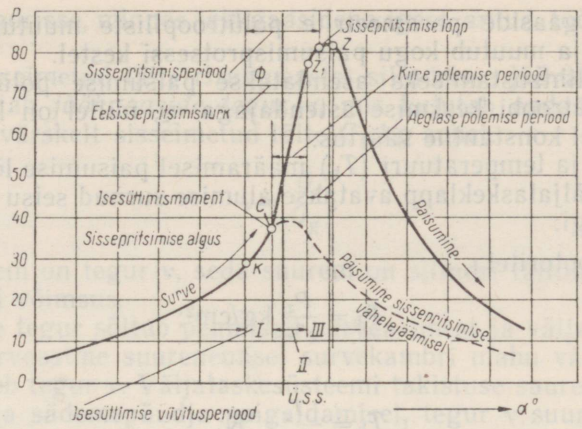
Küttesegu enneaegsete süttimiste korral on mootori töötamine märgatavalt ebaühtlane, millele kaasneb veel võimsuse langus ja ülekuumenemine.

§ 5. Põlemisprotsess diislites

Põlemisprotsessi diislites on võimalik lihtsustatult ette kujutada kolme perioodina, mida võib näha laotatud indikaatordiagrammil, mis on üles ehitatud sõltuvalt väntvõlli pöördenurgast (joon. 23).

Punkt *k* indikaatordiagrammil asetseb Φ° enne ülemist surnud seisu. See punkt tähistab kütuse sissepritsimise algust silindrisse. Nurka Φ° nimetatakse *eelsissepritsimisnurgaks.*

Kütuse sissepritsimine kestab enamiku põlemisprotsessi ajast.



Joon. 23. Diiselmootori laotatud indikaatordiagramm.

Põlemisprotsessi esimesel perioodil (indikaatordiagrammil punktist *k* punktini *c*) jääb rõhu kasvamise seaduspärasus silindris muutmatuks, kuid kütuse temperatuur suureneb kuni isesüttimistemperatuurini.

Punkt *c* iseloomustab kütuse isesüttimismomenti ja põlemisprotsessi teise perioodi, nn. *kiire põlemise perioodi* algust.

Teisel perioodil (punktist *c* kuni punktini z_1), põleb ära kogu kütus, mis anti silindrisse esimesel ja teisel perioodil. Seetõttu kasvab rõhk järsult ja järelikult ka temperatuur. See periood on isesüttimise viivitusperioodiks. Kiire põlemise perioodil iseloomustab rõhu kasvamise kiirus diisli töötamise jäikust.

Tinglikult loetakse diisli töötamine normaalseks, kui kiire põlemise perioodil rõhu kasvamise kiirus ei ületa 4 kg/cm² väntvõlli pöördenurga 1° kohta.

Diiselmootori jäiga töötamise vähendamiseks tuleb vähendada isesüttimisviivitust. Selleks tuleb valida tarviliku kvaliteediga kütus (vt. IV ptk., § 3), suurendada surveastet, eelsoojendada silindrisse minevat õhku, pihustada kütus veelgi peenemateks tilgakesteks.

Diislitel peab surveaste ε tagama kütuse kindla isesüttimise. Kaasaegsetel autode ja traktorite diislite ε = 15—20.

Põlemisprotsessi kolmandal perioodil (punktist z_1 kuni punktini *z*) kasvab temperatuur ja rõhk niivõrd, et kütuseosakesed, mille tungimine silindrisse jätkub, põlevad ära peaaegu silmapilkselt pärast silindrisse sattumist.

Kolmandat perioodi nimetatakse tavaliselt *aeglase põlemise perioodiks*. Sel perioodil toimub kolvipealse ruumala suurenemine, mistõttu kolmandal perioodil kasvab rõhk aeglasemalt kui teisel.

Aeglase põlemise perioodi kestus sõltub sel perioodil silindrisse minevast kütuse hulgast ja kütuse segunemise intensiivsusest õhuga.

Diiselautodel ja traktori diislitel kõigub rõhk ja temperatuur põlemise lõpul (punktis *z*) järgmistes piirides:

$$P_z = 50—90 \text{ kg/cm}^2 \text{ ja } T_z = 1900—2400° \text{ K}.$$

§ 6. Paisumisprotsess

Paisumisprotsessi kestel muundatakse kütuse põlemisel eralduv soojus mehaaniliseks tööks.

Paisumisprotsess kulgeb kütuse järelpõlemisel, gaaside kaol ebatiheduste kaudu ja soojuse ärajuhtimisel jahutusvette, mistõttu see protsess on

iseloomustav gaaside parameetrite polütroopiliste muutumistega. Polütroobi astendaja muutub kogu paisumisprotsessi kestel.

Arvutuste lihtsustamiseks asendatakse paisumise polütroobi muutuv astendaja polütroobi keskmise astendajaga n_2, millel on kogu paisumisprotsessi kestel konstantne väärtus.

Rõhu (P_b) ja temperatuuri (T_b) määramisel paisumise lõpul lähtutakse eeldusest, et väljalaskeklapp avatakse alumise surnud seisu ajal järgmiste võrrandite järgi:

karburaatormootoritel

$$P_b = \frac{P_z}{\varepsilon^{n_2}} \text{ kg/cm}^2; \tag{12}$$

$$T_b = \frac{T_z}{\varepsilon^{n_2-1}} \text{ °K}; \tag{13}$$

diislitel

$$P_b = \frac{P_z}{\delta^{n_2}} \text{ kg/cm}^2; \tag{14}$$

$$T_b = \frac{T_z}{\delta^{n_2-1}} \text{ °K}. \tag{15}$$

Võrrandites (14) ja (15) δ — adiabaatilise paisumise aste:

$$\delta = \frac{V_a}{V_z} = \frac{V_b}{V_z}, \tag{16}$$

kus V_b — gaaside maht paisumise lõpul;

V_z — gaaside maht kütuse põlemise lõpul P-const. puhul.

Paisumise polütroobi keskmise astendaja n_2 suurus valitakse katseandmete alusel. Intensiivsel jahutusel, gaaside suurematel kadudel ebatiheduste kaudu ja mootori pöörete arvu vähenemisel suurenevad soojuse kaod ning astendaja n_2 suureneb. Kui paisumisprotsessis järelpõleva kütuse hulka suurendada, siis astendaja n_2 väheneb. Olenevalt nimetatud teguritest kõigub astendaja n_2 väärtus 1,15—1,35 piirides.

Karburaatormootoritel on paisumise lõpul rõhk 3—4 kg/cm², temperatuur aga 1200—1500°K, diislitel on vastavalt rõhk 2—4 kg/cm² ja temperatuur 900—1200 °K.

§ 7. Väljalaskeprotsess

Auto-traktorimootoritel silindrite täielikuks puhastamiseks heitgaasidest (põlemisproduktidest) avatakse väljalaskeklapp 40—70° enne kolvi jõudmist alumisse surnud seisu ja suletakse sel momendil, kui kolb on ülemise surnud seisu läbinud 10—25° võrra.

Väljalaskeklapi eelavanemisel, enne kui kolb läbib alumist surnud seisu, väljub suurem osa heitgaasidest suure kiirusega silindrist nende enda jääkrõhu toimel. See vähendab tööd, mida kolb peab gaaside väljatõukamisel tegema, liikudes alumisest surnud seisust ülemisse.

Väljalaskeklapi järelsulgemine võimaldab kasutada suure kiirusega liikuvate heitgaaside inertsi silindri paremaks puhastamiseks.

Väljalaskerõhu P_r väärtus varieerub 1,05—1,25 kg/cm² piirides, temperatuur aga väljalaske lõpul T_r — 700—1200 °K. Diislitel on see väiksem kui karburaatormootoritel.

Kõiki heitgaase silindrist eemaldada on võimatu ning osa nendest jääb

vältimatult silindrisse, minnes jääkgaasidena igast antud töötsüklist järgmisse.

Värskelt sisseimetud täite risustusastet silindrisse jäävatest heitgaasidest iseloomustab *jääkgaaside tegur* ν, mis kujutab endast jääkgaaside kaalu G_r kg ja värskelt sisseimetud täite G_g kg suhet:

$$\nu = \frac{G_r}{G_g}. \qquad (17)$$

Mida väiksem on tegur ν, seda suurem on silindri täitumine, s. o. suurem ka mootori võimsus.

Jääkgaaside tegur sõltub peamiselt surveastmest ja väljalaskesüsteemi takistusest. Surveastme suurenemisel survekambri mahu vähendamise tagajärjel väheneb tegur ν. Väljalaskesüsteemi takistuse suurendamisel, näiteks summuti ja sädemepüüdja paigaldamisel, tegur ν suureneb.

Kahetaktilistel mootoritel on tegur ν alati suurem kui neljataktilistel. See on seletatav mittetäieliku läbipuhumisega ja eriti piiratud ajaga, mis langeb väljalaskeprotsessile kahetaktiliste mootorite juures.

Mootori täiskoormusel kõigub tegur ν järgmistes piirides:

neljataktilistel karburaatormootoritel	0,06—0,18
neljataktilistel diislitel	0,03—0,06
kahetaktilistel karteri läbipuhumisega karburaatormootoritel	0,25—0,35
kahetaktilistel õhulaadijaga diislitel	0,02—0,08

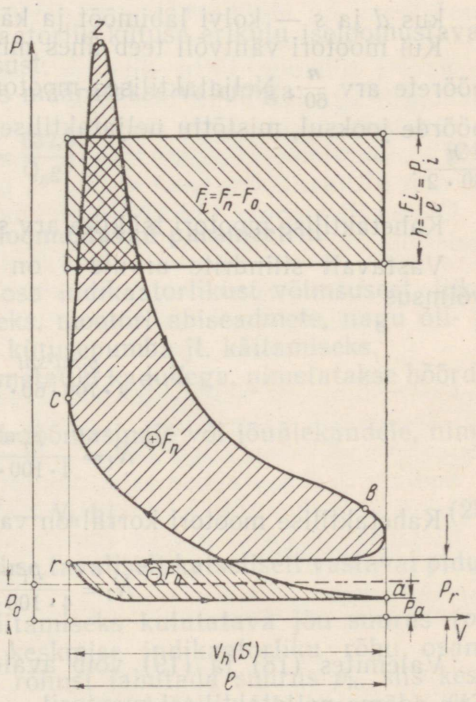
§ 8. Mootori töötsüklit iseloomustavad parameetrid

Mootori tegelikku töötsüklit iseloomustavad parameetrid on järgmised: keskmine indikaatorlik rõhk, indikaatorlik võimsus, indikaatorlik kasutegur, indikaatorlik kütuse erikulu.

Mootori töötsükli toimumisel muudetakse osa kütuse põlemisel eralduvast soojusenergiast mehaaniliseks energiaks.

Ühe tsükli tööd, mis on määratav indikaatordiagrammi järgi, nimetatakse *tsükli indikaatorlikuks tööks*.

Indikaatordiagrammid joonistel 13, 15, 17 ja 19 (paksu joonega) erinevad arvutuslikult ehitatud diagrammidest (peene joonega) ümaruste poolest punktidest *c*, *z'*, *z* ja *b*. Indikaatordiagrammi ümardused on seletatavad järgmiselt: punktis *c* — küttesegu varajase süütega enne kolvi jõudmist ülemisse surnud seisu; punktides *z'* ja *z* — küttesegu mittesilmapilkse ärapõlemisega ning järelpõlemisega paisumise ajal; punktis *b* — väljalaskeklapi või ava eelavanemisega varajase avanemisega.



Joon. 24. Keskmise indikaatorrõhu määramine tegeliku indikaatordiagrammi järgi.

Pluss-märgiga tähistatud viirutatud pindala (F_n) indikaatordiagrammil (joon. 24) vastab saadavale kasulikule tööle, arvesse võttes üksikute protsesside mittetäielikkust ning soojuse kadu silindri seinte kaudu, miinusega tähistatud viirutatud pindala aga vastab kadudele, mis on tingitud gaasi liikumise takistustest sisse- ja väljalaskel. Tsükli tegelik indikaatorlik töö, arvesse võttes kõiki kadusid, on iseloomustatav positiivse pindalaga $F_i = F_n - F_o$.

Indikaatordiagrammil kujundatud pindalad määratakse spetsiaalse riista — *planimeetri* abil, millega saab kujundi pinna suurust mõõta selle kontuurjoone järgi.

Arvutuste lihtsustamiseks võib positiivse pindala F_n joonistada ristküliku kujul, mille pindala on võrdne pindalaga F_i, aluseks aga on indikaatordiagrammi pikkus l. Ristküliku kõrgus h kujutab mastaabis *keskmist indikaatorlikku rõhku* p_i kg/cm², s. o. sellist tinglikku konstantset gaaside rõhku silindris, mille juures gaaside töö ühes taktis võrduks ühe tsükli indikaatorliku tööga.

Üldlaadimiseta mootoritel kõigub keskmise indikaatorliku rõhu p_i suurus järgmistes piirides:

neljataktilistel karburaatormootoritel	6,5—11 kg/cm²
neljataktilistel gaasimootoritel	5—12 —„—
neljataktilistel diislitel	6—9 —„—
kahetaktilistel diislitel	3,5—7 —„—

Ülelaadimisega mootoritel on p_i väärtus tunduvalt suurem.

Tsükli indikaatorlik töö L_{ts} on määratav valemiga:

$$L_{ts} = p_i \frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{s}{1000} \text{ kgm},$$

kus d ja s — kolvi läbimõõt ja käik, cm.

Kui mootori väntvõll teeb ühes minutis n pööret, siis ühes sekundis on pöörete arv $\frac{n}{60}$. Neljataktilises mootoris toimub töötsükkel väntvõlli kahe pöörde jooksul, mistõttu neljataktilise mootori töötsüklite arv sekundis on $\frac{n}{60 \cdot 2}$.

Kahetaktilise mootori tsüklite arv sekundis on $\frac{n}{60 \cdot 1}$.

Vastavalt silindrite arvule i on neljataktilise mootori indikaatorlik võimsus

$$N_i = \frac{p_i \pi d^2 sni}{4 \cdot 100 \cdot 60 \cdot 2} \text{ kgm/sek ehk}$$

$$N_i = \frac{p_i \pi d^2 sni}{4 \cdot 100 \cdot 60 \cdot 2 \cdot 75} \text{ hj.} \qquad (18)$$

Kahetaktilise mootori korral on valemil (18) järgmine kuju:

$$N_i = \frac{p_i \pi d^2 sni}{4 \cdot 100 \cdot 60 \cdot 75} \text{ hj.} \qquad (19)$$

Valemites (18) ja (19) võib avaldise $\frac{\pi d^2}{4} \cdot \frac{s}{1000}$ asendada V_h liitrites. Siis saame neljataktilisel mootoril

$$N_i = \frac{p_i V_h ni}{900} \text{ hj,} \qquad (20)$$

kahetaktilisel mootoril aga

$$N_i = \frac{p_i V_h n i}{450} \text{ hj.} \tag{21}$$

Mootorisse antavas kütuses sisalduva soojuse kasutamise aste indikaatorliku töö saamiseks määratakse *indikaatorliku kasuteguriga.*

Indikaatorlikuks kasuteguriks η_i nimetatakse soojusühikutes väljendatud indikaatorliku töö (Q_i) ja selle töö saamiseks kulutatud kütuse põlemise arvutusliku soojuse (Q_t) suhet:

$$\eta_i = \frac{Q_i}{Q_t} = \frac{632{,}3\, N_i}{Q_a G_t}, \tag{22}$$

kus 632,3 — soojushulk kcal, mis on ekvivalentne 1 hj mootori tööga 1 tunni jooksul;
N_i — mootori indikaatorlik võimsus, hj;
Q_a — kütuse alumine soojusväärtus, kcal/kg;
G_t — kütuse kulu tunnis, kg/h.

Auto-traktorimootorite indikaatorliku kasuteguri suurus täiskoormusel töötamisel kõigub: karburaatormootoritel 25—35% piirides, diislitel aga 38—45% piirides.

Indikaatorlik kütuse erikulu g_t kujutab endast kütuse kogust, mis kulutatakse 1 indikaatorliku hobujõu kohta tunnis.

Indikaatorlik kütuse erikulu arvutatakse kütuse tunnikulu ja mootori indikaatorliku võimsuse jagatisena:

$$g_t = \frac{G_t}{N_i} \text{kg/ihjh, ehk } g_i = \frac{G_t 1000}{N_i} \text{ g/ihjh.} \tag{23}$$

Indikaatorlik kasutegur ja indikaatorlik kütuse erikulu iseloomustavad mootori tegeliku töötsükli ökonoomsust.

Nende parameetrite vaheline seos määratakse valemiga:

$$\eta_i = \frac{632{,}3}{Q_a g_i}. \tag{24}$$

§ 9. Mootori tööd iseloomustavad parameetrid

Mootori töötamisel kulutatakse osa indikaatorlikust võimsusest, liikuvate detailide hõõrdumise ületamiseks, mootori abiseadmete, nagu õli- ja veepumba, ventilaatori, generaatori kütusepumba jt. käitamiseks.

Võimsust, mis on samaväärne nimetatud kadudega, nimetatakse hõõrdevõimsuseks ja tähistatakse N_h.

Mootori võimsust, mille ta annab töömasinale või jõuülekandele, nimetatakse *efektiivvõimsuseks* (N_e):

$$N_e = N_i - N_h \text{ hj.} \tag{25}$$

Mootori efektiivvõimsus määratakse tavaliselt katseliselt vastaval pidurdusstendil.

Hõõrdumisele ja abiseadiste käitamiseks kulutatava jõu suurus (p_h) (mehaanilised kaod) on kujutatav keskmise indikaatorliku rõhu osana.

Kui keskmisest indikaatorlikust rõhust lahutada suurus p_h, siis keskmise indikaatorliku rõhu ülejääv osa, nn. keskmine efektiivne rõhk (p_e), annab mootori efektiivvõimsuse moodustaja:

$$p_i - p_h = p_e \text{ kg/cm}^2. \tag{26}$$

Ülelaadimiseta mootoritel kõigub suurus p_e järgmistes piirides:

neljataktilised karburaatormootorid	5— 9 kg/cm²
neljataktilised gaasimootorid	4—10 —„—
neljataktilised diislid	5— 7 —„—
kahetaktilised diislid	3—5,5 —„—

Ülelaadimisega mootoritel on p_e kõrgem.

Mootori efektiivvõimsuse ja indikaatorliku võimsuse suhet nimetatakse *mehaaniliseks kasuteguriks* (η_m):

$$\eta_m = \frac{N_e}{N_i}. \tag{27}$$

Kui võrrandites (20) ja (21) keskmine indikaatorlik rõhk p_i asendada keskmise efektiivrõhuga p_e, siis saame valemid mootori efektiivvõimsuse arvutamiseks:

$$\text{neljataktilistel } N_e = \frac{p_e V_h n i}{900} \text{ hj}, \tag{28}$$

$$\text{kahetaktilistel } N_e = \frac{p_e V_h n i}{450} \text{ hj}. \tag{29}$$

Asetades avaldusse (27) N_i ja N_e väärtused võrranditest (20) ja (28), saame järgmise suhte:

$$\eta_m = \frac{p_e}{p_i}. \tag{30}$$

Mehaanilisele kasutegurile avaldab mõju mootori tüüp, kasutatav õlitussüsteem, õli kvaliteet, koostöötavate pindade töötlemine, mootori pöörete arv ja koormus.

Suurte rõhkude tõttu diislites hõõrdekaod suurenevad, mehaaniline kasutegur aga järelikult väheneb.

Mootori pöörete arvu suurenemisega mehaaniline kasutegur väheneb.

Ekspluatatsioonitingimustes η_m suurus väheneb koormuse vähendamisel, sest mehaanilised kaod seejuures peaaegu ei muutu.

Olenevalt mootori tüübist kõigub mehaaniline kasuteguri väärtus nominaalvõimsusel * töötamisel järgmistes piirides:

neljataktilistel karburaator- ja gaasimootoritel	0,65—0,85
neljataktilistel diislitel	0,73—0,85
kahetaktilistel diislitel	0,68—0,73

Ülelaadimisega mootoritel kulub osa indikaatorvõimsusest peale muu veel õhulaadija käitamiseks, mistõttu nende mehaaniline kasutegur on mõnevõrra väiksem, olles umbes 0,70—0,80.

Soojuse ärakasutamise astet mootoris, arvesse võttes kõiki (nii soojuslikke kui ka mehaanilisi) kadusid, hinnatakse *efektiivse kasuteguriga* (η_e).

Efektiivseks kasuteguriks nimetatakse soojusühikutes (Q_e) väljendatud efektiivse töö ja selle töö saamiseks kulutatud kütuse arvutusliku soojuse Q_k suhet

$$\eta_e = \frac{Q_e}{Q_k} = \frac{632{,}3\, N_e}{Q_a\, G_t}, \tag{31}$$

* Mootori nominaal- ehk nimivõimsuseks ($N_{e,n}$) nimetatakse valmistaja poolt garanteeritud efektiivvõimsust kindlaksmääratud töötingimustes, mis on näidatud mootori passil.

kus 632,3 — soojusehulk kcal, mis on ekvivalentne mootori tööga võimsusel 1 hj ühe tunni jooksul;
N_e — mootori efektiivvõimsus, hj;
Q_a — kütuse alumine soojusväärtus (kütteväärtus), kcal/kg;
G_t — kütusekulu tunnis, kg/h.

Asetades N_e väärtuse avaldusest (27) võrrandisse (31), saame

$$\eta_e = \frac{632{,}3\, N_i \eta_m}{Q_a\, G_t}, \quad \text{ehk} \quad \eta_e = \eta_i \eta_m, \tag{32}$$

s. o. efektiivne kasutegur on võrdne indikaatorliku ja mehaanilise kasuteguri korrutisega.

Ühel ja samal mootoril muutub efektiivne kasutegur sõltuvalt töörežiimist, küttesegu koostisest, mootori tehnilisest seisukorrast ja teistest teguritest.

Karburaatormootoritel kõigub efektiivne kasutegur täiskoormusel töötamisel 22—28%, diiselmootoritel aga 32—38% piirides.

Efektiivseks kütuse erikuluks g_e nimetatakse kütuse kaalulist kogust, mis kulutatakse 1 efektiivhobujõu kohta tunnis:

$$g_e = \frac{G_t}{N_e} \text{ kg/ehjh ehk } g_e = \frac{G_t 1000}{N_e} \text{ g/ehjh.} \tag{33}$$

Kaasaegsetel bensiinil töötavatel autode ja traktorite karburaatormootoritel kõigub g_e suurus 220—270 g/ehjh, diiselmootoritel 160—210 g/ehjh piirides.

Efektiivne kasutegur ja efektiivne kütuse erikulu iseloomustavad mootori *ökonoomsust*.

Nende parameetrite vaheline seos määratakse valemiga

$$\eta_e = \frac{632{,}3}{Q_a g_e}. \tag{34}$$

§ 10. Mootori soojusbilanss

Mootori soojusbilanss annab ettekujutuse kütuse põlemisel eraldunud soojuse jagunemisest. Seda võib orienteeruvalt koostada teoreetiliste arvutuste alusel või määrata mootori laboratoorsete uurimiste teel.

Soojusbilansi võrrandil on järgmine kuju:

$$Q_k = Q_e + Q_j + Q_g + Q_{mp} + Q_{ü} \text{ kcal/h,} \tag{35}$$

kus Q_k — soojus, mis eraldub mootoris põlevast kütusest 1 tunni jooksul, kcal/h;
Q_e — soojus, mis on ekvivalentne mootori efektiivse tööga, kcal/h;
Q_j — osa täielikest soojuskadudest, mis vastab jahutajaga ärajuhitavale soojushulgale, kcal/h;
Q_g — osa täielikest soojuskadudest, mis vastab heitgaasidega väljaviidavale soojushulgale, kcal/h;
Q_{mp} — osa täielikest soojuskadudest, mis on tingitud kütuse puudulikust või mittetäielikust põlemisest mootori silindrites, kcal/h;
$Q_{ü}$ — nn. bilansijääk, mis võtab arvesse kõik ülejäänud soojuskaod, mida ei sisalda suurus Q_j, Q_g ja Q_{mp}, kcal/h.

Erinevates mootorites ei ole soojuse jagunemine ühesugune. See sõltub

paljudest konstruktiivsetest teguritest, nagu mootori tüübist, surveastmest, kolvi läbimõõdust, kolvikäigust jt., kuid samuti ka ekspluatatsioonilistest teguritest: mootori pöörete arvust ja koormusest.

Soojuse ligikaudne jagunemine autode ja traktorite mootorites on toodud järgmises tabelis.

Soojuse jagunemine	Soojuse hulk %	
	karburaatormootorid	diislid
Efektiivse tööga ekvivalentne soojushulk, Q_e	22—28	32—40
Jahutajaga ärajuhitav soojus, Q_j	25—35	20—30
Heitgaasidega väljuv soojus, Q_g	35—40	25—35
Soojuskaod kütuse puudulikust põlemisest, Q_{mp} ja bilansijääk, $Q_ü$	7—12	10—15

§ 11. Mootorite põhilised võrdlevad parameetrid

Mitmesuguste mootorite konstruktsioonide hindamiseks ja nende omavaheliseks võrdlemiseks kasutatakse järgmisi parameetreid: liitervõimsus, kolvi erivõimsus ehk erikoormus, mootori liiterkaal ja mootori erikaal.

Mootori liitervõimsuseks (N_L) nimetatakse tema nominaalvõimsuse ja silindrite töömahu suhet:

$$N_L = \frac{N_{e.n}}{V_h i} \text{ hj/l.} \tag{36}$$

Liitervõimsus iseloomustab mootorit silindrite töömahu ärakasutamise seisukohalt. Mida suurem on liitervõimsus, seda väiksemad on antud mootori gabariidid ja kaal.

Mootori kolvi erivõimsuseks ehk erikoormuseks (N_F) nimetatakse mootori nominaalvõimsuse ja kõigi kolbide põhjapindalade summa suhet:

$$N_F = \frac{N_{e.n}}{\frac{\pi d^2}{4} i} \text{ hj/cm}^2, \tag{37}$$

kus d — kolvi läbimõõt cm.

Kolvi erivõimsus iseloomustab mootori soojuslikku ja dünaamilist koormatust.

Mootori liiterkaaluks (g_L) nimetatakse mootori kuivkaalu ja silindrite töömahu suhet

$$g_L = \frac{G_e}{V_h i} \text{ kg/l,} \tag{38}$$

kus G_e — mootori kaal koos täieliku abiseadmete komplektiga kuivalt, s. o. tankimata toite-, õlitus- ja jahutussüsteemidega.

Liiterkaal iseloomustab nii mootori konstruktsiooni, valmistamise tehnoloogia kui ka selle juures kasutatavate materjalide täiuslikkust.

Mootori erikaaluks (g_N) nimetatakse mootori kuivkaalu ja tema nominaalvõimsuse suhet:

$$g_N = \frac{G_e}{N_{e.n}} \text{ kg/hj.} \tag{39}$$

Mootori erikaal iseloomustab tema konstruktsiooni täiuslikkust. Suurus g_N sõltub paljudest teguritest, sealhulgas mootori tüübist ja otstarbest, konstruktiivsest skeemist, materjali kvaliteedist jm.

Kaasaegsete auto- ja traktorimootorite põhilised võrdlevad parameetrid on toodud tabelis 2.

Tabel 2

Auto- ja traktorimootorite põhilised võrdlevad parameetrid

Mootorid	Liiter-võimsus N_L hj/l	Kolvi erivõimsus N_F hj/cm²	Mootori liiter-kaal g_L kg/l	Mootori erikaal g_N kg/hj
Karburaator-mootorid:				
autodel	15—50	0,15—0,40	50—110	1,5—5
traktoritel	6—15	0,10—0,15	70—140	5—13
Diiselmootorid:				
autodel	15—30	0,18—0,26	65—130	5—12
traktoritel	8—14	0,12—0,20	85—200	7,5—22

§ 12. Mootori põhimõõtmete määramine

Mootori põhimõõtmed (silindri läbimõõt d ja kolvikäik s), gaaside rõhk silindris (mootori detailide tugevuse arvutusteks) ja samuti ka kogu mootori ja selle töötsükli ökonoomsus määratakse soojusliku arvutuse meetodil.

Soojuslik arvutus annab täieliku pildi gaaside seisukorra muutustest ja tööprotsessi kulgemisest. Seda arvutust võib teha nii projekteeritava kui ka juba valmisehitatud mootori kohta (kontrollarvutusena).

Soojuslikuks arvutuseks on tarvis valida mootori tüüp, selle nominaalvõimsus $N_{e.n}$ hj nominaalse pöörete arvu n_n^* juures ja mootoris kasutatava kütuse liik.

Kui tegelike protsesside parameetrite järgi on kõik andmed määratud, ehitatakse indikaatordiagramm ja määratakse keskmine indikaatorlik ja efektiivrõhk.

Ettenähtud mootori taktide ja silindrite arvu järgi võib valemeid (28) ja (29) kasutades määrata silindri töömahu:

neljataktilisel mootoril

$$V_h = \frac{N_e 900}{p_e n i} \text{ l}; \tag{40}$$

kahetaktilisel mootoril

$$V_h = \frac{N_e 450}{p_e n i} \text{ l}. \tag{41}$$

Edasi, lähtudes suhtest $\frac{s}{d}$ määratakse silindri läbimõõt d ja kolvikäik s valemi (2) järgi.

Kaasaegsetel auto- ja traktorimootorite suhe $\frac{s}{d}$ valitakse 0,8—1,4 piirides.

* Nominaalseks pöörete arvuks nimetatakse mootori väntvõlli pöörete arvu minutis, mille juures on valmistaja tehase poolt määratud mootori nominaalvõimsus.

Mida suurem on mootori pöörete arv, seda väiksem võetakse suhe $\frac{s}{d}$, et mitte suurendada mootori kolvi keskmist liikumiskiirust ($c_{k.}$ keskm.).

$$c_{k.\ keskm} = \frac{2sn}{60} = \frac{sn}{30}\ \text{m/sek}, \qquad (42)$$

kus s — kolvikäik, m.

Kolvi keskmise liikumiskiiruse suurendamisega kaasneb hõõrdumise ja mootori detailide kulumise suurenemine.

Kaasaegsetel autode ja traktorite karburaatormootoritel on kolvi keskmine liikumiskiirus 7—15 m/sek piirides, autode ja traktorite diiselmootoritel 5—10 m/sek piirides.

KOLMAS OSA

VÄNT- JA GAASIJAOTUSMEHHANISM

VI peatükk

VÄNTMEHHANISMI KINEMAATIKA JA DÜNAAMIKA

§ 1. Põhiandmed

Autode ja traktorite mootorites kasutatakse aksiaalseid (tsentraalseid) ja desaksiaalseid (nihutatud) väntmehhanisme (joon. 25). Desaksiaalsed väntmehhanismid on näiteks automootoritel M-20 ja ГАЗ-51А (väntvõlli telgjoon on silindrite telgjoontest 3 mm võrra kõrvale nihutatud).

Väntmehhanismi kinemaatikat ja dünaamikat uuritakse mootori teatava kindlaksmääratud kiirusrežiimil, s. o. väntvõlli konstantse pööreteарvu (n) puhul minutis.

Sellisel juhtumil on väntvõlli nurkkiirus

$$\omega = \frac{2\pi n}{60} = \frac{\pi n}{30}\ \frac{1}{\text{sek}}. \qquad (43)$$

Väntvõlli pöördumisel nurga α võrra määratakse kolvi teekond (x), kolvi kiirus (c_k) ja kolvi kiirendus (j_k) järgmiste valemitega:

$$x = r\,(1 + 0{,}5\,\lambda \sin 2\alpha - \cos\alpha)\ \text{m}; \qquad (44)$$

$$c_k = \omega\, r(\sin\alpha + 0{,}5\,\lambda \sin 2\alpha)\ \text{m/sek}; \qquad (45)$$

$$j_k = \omega^2 r\ (\cos\alpha + \lambda \cos 2\alpha)\ \text{m/sek}^2. \qquad (46)$$

Nendes võrrandites:

$\lambda = \frac{r}{l}$;

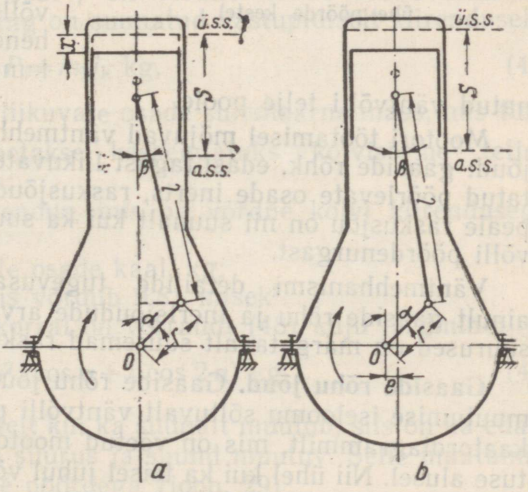
r — väntvõlli vända raadius, m;

l — kepsu pikkus, m.

Kolvi teekonna, kiiruse ja kiirenduse sõltuvus väntvõlli pöördenurgast on näidatud joonisel 26.

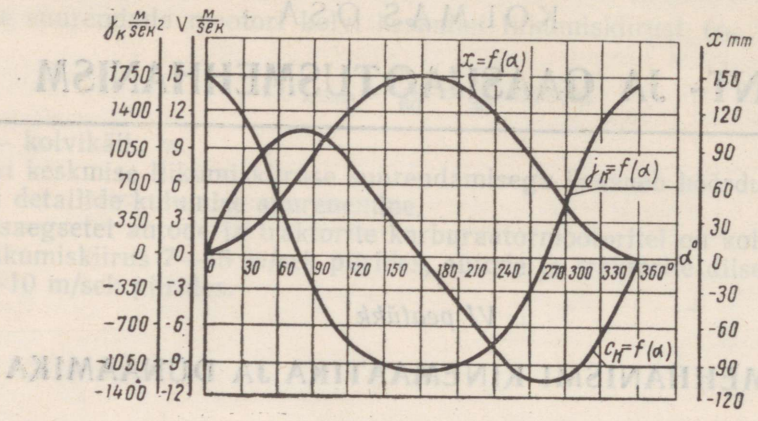
Kolvi kiirus ja kiirendus loetakse positiivseks, kui nende suund on väntvõlli telje poole, ja negatiivseks, kui nende suund on väntvõlli teljest eemale.

Joonisel 27 on tinglikult kujutatud kiiruse suuruse ja suuna ning samuti ka kiirenduse suuna muutumised vänt-

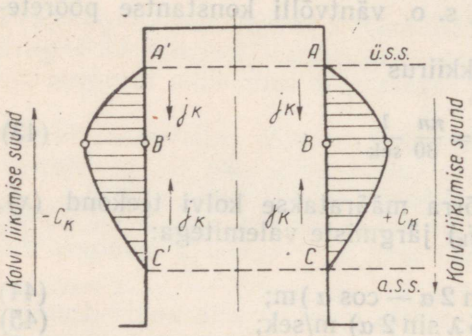


Joon. 25. Väntmehhanismide skeemid: *a* — aksiaalne (tsentraalne); *b* — desaksiaalne (nihutatud).

TRÜ Raamatukogu



Joon. 26. Kolvi teekonna, kiiruse ja kiirenduse sõltuvus väntvõlli pöördenurgast (mootor Д-54).



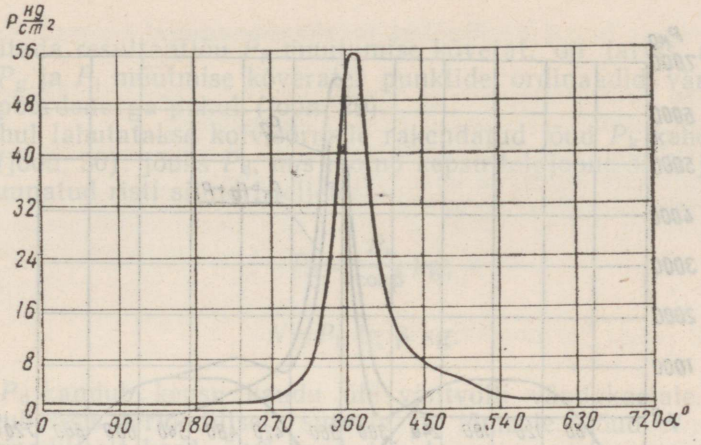
Joon. 27. Kiiruse suuruse ja suuna ning kiirenduse suuna muutumine väntvõlli ühe pöörde kestel.

võlli ühe pöörde kestel. Kolvi teekonna lõigul *AB* ta kiirus suureneb nullist kuni maksimaalseni ning järelikult on kiirendus j_K suunatud samale poole mis kiiruski, s. o. väntvõlli telje poole. Teekonna lõigul *BC* väheneb kolvi kiirus maksimaalselt väärtuselt kuni nullini: sel juhtumil on kolvi kiirendus suunatud kolvi liikumisele vastassuunas, s. o. väntvõlli teljest eemale. Teekonna lõigul *C'B'* suureneb kolvi kiirus nullist kuni maksimumini, mistõttu kolvi kiirenduse suund on sama mis vastaskiirusel, s. o. väntvõlli teljest eemale. Lõigul *B'A'* väheneb kolvi kiirus maksimaalselt kuni nullini, kiirendus on aga suunatud väntvõlli telje poole.

Mootori töötamisel mõjuvad väntmehhanismi detailidele mitmesugused jõud: gaaside rõhk, edasi-tagasi liikuvate osade inerts, mittetasakaalustatud pöörlevate osade inerts, raskusjõud ja hõõrdumine. Kõik need jõud peale raskusjõu on nii suunalt kui ka suuruselt muutuvad, sõltuvalt väntvõlli pöördenurgast.

Väntmehhanismi detailide tugevusarvutusel piirdutakse tavaliselt ainult gaaside rõhu ja inertsjõudude arvestamisega, sest nende jõudude suurused on märgatavalt suuremad raskus- ja hõõrdejõududest.

Gaaside rõhu jõud. Gaaside rõhu jõudude absoluutväärtuse ja nende muutumise iseloomu sõltuvalt väntvõlli pöördenurgast võib määrata indikaatordiagrammilt, mis on võetud mootorilt või ehitatud soojusliku arvutuse alusel. Nii ühel kui ka teisel juhul võib indikaatordiagrammi kujutada laotatuna koordinaatidel $p - \alpha$ (joon. 28), sest koordinaatidelt $p - V$ võib teda ilma graafikut ennast muutmata ümber ehitada koordinaatidele $p - x$, asendades abstsissteljel gaaside ruumala V väärtuse temale



Joon. 28. Neljataktilise diiselmootori (Д-54) laotatud indikaatordiagramm.

vastava kolvi teekonna väärtusega x. Kolvi teekonna seos väntvõlli pöördenurgaga α on aga väljendatud võrrandis (44).

Gaaside rõhust tingitud jõud mõjuvad mootori silindris iga külje poole võrdselt. Silindri külgseintele mõjuvad jõud vastastikku tasakaalustuvad. Plokikaanele mõjuv gaaside rõhk tekitab jõu, mis on võrdne kolvi põhjale toimiva gaaside rõhu jõuga P_g.

Antud momendil kolvi põhjale mõjuvate gaaside rõhu jõu suurus leitakse valemiga:

$$p_g = F_k(p_x - p_o) \text{ kg}, \tag{47}$$

kus F_k — kolvi põhja pindala, cm²;
p_x — gaaside rõhk antud momendil indikaatordiagrammi järgi, s. o. absoluutne rõhk silindris antud momendil, kg/cm²;
p_o — ümbritseva keskkonna rõhk, kg/cm².

Gaaside rõhu jõud loetakse *positiivseks*, kui ta on suunatud väntvõlli telje suunas, ja *negatiivseks*, kui ta on suunatud väntvõlli teljest eemale.

Edasi-tagasi liikuvate osade inertsjõud (kolvil koos kolvirõngastega, kolvisõrmel ja kepsu ülemisel osal*) on võrdne nende osade massi ja nende kiirenduse korrutisega ning on suunatud vastupidiselt kiirendusele

$$P_i = m_k j_k \text{ kg}, \tag{48}$$

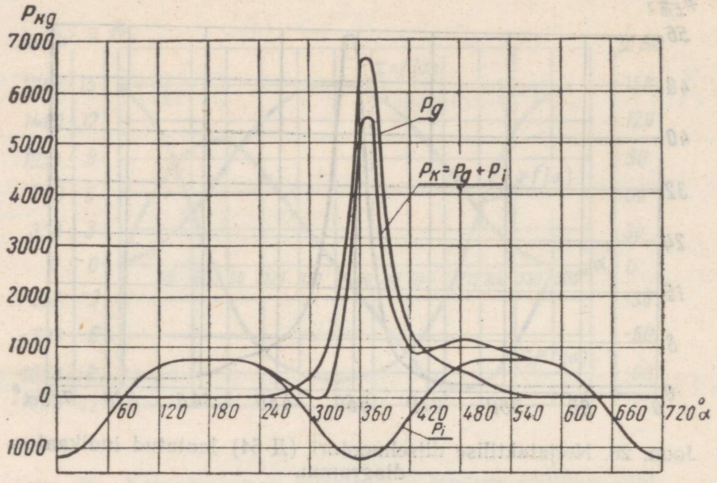
kus $m_k = \frac{G_k}{g}$ — edasi-tagasi liikuvate osade summaarne mass, mis tinglikult loetakse keskendatuks kolvisõrme teljele kgsek²/m;
j_k — nende masside kiirendus, mis on võrdne kolvi kiirendusega, m/sek²;
G_k — edasi-tagasi liikuvate osade kaal, kg;
g — raskuskiirendus, mis võrdub 9,81 m/sek².

Aksiaalse väntmehhanismi korral on võrrandi (48) kuju järgmine:

$$P_i = m_k r\omega^2 (\cos\alpha + \lambda \cos 2\alpha) \text{ kg}. \tag{49}$$

Et kolvi kiirendus nii suuruselt kui ka suunalt muutub, siis on ka edasi-tagasi liikuvate osade inertsjõu suurus ja suund muutuv. Selle muutumise periood on võrdne väntvõlli ühe pöördega (joon. 29).

* Kepsu ülemise osa raskuseks loetakse 0,275 kepsu üldkaalust.



Joon. 29. Gaaside rõhu jõu P_g, inertsjõu P_i ja resultantjõu P_k muutumise graafikud sõltuvalt väntvõlli pöördenurgast.

Edasi-tagasi liikuvate osade inertsjõud saavutab maksimaalse väärtuse kolvi jõudmisel ülemisse surnud seisu. Inertsjõu märkide kohta kehtib sama reegel, mis gaaside rõhust tingitud jõu puhul.

Valemist (48) võib järeldada, et edasi-tagasi liikuvate osade inertsjõu vähendamiseks on otstarbekas vähendada väärtust $\lambda = \frac{r}{l}$ s. o. suurendada kepsu pikkust. Kuid kepsu pikkuse (l) suurendamisel suurenevad mootori gabariitmõõtmed ja kaal, mis ei ole aga soovitav. Olemasolevatel mootoritel võetakse λ väärtus 0,22—0,28 piirides.

Roteerivate tasakaalustamata osade inertsjõud (väntvõlli vändal ja kepsu alumisel osal*) on võrdne:

$$P_r = m_r \omega^2 r \text{ kg}, \tag{50}$$

kus $m_r = \frac{G_r}{g}$ — roteerivate tasakaalustamata osade mass, kgsek²/m;

ω — väntvõlli pöörlemise nurkkiirus, $\frac{1}{\text{sek}}$;

r — vända raadius, m;

G_r — roteerivate tasakaalustamata osade kaal, kg;

g — raskuskiirendus, mis võrdub 9,81 m/sek².

Roteerivate tasakaalustamata osade inertsjõud on antud pöörete arvu puhul suuruselt konstantne ning alati suunatud vända raadiuse sihis väntvõlli teljest eemale.

Silindri telgjoonel mõjuv resultantjõud. Kolvi põhjale mõjuv gaaside rõhu jõud P_g ja edasi-tagasi liikuvate osade inertsjõud P_i on suunatud silindri telgjoone sihis. Nende kahe jõu algebraline summa annab resultantjõu (summaarse jõu) P_k, mis mõjub silindri telgjoont mööda ja on väljendatav võrrandiga

$$P_k = P_g + P_i \text{ kg}. \tag{51}$$

* Kepsu alumise osa raskuseks loetakse 0,725 kepsu üldkaalust.

Et ehitada resultantjõu P_k muutumise kõverat, on tarvis ainult liita jõudude P_g ja P_i muutmise kõveratel punktide ordinaadid väntvõlli ühe ja sama pöördenurga puhul (joon. 29).

Üldjuhul lahutatakse kolvisõrmele rakendatud jõud P_k kaheks komponendiks (joon. 30): jõuks P_d, mis mõjub kepsu telgjoone sihis ja jõuks N, mis on suunatud risti silindri teljele:

$$P_d = \frac{P_k}{\cos\beta} \text{ kg}; \tag{52}$$

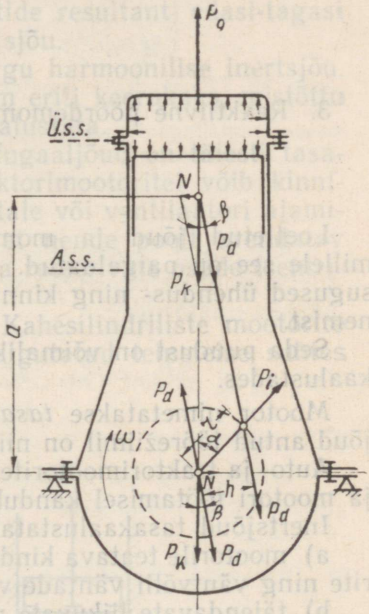
$$N = P_k \operatorname{tg} \beta \text{ kg}. \tag{53}$$

Jõud P_d kandub kepsu kaudu üle väntvõlli vändakaelale. Selle jõu mõjul allub keps perioodiliselt survele ja tõmbele. Jõud N surub aga kolvi perioodiliselt kord ühel kord teisel pool silindri seina vastu, põhjustades seega silindri ja kolvi vahel hõõrdumise ning kulumise.

Kanname jõu P_d üle kepsu alumise pea keskpunkti ja rakendame väntvõlli pöörlemiskeskpunkti kaks vastupidiselt suunatud jõudu, mis on paralleelsed ja võrdsed jõuga P_d (joon. 30). Saame *mootori pöördemomendi* (M_m) ja vaba jõu P_d, mis mõjuvad raamlaagritele:

$$M_m = P_d h \text{ kgm}, \tag{54}$$

kus $h = r \sin(\alpha+\beta)$ — jõu P_d õla pikkus m.



Joon. 30. Jõud ja jõumomendid, mis mõjuvad mootori aksiaalses väntmehhanismis.

Mootori pöördemoment on alati tasakaalustatud kõikide takistusjõudude momentide summaga: mootori mehhanismide hõõrdejõudude momendiga, traktorile või autole haagitud veokite või masinate liikumistakistuse jõudude momendiga, mootori liikuvate osade tangentsiaaljõudude momendiga.

Lahutame vaba jõu P_d jõuks, mis on suunatud mööda silindri telge, ja jõuks, mis on suunatud silindri teljega risti. Neid jõude võib leida järgmiste valemitega:

$$P_d \cos\beta = \frac{P_k}{\cos\beta}\cos\beta = P_k \quad \text{ja}$$

$$P_d \sin\beta = \frac{P_k}{\cos\beta}\sin\beta = P_k \operatorname{tg}\beta = N. \tag{55}$$

Jõud P_k, mis on rakendatud väntvõlli pöörlemiskeskpunkti ja mõjub silindri telgjoont mööda, ning jõud P_g, mis mõjub plokikaanele, annavad algebralisel summeerimisel vaba jõu P_i — edasi-tagasi liikuvate osade inertsjõu. Viimane mõjub kogu aeg raamlaagrite kaudu mootorile. Kuna inertsjõu suurus muutub vahetpidamatult, tema suund aga perioodiliselt, siis kutsub ta esile mootori vibreerimise.

Jõud N õlaga a annab reaktiivmomendi M_r, mis on võrdne ning vastupidine mootori pöördemomendiga M_m. Suuruselt muutuv reaktiivmoment kantakse üle raamile, millele mootor on paigaldatud.

§ 2. Mootori tasakaalustamine

Aksiaalse väntmehhanismiga ühesilindrilisel mootoril jäävad töötamisel tasakaalustamata järgmised jõud ja momendid.

1. Edasi-tagasi liikuvate osade inertsjõud $P_k = m_k \omega^2 r (\cos \alpha + \lambda \cos 2\alpha)$ kg, mida võib ette kujutada kahe jõu summana:

a) esimese järgu harmooniline inertsjõud

$$P_{i.1} = m_k \omega^2 r \cos \alpha \text{ kg;} \tag{56}$$

b) teise järgu harmooniline inertsjõud

$$P_{i.2} = m_k \omega^2 r \lambda \cos 2\alpha \text{ kg.} \tag{57}$$

2. Roteeritavate tasakaalustamata osade inertsjõud

$$P_r = m_r \omega^2 r \text{ kg.}$$

3. Reaktiivne pöördemoment

$$M_r = Na \text{ kgm.} \tag{58}$$

Loetletud jõud ja momendid kanduvad mootorile ning raamile, millele see on paigaldatud. Vibreerimise tagajärjel lõdvenevad mitmesugused ühendus- ning kinnituskohad, soodustades seega masina purunemist.

Seda puudust on võimalik kõrvaldada vabu jõude ja momente tasakaalustades.

Mootor nimetatakse *tasakaalustatuks*, kui selle raamile ülekantavad jõud antud töörežiimil on nii suuruselt kui ka suunalt konstantsed.

Auto- ja traktorimootoritel reaktiivset pöördemomenti ei tasakaalustata ja mootori töötamisel kandub see üle raamile.

Inertsjõud tasakaalustatakse järgmistel viisidel:

a) mootorile teatava kindla silindrite arvu valimisega ja samuti silindrite ning väntvõlli väntade vastava paigutamisega;

b) täiendavate liikuvate masside nn. *vastukaalude* kasutamisega.

Ühesilindrilise mootori tasakaalustamine. Ühesilindrilises mootoris on edasi-tagasi liikuvate osade inertsjõude täielikult tasakaalustada võimalik ainult spetsiaalse mehhanismi abil.

Esimese järgu harmooniliste inertsjõudude tasakaalustusmehhanismi skeem on näidatud joonisel 31. Väntvõlli teljega paralleelselt ja silindri mõlemale küljele sümmeetriliselt on paigutatud kaks abivõlli *5*, mille otsa on jäigalt kinnitatud hammasrattad *3* ja *4*. Neid hammasrattaid käitatakse väntvõlli otsal asuvalt hammasrattalt *1* hammasratta *2* kaudu. Hammasratastel *1*, *3* ja *4* on hammaste arvud võrdsed. Seega on mõlematel võllidel *5* pöörlemissuunad vastupidised, nende pöörlemiskiirused on aga võrdsed väntvõlli pöörlemiskiirustega. Kummagi võlli *5* mõlematele otstele on jäigalt kinnitatud vastukaalud *6* ja *7*.

Kolvi asetsemisel ülemises surnud seisus peavad kõik neli vastukaalu olema suunatud allapoole, nii et nende sümmeetriateljed asetseksid vertikaalselt.

Kaugus vastukaalu pöörlemistsentrist kuni tema raskuskeskmeni (r_v) on võrdne väntvõlli vända poole raadiusega (r). Mõlema vastukaalu mass m_v peab kummalgi võllil olema võrdne edasi-tagasi liikuvate osade massiga m_k.

Mootori töötamisel tekitavad mõlema võlli vastukaalud tsentrifugaaljõu:

$$P_{ts.v} = m_v \omega^2 \frac{r}{2} = \frac{m_k \omega^2 r}{2} \text{ kg.}$$

Vastukaalude tsentrifugaaljõudude horisontaalsed komponendid tasakaalustuvad vastastikku igasuguse nurga α puhul; nende jõudude vertikaalkomponendid annavad aga resultandi

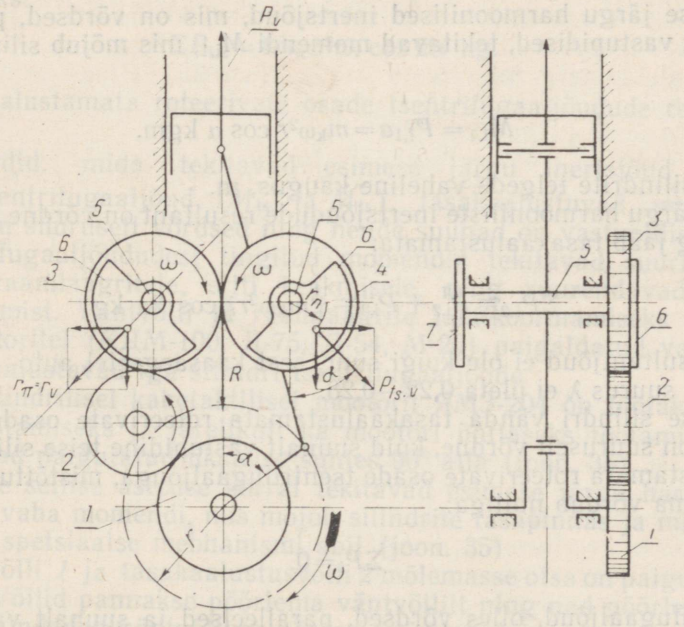
$$R = 2 \frac{m_k \omega^2 \cos \alpha}{2} = m_k \omega^2 r \cos \alpha,$$

mis igasugusel ajamomendil on suuruselt võrdne edasi-tagasi liikuvate osade esimese järgu harmoonilise inertsjõuga, kuid suunalt on vastupidised. Seepärast tasakaalustab vastukaalude paigutamisel lisavõllidele tekkivate tsentrifugaaljõudude vertikaalkomponentide resultant edasi-tagasi liikuvate osade esimese järgu harmoonilise inertsjõu.

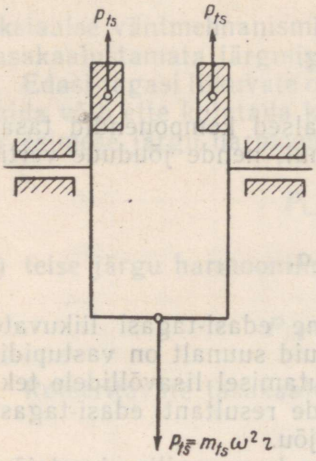
Analoogiliselt võib tasakaalustada teise järgu harmoonilise inertsjõu. Kuid sel juhul kujuneb tasakaalustusmehhanism eriti keerukaks, mistõttu jõudu $P_{i.2}$ auto- ja traktorimootoritel ei tasakaalustata.

Tasakaalustamata roteerivate osade tsentrifugaaljõud on täiesti tasakaalustatav vastukaaludega, mis auto- ja traktorimootoritel võib kinnitada väntvõlli vändakaeltele (joon. 32), hoorattale või ventilaatori ajamirihmarattale. Vastukaalud valitakse selliselt, et nende poolt arendatav tsentrifugaaljõud oleks võrdne tasakaalustamata roteerivate osade tsentrifugaaljõuga ja suunaliselt vastupidine.

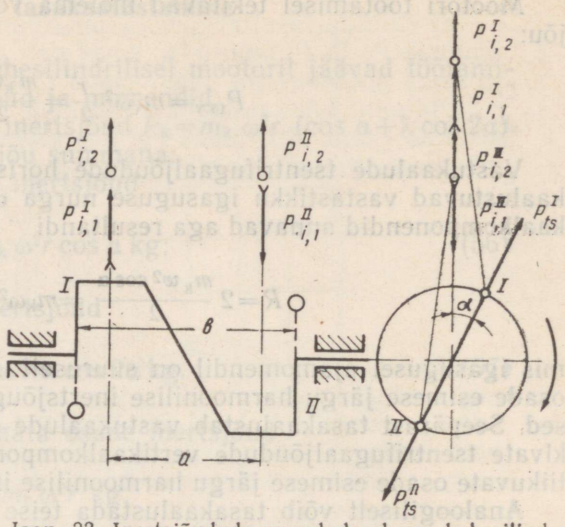
Kahesilindrilise mootori tasakaalustamine. Kahesilindriliste mootorite П-46, Д-16 ja Д-28 väntvõllide vändad on paigutatud teineteise suhtes 180° alla (joon. 33).



Joon. 31. Edasi-tagasi liikuvate osade esimese järgu harmooniliste inertsjõudude tasakaalustusmehhanismi skeem.



Joon. 32. Ühesilindrilise mootori tasakaalustamata roteerivate osade tsentrifugaaljõudude tasakaalustamise skeem.



Joon. 33. Inertsjõudude suundade skeem kahesilindrilises mootoris, mille väntvõlli põlved on asetatud 180° all.

Niisuguse väntade paigutuse puhul on esimese järgu harmooniliste inertsjõudude resultant võrdne nulliga, s. o. esimese järgu inertsjõud on tasakaalustatud:

$$\Sigma P_{i,1} = P^{I}_{i,1} + P^{II}_{i,1} = m_k\omega^2 r \cos\alpha + m_k\omega^2 r \cos(180° + \alpha) =$$

$$m_k\omega^2 r \cos\alpha - m_k\omega^2 r \cos\alpha = 0. \qquad (59)$$

Esimese järgu harmoonilised inertsjõud, mis on võrdsed, paralleelsed ja suunalt vastupidised, tekitavad momendi $M_{i,1}$, mis mõjub silindrite tasapinnas:

$$M_{i,1} = P_{i,1}a = m_k\omega^2 r \cos\alpha \text{ kgm}, \qquad (60)$$

kus a — silindrite telgede vaheline kaugus, m.

Teise järgu harmooniliste inertsjõudude resultant on võrdne nende summaga ning jääb tasakaalustamata:

$$\Sigma P_{i,2} = P^{I}_{i,2} + P^{II}_{i,2} = 2m_k\omega^2 r\lambda \cos 2\alpha \text{ kg} \qquad (61)$$

See resultantjõud ei ole kuigi suur, sest kaasaegsetel auto- ja traktorimootoritel suurus λ ei ületa 0,22—0,28.

Esimese silindri vända tasakaalustamata roteerivate osade tsentrifugaaljõud on suuruselt võrdne, kuid suunalt vastupidine teise silindri vända tasakaalustamata roteerivate osade tsentrifugaaljõuga, mistõttu nende jõudude summa võrdub nulliga:

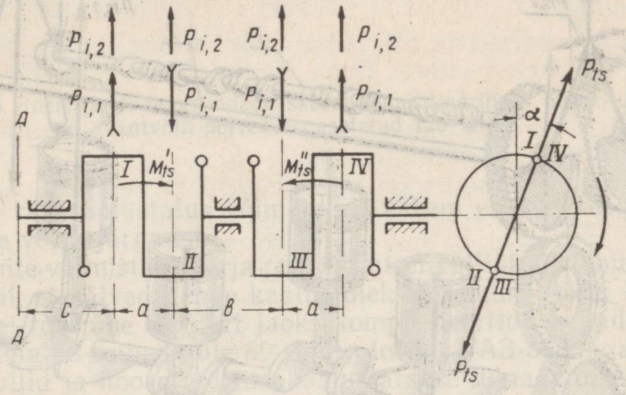
$$\Sigma P_i = 0. \qquad (62)$$

Tsentrifugaaljõud, olles võrdsed, paralleelsed ja suunalt vastupidised, tekitavad momendi

$$M_{ts} = P_{ts}a = m_{ts}\omega^2 ra \text{ kgm}. \qquad (63)$$

Momenti M_{ts} on võimalik tasakaalustada vastukaalude paigutamise teel kas väntvõlli põskedele või hoorattale ja ventilaatori ajami rihmarattale (mootor Д-28).

Neljasilindrilise mootori tasakaalustamine. Kodumaistel neljasilindrilistel ja neljataktilistel auto- ja traktorimootoritel on väntvõlli vändad üksteise suhtes paigutatud 180° alla (joon. 34). Niisugune väntvõll kujutab endast nagu kaht kahesilindrilise mootori väntvõlli, mis on sümmeetriliselt ühendatud ja mille tasakaalustamist äsja vaatlesime.



Joon. 34. Inertsjõudude suundade skeem neljasilindrilises mootoris, mille väntvõlli põlved on asetatud 180° all.

Kui vändad asetsevad üksteise suhtes 180° all, on esimese järgu harmooniliste inertsjõudude resultant võrdne nulliga.

Teise järgu inertsjõudude resultant on võrdne nende summaga ning jääb vabaks:

$$\Sigma P_{i,2} = 4m_k\omega^2 r\lambda \cos 2\alpha \text{ kg}. \qquad (64)$$

Tasakaalustamata roteerivate osade tsentrifugaaljõudude resultant on null.

Momendid, mida tekitavad esimese järgu inertsjõud ($M'_{i,1}$ ja $M''_{i,1}$) ja tsentrifugaaljõud (M'_{ts} ja M''_{ts}), tasakaalustuvad vastastikku, sest nad on suuruselt võrdsed ning nende suunad on vastupidised.

Tsentrifugaaljõududest tingitud momendid tekitavad suuri koormusi väntvõlli raamlaagritele, eriti keskmisele, ning suurendavad väntvõlli läbipaindumist. Väntvõlli ja raamlaagrite lahtikoormamiseks on mõningatel mootoritel (КДМ-100, Д-75, Д-54, М-20) paigaldatud vastukaalud, mis tasakaalustavad iga silindri tsentrifugaaljõude.

Neljasilindrilisel kahetaktilisel mootoril ЯМЗ-204 on töötaktide ühtlaseks järjestamiseks ja järelikult ka mootori ühtlaseks töötamiseks väntvõlli vändad paigutatud üksteise suhtes 90° alla (joon. 35).

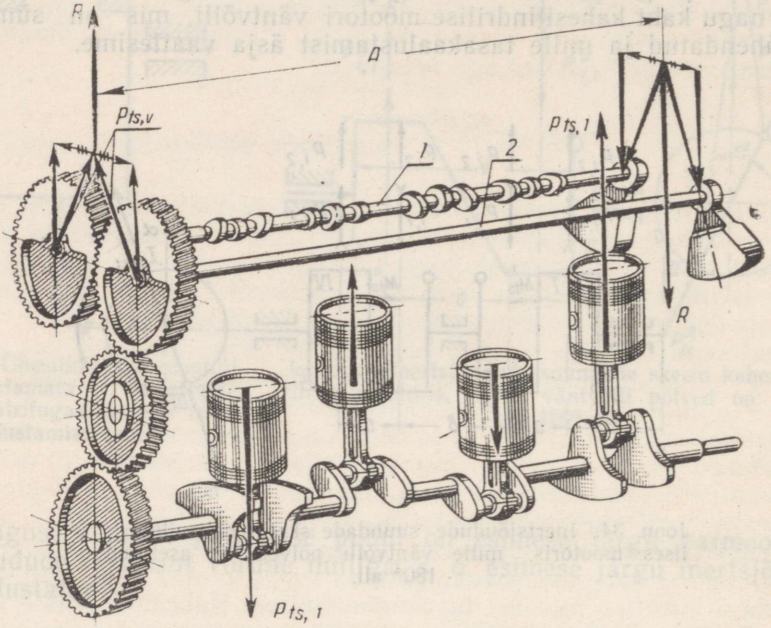
Väntade sellise asetuse korral tekitavad esimese järgu harmoonilised inertsjõud vaba momendi, mis mõjub silindrite tasapinnas ja mis tasakaalustatakse spetsiaalse mehhanismi abil (joon. 35).

Jaotusvõlli *1* ja tasakaalustusvõlli *2* mõlemasse otsa on paigutatud vastukaalud. Võllid pannakse pöörlema väntvõllilt ning nad pöörlevad vastupidistes suundades väntvõlliga võrdse pöörlemiskiirusega.

Vastukaalude pöörlemisel tekivad tsentrifugaaljõud $P_{ts.v}$, mille vertikaalsete komponentide summa annab resultantjõu R, horisontaalkompo-

nendid aga vastastikku tasakaalustuvad, sest nad on suuruselt võrdsed ning suunalt vastupidised.

Jõud R tekitab õlaga A momendi, mis on suuruselt võrdne ja suunalt vastupidine esimese järgu harmooniliste inertsjõudude summaarse momendiga.



Joon. 35. Mootori ЯМЗ-204 tasakaalustamise skeem.

Teise järgu harmooniliste inertsjõudude projektsioonide ja nendest jõududest tekitatud momentide summa on võrdne nulliga.

Tasakaalustamata roteerivate osade tsentrifugaaljõud annavad vaba momendi, mis tasakaalustatakse väntvõlli esimese ja neljanda vända põsele vastukaalude paigutamisega.

Kuuesilindrilise mootori tasakaalustamine. Kodumaiste kuuesilindriliste neljataktiliste automootorite (ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164) väntvõllide vändad on paarikaupa asetatud 120° alla (joon. 36). Niisugune väntvõlli kuju on kuuesilindrilistel neljataktilistel mootoritel kõige rohkem levinud. Sellisel väntade paigutusel on mõjuvad jõud ja momendid järgmised:

$$\Sigma P_{i,1}=0;\ \Sigma P_{i,2}=0;\ \Sigma P_{ts}=0;\ \Sigma M_{i,1}=0;\ \Sigma M_{i,2}=0;\ \Sigma M_{ts}=0.$$

Mootoril ГАЗ-51А on raamlaagrite lahtikoormamiseks inertsjõududest tekkivate momentide mõjust väntvõllil vastukaalud.

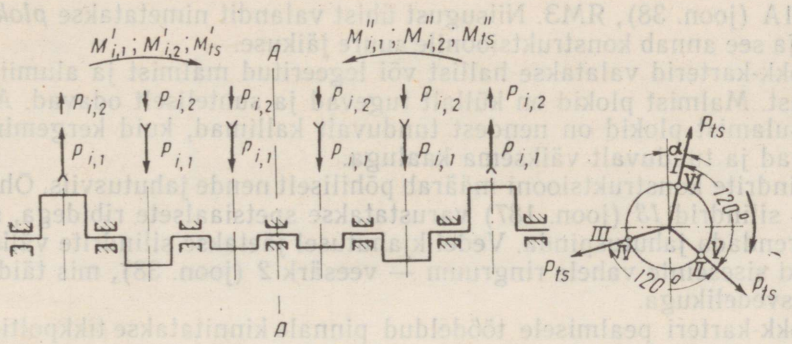
Mootorite tegelik tasakaalustatus. Eespool mootorite tasakaalustatuse kohta tehtud järeldused on õiged ainult tingimusel, kui on ühesugused:

a) liikuvate detailide kaalud;

b) väntade raadiused ja kepsude pikkused;

c) väntvõllide väntade omavahelised asetusnurgad.

Tegelikult on igal silindril inertsjõud detailide mõõtmete kõrvalekaldumise tõttu tolerantside piirides erinevad, samuti on nende valmistamiseks kasutatud metalli erineva tiheduse tõttu mootori tasakaalustatus rikutud.



Joon. 36. Inertsjõudude suundade skeem kuuesilindrilises mootoris, mille väntvõlli põlved on asetatud 120° alla.

Et tegelik tasakaalustatus võimalikult vähem erineks teoreetilisest, on tarvis arvesse võtta järgmist.

1. Mootorite valmistamisel ja remontimisel valitakse kolbide ja kepsude komplektid nii, et hälved nende kaalus oleksid minimaalsed. Näiteks mootoris Д-54А ei tohi ühe mootori jaoks komplekteeritud kolbide ja kepsude komplektide kaalud erineda üle 50 g, mootorites ГАЗ-51А aga 14 g.

2. Väntvõllid ja hoorattad tasakaalustatakse dünaamiliselt nende valmistamisel, remondil aga jälgitakse, et tasakaalustatus ei oleks rikutud. Kui balansseerimisel disbalanss (mittetasakaal) ületab lubatava suuruse, võetakse selle vähendamiseks metalli vastavatest kohtadest maha.

VII peatükk

VÄNTMEHHANISMI EHITUS JA TÖÖTAMINE

Sisepõlemismootori väntmehhanism (joon. 37) koosneb plokikaanest *1*, silindritest *29*, kolbidest *24* koos kolvirõngastega, kepsudest *23* koos nende puksidega *25* (ülemistes peades) ja laagritega *31* (alumistes peades), väntvõllist *10* koos raamlaagritega *9* ning hoorattast *7*.

§ 1. Silindrid ja plokk-karterid

Silinder, kolb ja plokikaas moodustavad suletud ruumi, milles toimub mootori töötsükkel. Silindri siseseinad on seejuures kolvi liikumise juhtjaiks.

Silindrid võivad olla valmistatud kas üksikult, nagu mootoritel Д-16 ja Д-30, või ühes tükis valatud silindriplokina.

Silindriplokk või üksikud silindrid kinnitatakse mootori kerele — karterile, mille sees asetseb väntvõll.

Mootori karter kujutab endast massiivset liikumatut metalldetaili, mis kannab endal mootori kõiki põhisõlmi ja detaile. Karterisse on paigutatud väntvõlli ja jaotusvõlli laagrid, gaasijaotushammasrataste teljed ja muud detailid. Karter on samuti mootori detailide määrimiseks kasutatava õli reservuaariks. Alt on karter suletud põhjaga (õlivanniga).

Karter ja silindriplokk võivad olla valatud ühise valandina, nagu enamikul mootoritel Д-54А (joon. 37), Д-75, КДМ-100, Д-48Л, ЗИЛ-164 ja

ГАЗ-51А (joon. 38), ЯМЗ. Niisugust ühist valandit nimetatakse *plokk-karteriks* ja see annab konstruktsioonile suure jäikuse.

Plokk-karterid valatakse hallist või legeeritud malmist ja alumiiniumisulamist. Malmist plokid on küllalt tugevad ja suhteliselt odavad. Alumiiniumisulamist plokid on nendest tunduvalt kallimad, kuid kergemini töödeldavad ja tunduvalt väiksema kaaluga.

Silindrite konstruktsiooni määrab põhiliselt nende jahutusviis. Õhkjahutusega silindrid *13* (joon. 187) varustatakse spetsiaalsete ribidega, selleks et suurendada jahutuspinda. Vedelikjahutusel jäetakse silindrite välispinna ja ploki siseseinte vahele ringruum — veesärk *2* (joon. 38), mis täidetakse jahutusvedelikuga.

Plokk-karteri pealmisele töödeldud pinnale kinnitatakse tikkpoltide abil plokikaas. Plokk-karteri seintes (joon. 39) on kanalid õli juhtimiseks detailide tööpindadele ja avad detailide paigaldamiseks.

Ploki seinte sise- ja välisküljel on töödeldud pinnad mitmesuguste detailide ja mehhanismide kinnitamiseks.

Plokk-karteri konstruktsioon sõltub klappide paigutusest. Külgklappidega mootorite plokk-karterites on klappide paigutamiseks külgvalatised, nn. klapikambrid, plokk-karteri pealmises seinas on aga iga silindri kõrval klapiavad. Niisugune konstruktsioon on mootoritel ГАЗ-51А (joon. 38), ЗИЛ-164, М-20, П-46 jt. *

Rippklappidega mootoris on klapid asetatud plokikaanesse, mistõttu plokk-karteri konstruktsioon on lihtsustatud. Niisugune ehitus on mootoritel Д-54А (joon. 37), Д-48Л, Д-28, Д-20, КДМ-100, М-21 jt.

Silindri sisemist hoolikalt lihvitud pinda *3* (joon. 40,*a*) nimetatakse *silindri peegelpinnaks*. Selle pinna täpne töötlemine (tema ovaalsus ja koonilisus ei või ületada 0,02 mm) tagab kolvi kerge liikumise ja tiheda liibumise vastu silindrit.

Nii alumiiniumisulamist kui ka enamikus malmist plokk-karterites kasutatakse sissepandavaid legeeritud malmist hülsse, mis on eriti kulumiskindlad ja kõrgete mehaaniliste omadustega. Sissepandavaid hülsse on kulumise korral kerge vahetada, mistõttu plokk-karteri kasutamiskestus suureneb ning see on lihtsam valada.

Märgadeks hülssideks (joon. 40,*b*) nimetatakse hülsse, mille välispind puutub vahetult kokku jahutusvedelikuga, *kuivadeks* (joon. 40,*c*) aga niisuguseid hülsse, mis asetatakse plokk-karterisse puuritud silindritesse.

Mootori М-21 alumiiniumisulamist plokk-karterisse paigaldatakse märjad vahetatavad malmhülsid, mille ülemisse ossa on sisse pressitud lühikesed kuivad hülsid antikorrosioonilisest (happekindlast) malmist.

Kuivi hülsse kasutatakse automootrites ЯМЗ, ГАЗ-51А (joon. 38) jt., märge hülsse aga mootoritel Д-54А (joon. 37), Д-48Л (joon. 40,*b*) jt. Kuivade hülsside seinapaksus on 2—4 mm, märgadel 6—8 mm.

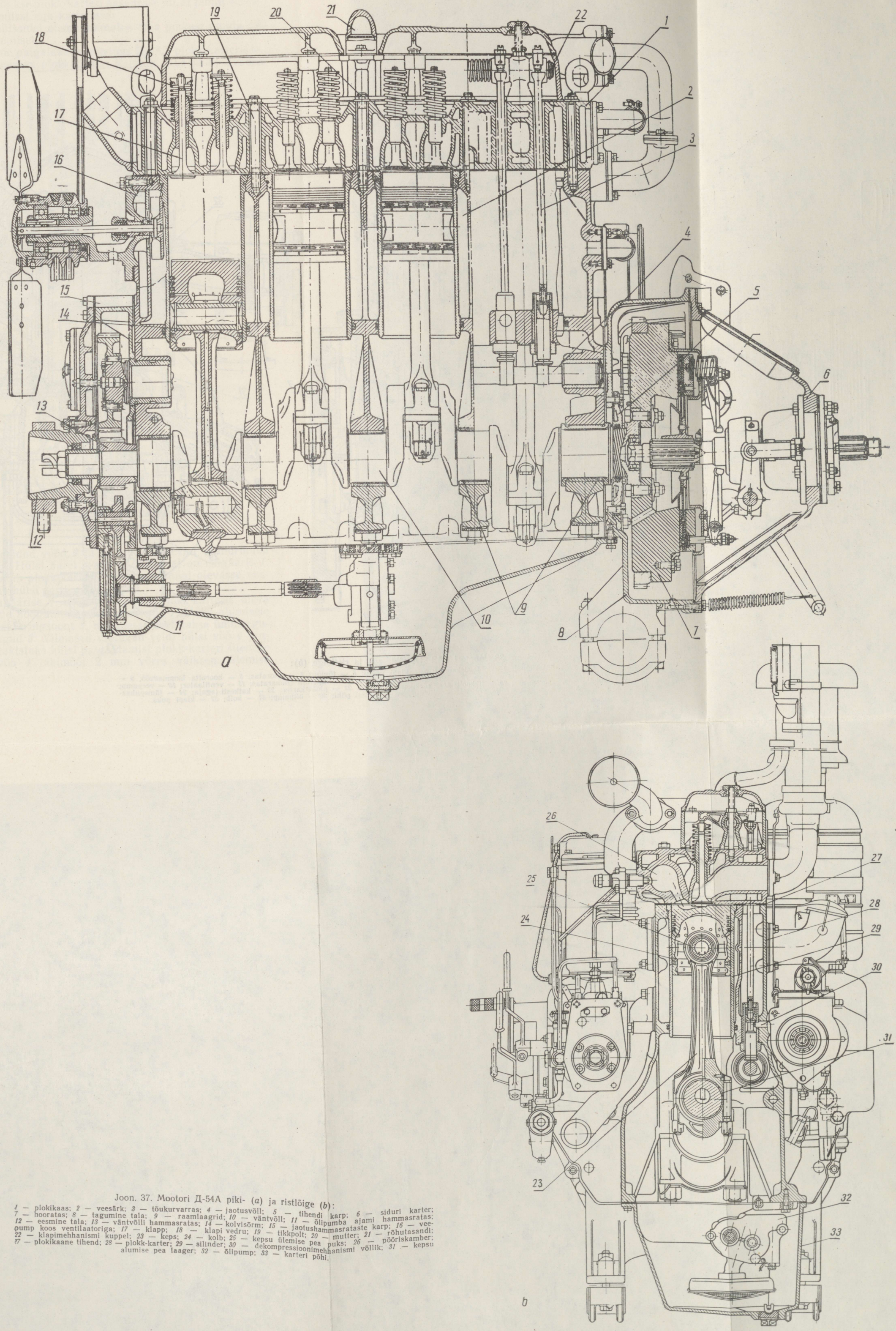
Kõikidel mootoritel võib suurimat kulumist täheldada silindri ülemises osas, mis on kõrgete temperatuuride ja heitgaaside korrodeeriva mõju piirkonnas. Et vähendada silindri ülemise osa kulumist on mootorite ГАЗ-51А (joon. 38), 407 jt. silindritesse pressitud antikorrosioonilisest malmist lühikesed kuivad hülsid.

Õhkjahutusega mootori silindritel (Д-16 ja Д-30) hülsse ei ole. Need silindrid kinnitatakse tikkpoltide abil karterile.

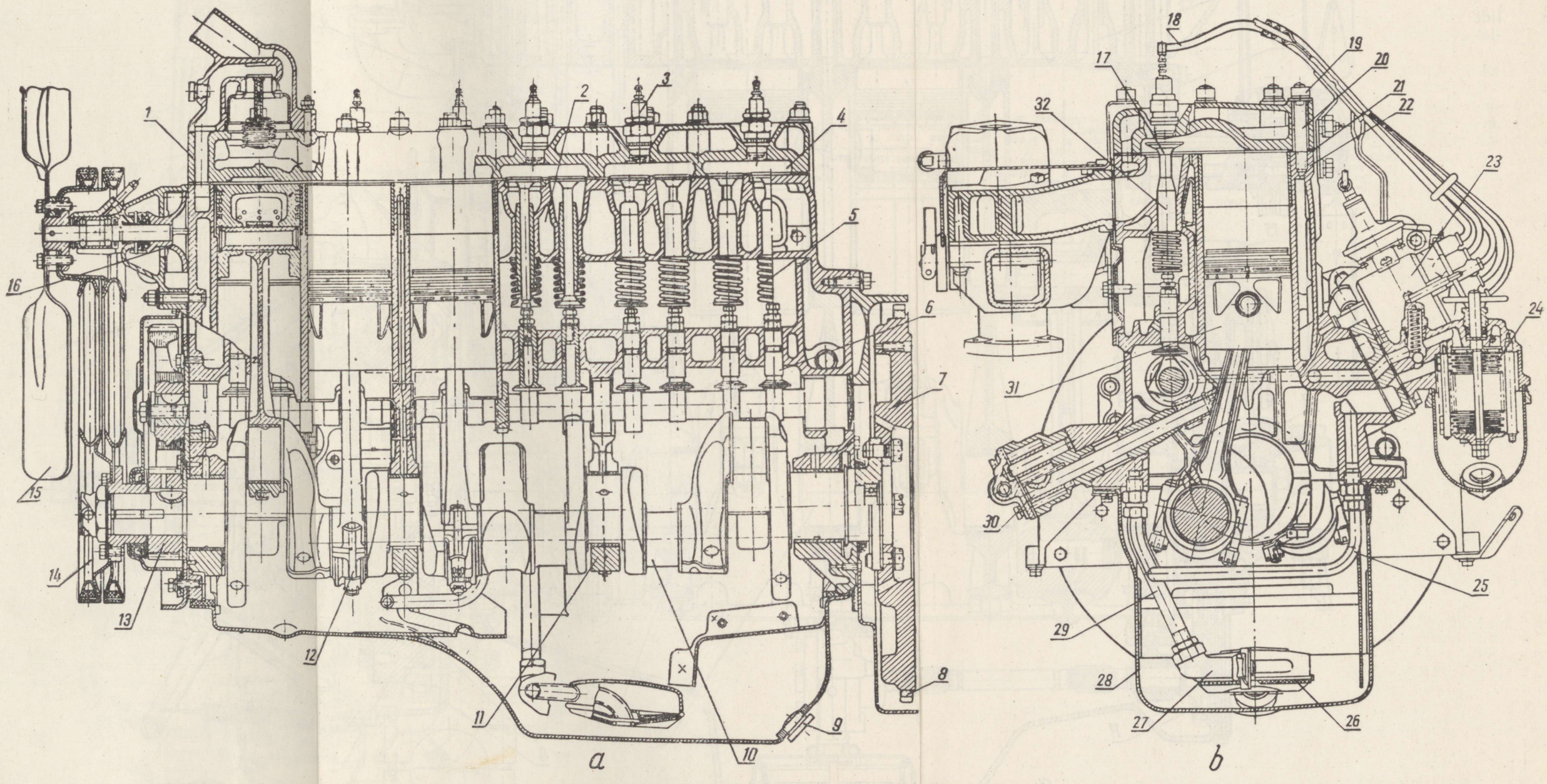
Kulumiskindluse suurendamiseks karastatakse paljudel mootoritel hülsside sisepinnad kõrgsagedusvooludega 1,5—3 mm sügavuselt.

---

* Siin ja edaspidi vaadeldakse raamatus nende kodumaiste auto- ja traktorimootorite mehhanismide ja detailide konstruktsioone ja tööd, mis on lastud välja alates 1960. a. (vt. tabel 1). Viited varem toodetud mootorimudelitele näitavad, et edaspidi selle mootori mehhanism või detailid muudeti.



Joon. 37. Mootori Д-54А piki- (*a*) ja ristlõige (*b*):
1 — plokikaas; *2* — veesärk; *3* — tõukurvarras; *4* — jaotusvõll; *5* — tihendi karp; *6* — siduri karter; *7* — hooratas; *8* — tagumine tala; *9* — raamlaagrid; *10* — väntvõll; *11* — õlipumba ajami hammasratas; *12* — eesmine tala; *13* — väntvõlli hammasratas; *14* — kolvisõrm; *15* — jaotushammasrataste karp; *16* — veepump koos ventilaatoriga; *17* — klapp; *18* — klapi vedru; *19* — tikkpolt; *20* — mutter; *21* — rõhutasandi; *22* — klapimehhanismi kuppel; *23* — keps; *24* — kolb; *25* — kepsu ülemise pea puks; *26* — pööriskamber; *27* — plokikaane tihend; *28* — plokk-karter; *29* — silinder; *30* — dekompressioonimehhanismi võllik; *31* — kepsu alumise pea laager; *32* — õlipump; *33* — karteri põhi.



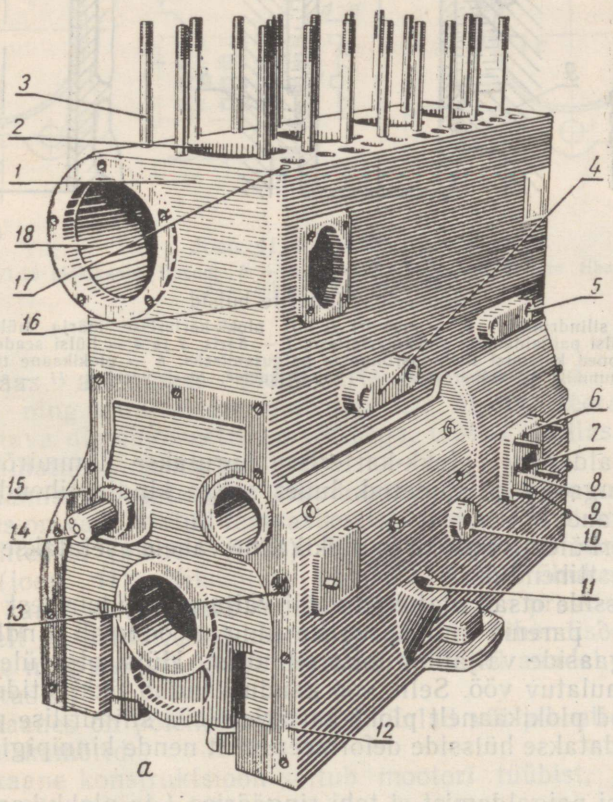
Joon. 38. Mootori ГАЗ-51А piki- (*a*) ja ristlõige (*b*):

1 — plokikaas; *2* — veesärk; *3* — süüteküünal; *4* — põlemiskamber; *5* — klapi vedru; *6* — tõukur; *7* — hooratas; *8* — hooratta hammasvõõ; *9* — kork; *10* — väntvõll; *11* — raamlaagri kaas; *12* — keps; *13* — väntvõlli hammasratas; *14* — väntvõlli rihmaratas; *15* — ventilaator; *16* — veepump; *17* — klapp; *18* — küünla juhe; *19* mutter; *20* — tikkpolt; *21* — plokikaane tihend; *22* — plokk-karter; *23* — katkesti-jagaja; *24* — jämepuhastusfilter; *25* ja *29* — õlitorud; *26* — õlivõtja võrk; *27* — õlivõtja; *28* — karteri põhi; *30* — õlipump; *31* — kolb; *32* — klapi puks.

Märjad hülsid paigaldatakse plokk-karteri pesadesse nii, et jahutusvedelik ei pääseks veesärgist hülssi ega karterisse.

Peale selle peab aga hülssidel olema võimalus oma pikkust muuta nii kuumenemisel kui ka jahtumisel.

Vaatleme silindrihülsside paigaldamist mootori Д-48Л plokk-karterisse. Silindrihülsside tsentreerimiseks plokk-karteri *9* (joon. 40,*a* ja *b*) avades

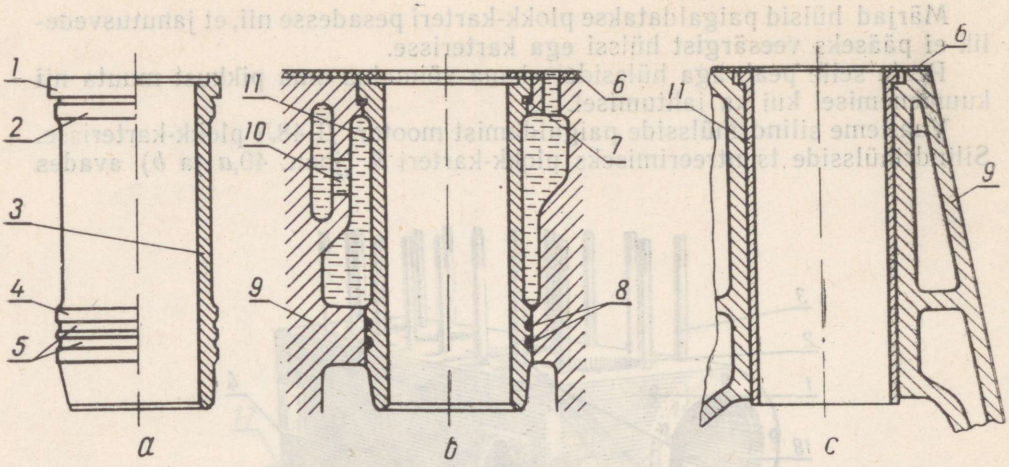


Joon. 39. Mootori Д-54A plokk-karter (eestvaade):

1 — plokk-karter; *2* — silindrihülss; *3* — plokikaane tikkpolt; *4* — keermetatud poldiauk; *5* — ava dekompressioonimehhanismi võlliku jaoks; *6* — õlimagistraali õliava (sissevooluava); *7* — õlitsentrifuugis filtreeritud õli äravooluava; *8* — liigse õli äravoolu ava; *9* — seadepind õlifiltrite paigaldamiseks; *10* — stutseriava; *11* — keermetatud ava õlimõõtevarda puksi jaoks; *12* — töödeldud seadepind; *13* — õli peamagistraal; *14* — vahehammasratta sõrm; *15* — ava kütusepumba hammasratastele õli juhtimiseks; *16* — seadepind õlitäitesuudme kinnitamiseks; *17* — kanal õli juhtimiseks nookurivõlli samastesse; *18* — ava veepumba paigutamiseks.

on kaks silindriliselt töödeldud vööd *2* ja *4*, mis asetsevad silindrihülsi ülemises ja alumises osas. Hülsi äärel seadevöö *2* kõrval on ringääris *1*. Viimase alumine külg toetub plokk-karteri pealmisel pinnal olevasse vastavasse pesasse, mis tagab hülsi vertikaalse asendi.

Tihendamiseks on ringäärise *1* alumise külje ja plokk-karteris oleva pesa põhja vahele asetatud hõõgutatud vaskvahetihend *7*. Hülsi alumisele seadevööle *4* on tehtud kaks ringsoont *5*, milledesse asetatakse ümmargused kummist tihendusrõngad *8*. Viimased ulatuvad veidi hülsi vöö *4* pinnast välja. Et rõngas ei takistaks hülsi paigaldamist plokk-karteri ülemise ava kaudu, on alumise vöö *4* läbimõõt 2 mm võrra väiksem ülemise vöö *2* läbimõõdust.



Joon. 40. Silindrite hülsid:

a — mootori Д-48Л silindrihülss; *b* — mootori Д-48Л plokk-karterisse märja hülsi paigaldamine; *c* — kuiva silindrihülsi paigaldamine plokk-karterisse; *1* — ääris; *2* ja *4* — hülsi seadevöö; *3* — silindri peegelpind; *5* — sooned kummist tihendusrõngaste paigutamiseks; *6* — plokikaane tihend; *7* — vasktihend; *8* — kummist tihendusrõngas; *9* — plokk-karter; *10* — veesärk; *11* — silindrihülss.

Hülsi paigaldamisel plokk-karterisse surutakse kummirõngas kokku, nii et kogu ringsoon on täidetud, luues seega kindla tihenduse hülsi ja plokk-karteri vahel.

Plokk-karteri ülemise pinna ja plokikaane vahele asetatakse 1,7 mm paksune terasasbesttihend *6*.

Silindrihülsside otsad ulatuvad veidi välja ploki ülemisest pinnast, mis tagab tihendi *6* parema kinnisurumise ning moodustab kindla tihenduse, mis takistab gaaside väljatungimist silindrist. Hülsi otsa ülemisel pinnal on kitsas väljaulatuv vöö. Selle vöö kaudu kandub tikkpoltide kinnikeeramisel survejõud plokikaanelt plokk-karteris oleva silindrilise pesa põhjale. Sellega vähendatakse hülsside deformeerumist nende kinnipigistamisel plokikaanega.

Pärast hülsi paigaldamist ei tohi ringäärise *1* ja plokk-karteri ülemisel pinnal oleva pesa silindrilised pinnad kokku puutuda.

Märgade hülsside konstruktsioonid ja nende paigaldamine plokk-karterisse teistel kodumaistel mootoritel erinevad väga vähe eespool kirjeldatust.

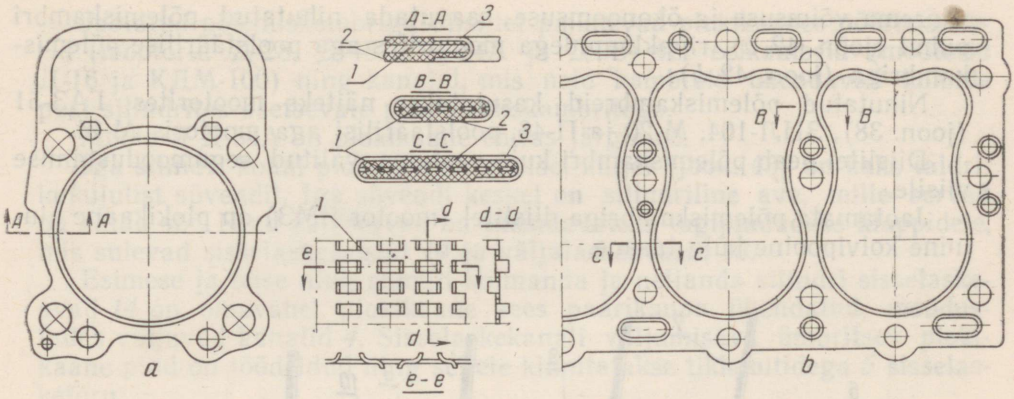
Plokk-karteri alumise osa eesmises ja tagumises seinas, sageli aga ka tema keskmistes vertikaalsetes vaheseintes asetsevad väntvõlli raamlaagrid (joon. 37 ja 38).

Plokk-karteri alla kinnitatakse poltide abil karteri põhi *33* (joon. 37), mis on õlireservuaariks.

§ 2. Plokikaas

Plokikaas kujutab endast keerulise kujuga detaili, mis kinnitatakse silindriploki peale. Plokikaas on valatud malmist või alumiiniumisulamist. Alumiiniumisulamist plokikaas on malmkaanest kergem, ja mis peamine — juhib paremini soojust. See võimaldab karburaatormootoritel suurendada surveastet, järelikult ka mootori võimsust ja ökonoomsust. Automootorite plokikaaned on alumiiniumisulamist.

Üherealiste mitmesilindriliste vesijahutusega mootorite plokikaas katab kõiki silindreid. Erandiks on mootor КДМ-100, millel on kaks omavahel vahetatavat plokikaant, s. o. üks kaas katab kaht silindrit.



Joon. 41. Plokikaane tihendid:
а — mootori Д-20 plokikaane tihend; *b* — mootori ГАЗ-51А plokikaane tihend; *1* — teraskarkass; *2* — asbestlehed; *3* — ääristus.

Plokikaas asetatakse plokk-karterisse keeratud tikkpoltidele *19* (joon. 37) ning kinnitatakse mutritega *20*. Mutrid keeratakse kinni ühtlaselt vastava dünamomeetrilise võtmega, teatud kindlas, tehase instruktsioonis näidatud järjekorras.

Tihendamiseks asetatakse silindriploki ja plokikaane vahele elastne tihend, mis on valmistatud terasasbestist, vaskasbestist või õhukestest pehmeteraslehtedest (mootor ЯМЗ). Kõige rohkem on levinud terasasbesttihendid (joon. 41). Niisugune tihend koosneb õhukesest pehmeteraslehest — karkassist *1*, mille mõlemale küljele on pressitud asbestlehed *2*. Välisküljelt on asbestlehed kaetud grafiidiga. Tihendis on avad põlemiskambritele ning samuti õli- ja veeavad. Kõikidel avadel on õhukesest plekist ääristus *3*.

Plokikaanes on põlemiskambrid, küünlad või pihustid ja mõnikord ka lisapõlemiskambrid.

Plokikaane konstruktsioon sõltub mootori tüübist, jahutussüsteemist ning klappide paigutusest.

Rippklappidega mootori plokikaane konstruktsioon on keerulisem, sest selles on klapid ja kanalid gaaside sisse- ja väljajuhtimiseks (joon. 37).

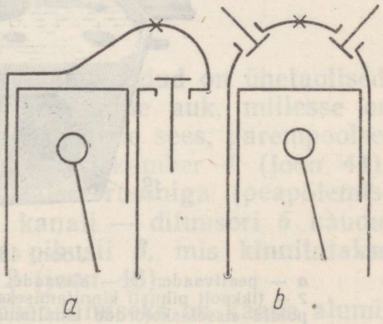
Vedelikjahutuse puhul on plokikaanes samuti veesärk — õõnsused jahutusvedeliku jaoks — mis plokikaane pealepanemisel ühendavad silindriploki veesärgiga.

Õhkjahutusel varustatakse plokikaane *11* (joon. 187) välispind spetsiaalsete jahutusribidega.

Põlemiskambri kuju mõjutab silindris toimuvat töötsüklit, eriti aga põlemist. Karburaatormootorites sõltub kõrge surveastme kasutamise võimalus suurel määral (ilma et tekiks detonatsiooni) põlemiskambri kujust ja küünalde paigutusest. Mida kompaktsem on põlemiskamber, seda vähem esineb detonatsiooni ja seda suurem on mootori ökonoomsus.

Karburaatormootorites peamiselt kasutatavate põlemiskambrite kujud on näidatud joonisel 42.

Külgklappidega mootorites võib kõige



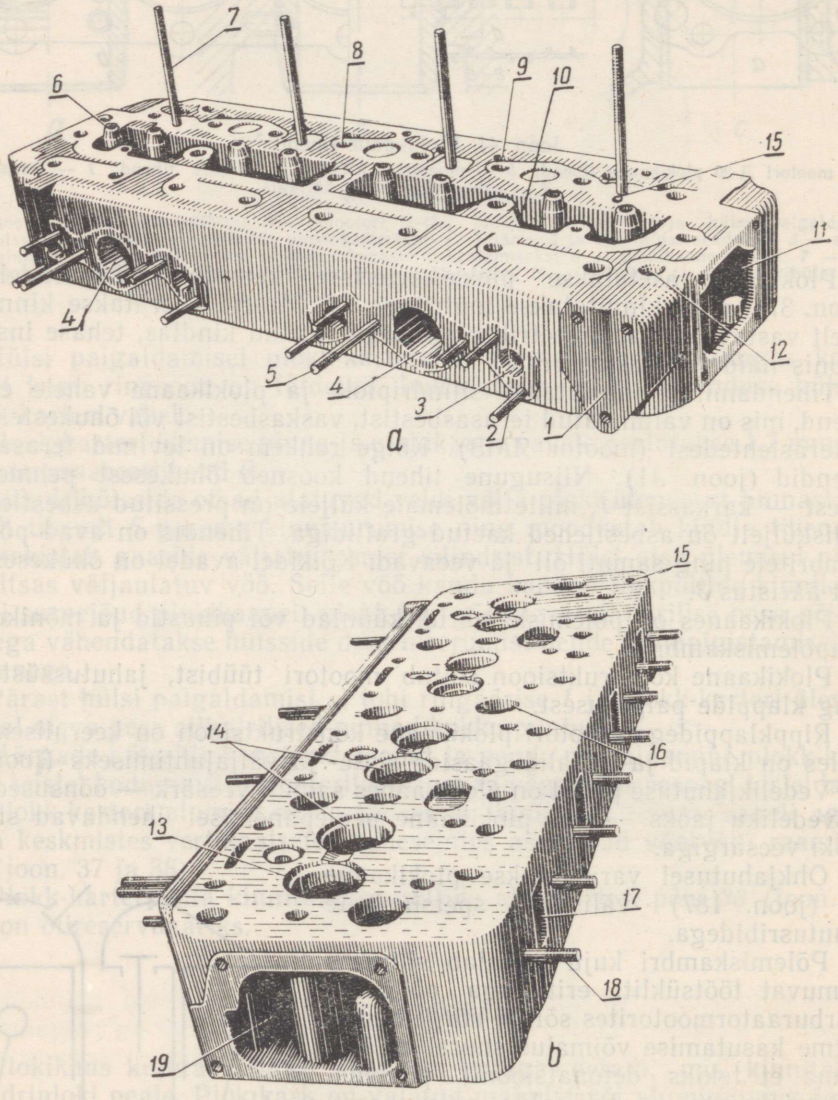
Joon. 42. Karburaatormootorite põlemiskambrid skemaatiliselt:
а — nihutatud (Г-kujuline); *b* — poolsfääriline.

suurema võimsuse ja ökonoomsuse saavutada nihutatud põlemiskambri puhul (joon. 42, *a*), rippklappidega mootorites aga poolsfäärilise põlemiskambriga (joon. 42, *b*).

Nihutatud põlemiskambreid kasutatakse näiteks mootorites ГАЗ-51 (joon. 38), ЗИЛ-164, М-20 ja П-46, poolsfäärilisi aga mootoris М-21.

Diislitel peab põlemiskambri kuju vastama valitud segumoodustamise viisile.

Jaotamata põlemiskambriga diislitel (mootor ЯМЗ) on plokikaane alumine kolvipoolne külg tasane.



Joon. 43. Mootori Д-54А plokikaas:

a — pealtvaade; *b* — altvaade; *1* — seadepind generaatori kronsteini kinnitamiseks; *2* — tikkpolt pihusti kinnitamiseks; *3* — ava pihusti jaoks; *4* — sisselaskekanal; *5* — tikkpoldid sisselasketorude kinnitamiseks; *6* — klapi juhtpuks; *7* — nookurisammaste kinnitustikkpolt; *8* — augud plokikaane tikkpoltide jaoks; *9* — augud tõukurvarraste jaoks; *10* — süvend õli kogumiseks; *11* — vee äravooluavad plokikaanest radiaatorisse; *12* — keermetatud auk aaspoldi jaoks; *13* — väljalaskeklapi ava; *14* — sisselaskeklapi ava; *15* — ava õli juhtimiseks nookurisammaste juurde; *16* — plokikaane ja plokk-karteri veesärkide ühendusavad; *17* — väljalaskekanal; *18* — väljalasketoru kinnitustikkpolt; *19* — ava vee juhtimiseks käivitusmootori veesärgist diiselmootori plokikaane veesärki.

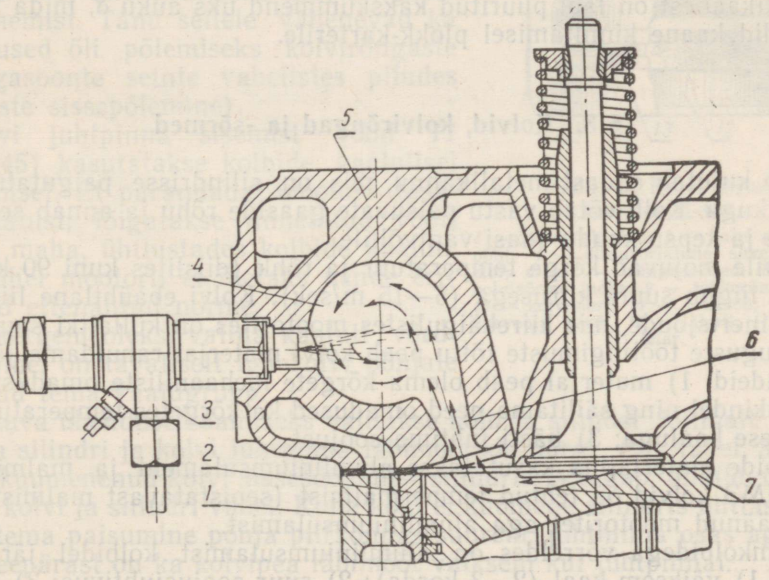
Jaotatud põlemiskambriga diislitel paiknevad plokikaanes pööriskambrid (mootorid Д-28, Д-48Л, Д-54А ja Д-75) või eelkambrid (mootorid Д-16 ja КДМ-100) ning kanalid, mis neid kambreid ühendavad kolbide peal silindrites asetsevate peapõlemiskambritega.

Mootoril Д-54А on plokikaane ehitus järgmine.

Iga silindri kohal plokikaane alumisel küljel (joon. 43) on kaks taldrikukujulist süvendit. Iga süvendi keskel on silindriline ava, mille servad on kaldu 45°. Need kaldservad on tihendavateks tugipindadeks klappidele, mis sulevad sisselaskeavasid *14* ja väljalaskeavasid *13*.

Esimese ja teise ning samuti kolmanda ja neljanda silindri sisselaskeavad *14* on omavahel plokikaane sees paarikaupa ühendatud, moodustades väljuvad kanalid *4*. Sisselaskekanali väljumisava ümbritsev plokikaane pind on töödeldud ning sellele kinnitatakse tikkpoltidega *5* sisselasketoru.

Väljalaskeavad *13* lähevad plokikaanes üle eraldi kanaliteks *17* ning nende väljumisavad asetsevad plokikaane vasakul küljel. Väljalaskekanalite *17* väljumisavade ümber on plokikaane pind samuti töödeldud väljalasketoru kinnitamiseks. Toru kinnitatakse tikkpoltide *18* abil.



Joon. 44. Diiselmootori Д-54А plokikaane pööriskamber:
1 — kolb; *2* — silindrihülss; *3* — pihusti; *4* — pööriskamber; *5* — plokikaas; *6* — difuusor; *7* — peapõlemiskamber.

Väljalaskeavade *13* ja sisselaskeavade *14* läbimõõdud on ühetaolised. Iga ava kohale on plokikaande puuritud vertikaalne auk, millesse on pressitud klapi sääre malmist juhtpuks *6*. Plokikaane sees, parempoolsel küljel, on iga silindriga kohastikku valatud pööriskamber *4* (joon. 44), millel on laiakslitsutud kera kuju. Kolvipealse ruumiga (peapõlemiskambriga *7*) on pööriskamber ühendatud kanali — difuusori *6* kaudu. Pööriskambri astmelisse avasse asetatakse pihusti *3*, mis kinnitatakse kahe plokikaane sisse keeratud tikkpoldiga *2* (joon. 43).

Plokikaane ja plokk-karteri veesärkide ühendamiseks on kaane alumisel küljel neliteist ava, mis ühtivad vastavate avadega plokk-karteris. Plokikaane veesärgist pääseb vesi ava *11* ja ühendustoru kaudu radiaatorisse. Ühendustoru kinnitatakse ava *11* ümbritsevale seadepinnale poltide abil.

Plokikaane tagumises seinas oleva ava *19* seadepinnale kinnitatakse samuti poltide abil kaas koos ühendustoruga, mille kaudu pääseb jahutusvesi käivitusmootori veesärgist diisli plokikaane veesärki. Tihendamiseks on ühendustorude äärikute ja plokikaanel olevate seadepindade vahele asetatud papptihendid.

Plokikaane vasakpoolse seina juures on kaheksa läbivat auku *9* tõukurvarraste jaoks. Kaane eesmises vasakpoolses osas on kanalid *15* õli juhtimiseks klapimehhanismile.

Plokikaane süvenditesse *10* koguneva õli ärajuhtimiseks on tehtud spetsiaalsed kanalid süvendite ühendamiseks tõukurvarraste ruumiga plokk-karteris.

Plokikaane pealmises seinas on kaksteist keermetatud auku. Nelja nendest keeratakse tikkpoldid *7* nookurisammaste kinnitamiseks, kuus auku on klapikambri kupli kinnituspoltide jaoks, kahte auku aga keeratakse aaspoldid (poldid, millel pea on kujundatud aasana). Viimased on vajalikud kokkupandud mootori tõstmiseks või plokikaane mahavõtmiseks.

Plokikaane parempoolsel küljel olevale seadepinnale *1* kinnitatakse poltide abil generaatori kronstein.

Plokikaanest on läbi puuritud kakskümmend üks auku *8*, mida läbivad tikkpoldid kaane kinnitamisel plokk-karterile.

§ 3. Kolvid, kolvirõngad ja -sõrmed

Kolb kujutab endast metallkannu, mis on silindrisse paigutatud väikese lõtkuga. Kolb võtab vastu paisuvate gaaside rõhu ja annab selle kolvisõrme ja kepsu kaudu edasi väntvõllile.

Kolvile mõjuvad kõrge temperatuur ja rõhk (diislites kuni 90 kg/cm^2) ning ta liigub suure kiirusega (5—15 m/sek). Kolvi ebaühtlane liikumine tekitab inertsjõude, mis kiirekäigulistes mootorites on küllaltki suured.

Niisuguste töötingimuste tõttu peab kolvi materjal rahuldama järgmisi põhinõudeid: 1) materjal peab olema kõrgete mehaaniliste omadustega ja kulumiskindel ning säilitama need omadused ka kõrgetes temperatuurides; 2) väikese kaaluga; 3) hästi juhtima soojust.

Kolbide materjalina kasutatakse alumiiniumsulameid ja malmi. Mootorite ЯМЗ kolvid on tehtud tempermalmist (sepistatavast malmist), kõigil ülejäänud mootoritel aga alumiiniumsulamist.

Malmkolbidega võrreldes on alumiiniumsulamist kolbidel järgmised eelised: 1) väiksem kaal (2—3 korda); 2) suur soojusjuhtivus; 3) väiksemad kaod kolbide hõõrdumisele vastu silindrite seinu. Võrreldes malmkolbidega, on alumiiniumsulamist kolbide puudused järgmised: 1) suur joonpaisumistegur, mistõttu silindri ja kolvi vaheline lõtk külmal mootoril peab olema suurem; 2) mehaaniliste omaduste halvenemine kõrgetes temperatuurides.

Mehaaniliste omaduste parandamiseks töödeldakse alumiiniumsulamist kolbe termiliselt.

Kolb (joon. 45) koosneb põhjast *3*, tihendavast osast (peast) *2* ja juhtpinnast (säärest) *1*.

Kolvi põhi võtab vastu gaaside rõhu. Põhi tehakse tasane või spetsiaalse profiiliga. Diislitel on tavaliselt kolvipõhjad profileeritud, ning nende kuju oleneb põlemiskambri kujust, gaaside voolu juhtimisest ja klappide paigutusest. Kolvi sees on külgseintel kaks paksendust *10*, nn. kolvisilma, mida läbivad augud *8* kolvisõrme paigaldamiseks.

Et kolb oleks tugevam ja soojuse ärajuhtimine kolvilt parem, on kummagi kolvisilma ja kolvipõhja vahel ribid *5*. Mõningatel kolbidel on sellised ribid ka kolvipõhja siseküljel (ГАЗ-51А, ЗИЛ-164, КДМ-100 jt.).

Mõlema kolvisilma sisepinnal on tõkkerõnga soon *9* kolvisõrme lukustusrõngaste paigaldamiseks.

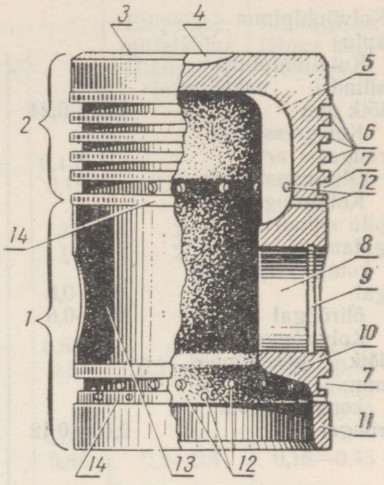
Kolvi külgmisel välispinnal on ringsooned (rõngasooned) *6* ja *7* kolvirõngaste paigutamiseks. Kolvi ülemises osas olevatesse soontesse *6* paigutatakse kompressioonirõngad, alumistesse soontesse *7* aga õlirõngad.

Mõnedel kolbidel on õlirõngasooned tehtud kolvisääre alumisse ossa. Mõnikord on õlirõngastest allpool madal ringõnar *14* (mootoritel Д-20, Д-48Л jt.). Õlirõngaste soontesse *7* ja ringõnaratesse *14* on ümberringi puuritud läbivad avad *12*, mille kaudu valgub kolvi sisse ja sealt karterisse õlirõngastega silindri tööpinnalt ärapühitud õli.

Mootoritel M-20 ja ГАЗ-51А on ülemise kompressioonirõnga soone kõrvale tehtud sügav kitsas soon — soojusekraan *8* (joon. 47), mis vähendab kolvirõngaste kuumenemist. Tänu sellele vähenevad ka võimalused õli põlemiseks kolvirõngaste ja rõngasoonte seinte vahelistes piludes (rõngaste sissepõlemine).

Kolvi juhtpinna sisemist vööd *11* (joon. 45) kasutatakse kolbide kaalulisel sobitamisel. Et parandada mootori tasakaalustatust, lõigatakse nimetatud vöölt metalli maha, ühtlustades kolbide kaalud, nii et ühel mootoril ei ületaks nende erinevused ettenähtud norme.

Et kergem oleks valida kaalult võrdseid kolbe, on tavaliselt iga kolvi põhjale märgitud tema kaalugrupp.



Joon. 45. Kolvi ehitus (mootor Д-48):
1 — kolvi juhtpind; *2* — kolvi pea; *3* — põhi; *4* — difuusorialune süvend; *5* — ribi; *6* ja *7* — rõngasooned; *8* — ava kolvisõrme jaoks; *9* — tõkkerõnga soon; *10* — kolvisilm; *11* — juhtvöö; *12* — õli äravoolu avad; *13* — jahuti; *14* — ringõnar.

Liikuva ühenduse saamiseks valitakse kolb ja silinder külmalt väikese lõtkuga silindri ja kolvi juhtpinna läbimõõtude järgi (vt. tabel 3). Lõtk väldib kuumenenud kolvi sissesööbimist silindris ja tagab õlikile moodustumise kolvi ja silindri vahel. Kuna kolb ei kuumene silindris ühtlaselt, siis on ka tema paisumine põhja piirkonnas suurem, juhtpinna osas aga väiksem. Seepärast on ka kolvipea läbimõõt väiksem kui juhtpinnal.

Minimaalse lõtku saamiseks kolvi juhtpinna ja silindriseina vahel külmas mootoris ning kolvi kinnikiilumise vältimiseks tema kuumenemisel tehakse alumiiniumsulamist kolbidel juhtpinnad elliptilise profiiliga ning lõigatakse läbi (joon. 46 ja tabel 3). Samal eesmärgil on ka mootorite Д-20, Д-28, Д-54А jt. kolbidel välispinnalt kolvisilmade piirkonnas osa metalli täisnurksete sisselõigete näol maha võetud, sisselõikeid nimetatakse jahutiteks *13* (joon. 45).

Läbilõigatud kolvi juhtpind on vetruv ning liibub ka temperatuuri muutumisel vastu silindriseina.

Läbilõiked on mitmesuguse kujuga (joon. 46): täielik (läbiv) kaldläbilõige (mootor ЗИЛ-164), mitteläbiv П-kujuline (mootoritel М-20, ГАЗ-51А, mitteläbiv Т-kujuline (mootor М-21).

Läbilõigatud juhtpinnaga kolvid paigutatakse silindrisse selliselt, et läbilõikest nõrgestatud küljel oleks normaaljõu *N* mõju väikseim. Mootori ЗИЛ-164 kolbide põhjadel on spetsiaalsed tähised (nooled), mis näitavad, kuidas tuleb kolvid kohale asetada.

Kui kolvi juhtpind on elliptiline, siis asetseb ellipsi väike telg (joon. 47) kolvisõrme telje tasapinnas. Kuumenemisel on kolvi paisumine selles tasa-

Tabel 3

Põhilised lõtkud koostöökohas kolb-silinder

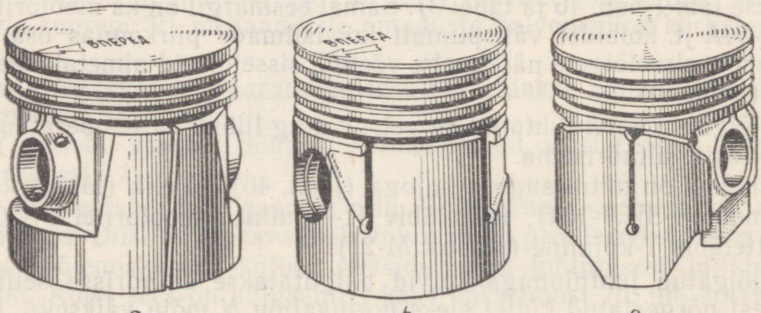
Näitajad	Mootori mudel				
	Д-16	Д-20	Д-28	Д-48Л	СМД-7
Kolvijuhtpinna kuju	Silindriline			Elliptiline	Silindriline
Kolvijuhtpinna silindri vaheline lõtk mm	0,20—0,24	0,21—0,25	0,19—0,23	0,18—0,22*	0,24—0,28
Kompressiooni-rõngaste arv	3	3	3	4	3
Õlirõngaste arv	2	1	1	2	2
Kolvirõnga lukupilu silindrisse paigutamisel, mm:					
kompressioonirõngal	0,4—0,6	0,4—0,8	0,6—0,8	0,4—0,7	0,35—0,70
õlirõngal . . .	0,4—0,6	0,4—0,8	0,6—0,8	0,4—0,7	0,35—0,70
Kolvirõnga külglõtk kolvisoones, mm:					
kompressiooni rõngal	0,10—0,12	Esimesel ja teisel	Esimesel ja teisel	Esimesel ja teisel	Esimesel ja teisel
		0,10—0,14 kolmandal	0,12—0,16 kolmandal	0,08—0,13 ülejäänud	0,08—0,13 kolmandal
		0,08—0,12	0,10—0,13	0,05—0,10	0,05—0,10
õlirõngal	0,06—0,08	0,04—0,09	0,06—0,11	0,05—0,10	0,04—0,08

* Kolvi ja silindri vahelist lõtku mõõdetakse ellipsi suure telje sihis.

pinnas suurem, sest kolvi silmades *4* on metalli rohkem. Seepärast muutub mootori töötamisel kolvi elliptiline juhtpind silindriliseks ning radiaallõtk juhtpinna ja silindri vahel saadakse igas suunas ühtlane.

Elliptilise kolvijuhtpinna suure (*I*) ja väikese (*II*) läbimõõdu vahe kõigub mitmesugustel kolbidel 0,14—0,30 mm piirides.

Juhtpinna pikkus valitakse kolbidel selline, et normaalse jõu N edasiandmisel surve silindriseintele ei ületaks 3 kg/cm².



Joon. 46. Automootorite kolvid:
a — kaldläbilõikega juhtpinnas (mootor ЗИЛ-164); *b* — mitteläbiva П-kujulise läbilõikega (mootor ГАЗ-51А ja М-20); *c* — mitteläbiva Т-kujulise lõikega (mootor М-21).

Näitajad	Mootori mudel					
	Д-54А ja Д-75	КДМ-100	ПД-10М	П-46	ГАЗ-51А	ЗИЛ-164
Kolvijuhtpinna kuju	Silindriline				Elliptiline, mitteläbiva П-kujulise lõikega	Silindriline, läbiva kaldlõikega
Kolvijuhtpinna ja silindri vaheline lõtk mm	0,23—0,26	0,38—0,42	0,18—0,24	0,15—0,19	0,05*	0,08—0,10**
Kompressioonirõngaste arv	3	3	3	3	2	3
Õlirõngaste arv	2	2	Ei ole	1	2	1
Kolvirõnga lukupilu silindrisse paigutamisel, mm:						
kompressioonirõngal	0,4—0,8	0,7—0,10	0,15—0,45	0,65—0,85	0,2—0,4	Esimesel 0,25—0,60 ülejäänud 0,25—0,45
õlirõngal	0,4—0,8	0,5—0,9	—	0,65—0,85	0,2—0,4	0,15—0,45
Kolvirõnga külglõtk kolvisoones, mm:						
kompressioonirõngal	Esimesel ja teisel 0,09—0,14 kolmandal 0,08—0,12	Esimesel 0,08—0,12 ülejäänud 0,07—0,11	0,05—0,09	0,02—0,07	Esimesel 0,05—0,08 teisel 0,04—0,07	0,04—0,07
õlirõngal	0,04—0,09	0,04—0,08	—	0,02—0,07	0,04—0,07	0,04—0,08

* Pilukaliiber (lintkaliiber), mille paksus on 0,05 mm, laius 12 m ja pikkus 250 mm, asetatakse kolvijuhtpinna П-kujulise pilu (paisumispilu) vastasküljel kolvi ja silindri vahele; jõud kaliibri väljatõmbamisel peab olema 2,25—3,25 kg.

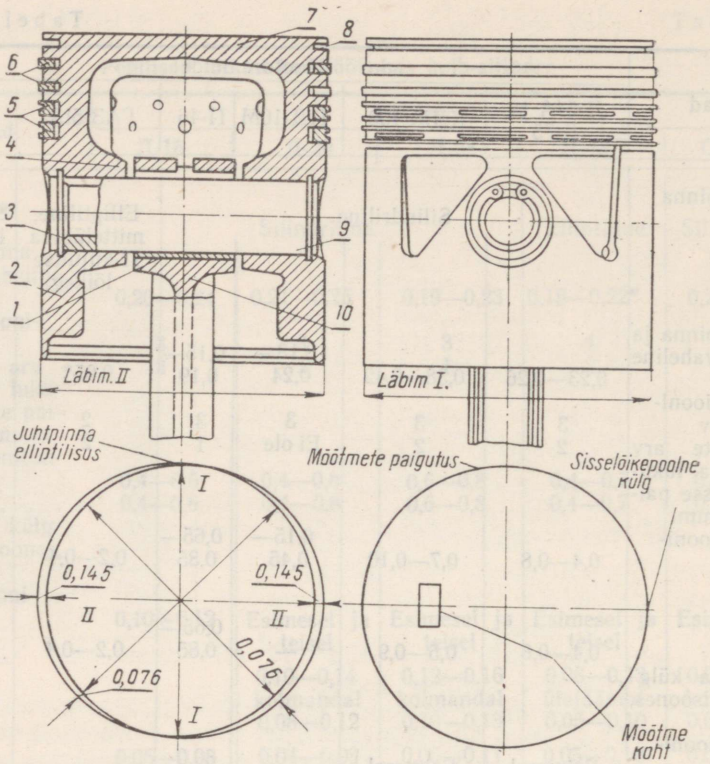
** Pilukaliiber, mille paksus on 0,10 mm, laius 13 mm ja pikkus vähemalt 250 mm, asetatakse kolvijuhtpinna paisumispilu vastasküljel kolvi ja silindri vahele; väljatõmbamisel peab jõud olema 2,25—3,25 kg.

Et soodustada kolvi sissetöötamist silindris, kaetakse mõnede mootorite (М-21, ГАЗ-51А, ЯМЗ jt.) kolbide liugepinnad (hõõrdepinnad) õhukese (0,004—0,006 mm) inglistinakihiga. Mootorite М-21 kolbidel on kolvisilmade all olev juhtpinna mittetöötav osa eemaldatud, seega on vähendatud kolvi kaalu ja kindlustatud väntvõlli vastukaalude mõjulepääs, kui kolb on alumises seisus (joon. 46 c).

Et kergendada kolbide valikut silindritele ja ettenähtud lõtkudega kolvisõrmede valikut kolvisilmadele, sorteeritakse kolvid mõõdugruppidesse juhtpinna ja silmaavade läbimõõtude tolerantside piirides. Mõõdugrupp tähistatakse tavaliselt kolvi põhjal. Vastavalt sellele sorteeritakse mõõdugruppidesse ka silindrid ja kolvisõrmed.

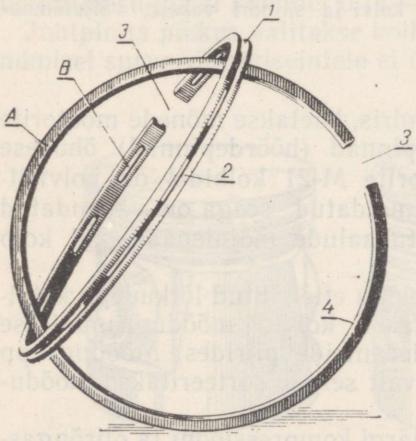
Kolvirõngad jagatakse nende otstarbe järgi kompressiooni ja õlirõngasteks.

Kompressioonirõngaste *A* (joon. 48) ülesandeks on tihendada silindri ja kolvi vahelist lõtku. Sellega välditakse kolvipealsest ruumist õhu ja gaaside tungimist karterisse, samuti ka õli pääsemist põlemiskambrisse.



Joon. 47. Mootorite ГАЗ-51А ja М-20 kolvid:
1 — kepsu ülemise pea puks; *2* — kolvi juhtpind; *3* — kolvisõrme tõkkerõngas; *4* — kolvisilm; *5* — õlirõngas; *6* — kompressioonirõngas; *7* — kolvi põhi; *8* — soojusekraan; *9* — kolvisõrm; *10* — keps.

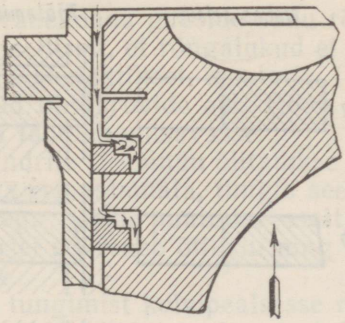
Õlirõngad *B* on tarvilikud liigse õli mahapühkimiseks silindri seintelt. Et kolvirõngad töötaksid kindlalt, peavad nad kogu ringjoone ulatuses tihedalt ja ilma valguspiludeta liibuma silindri peegelpinnale. Kolvirõngad valmistatakse legeeritud malmist ning nende otspinnad lihvitakse.



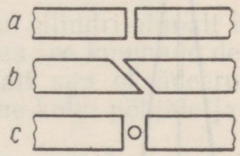
Joon. 48. Kolvirõngad:
A — kompressioonirõngas; *B* — õlirõngas; *1* — soon õlirõngas; *2* — pilu õlirõngas; *3* — rõngalukk; *4* — õnar kompressioonirõngas.

Vabalt seisval kolvirõngal (mis ei ole asetatud silindrisse) on välisläbimõõt veidi suurem kui silindri siseläbimõõt; peale selle on kolvirõngas ühest kohast läbi lõigatud (rõnga lukk). Seetõttu on kolvirõngas silindrisse asetamisel vetruv ja liibub kogu ringjoone ulatuses teatud survega vastu silindrit.

Surve- ja töötaktidel tungivad suure rõhu all olevad gaasid kõlvirõnga sisemise silindrilise pinna ja rõngasoone pinna vahele ning suruvad rõnga tugevasti vastu silindri seina (joon. 49). Seega surutakse kompressioonirõngad vastu silindri seina nii oma elastsusjõu kui ka gaaside rõhujõu toimel.



Joon. 49. Gaaside toime kompressioonirõnga sisemisele silindrilisele pinnale.



Joon. 50. Kolvirõngaste lukud: *a* — ristlukk; *b* — kaldlukk; *c* — tihvtkruviga fikseeritav ristlukk.

Kolvirõnga läbilõikekohta *3* (joon. 48) nimetatakse *lukuks*. Kui rõngas on asetatud silindrisse, peab luku vahele jääma mõne kümnendiku millimeetri suurune pilu (vt. tabel 3), mis võimaldaks rõngal paisuda kuumenemisel. Kolvirõngaste lukud on näidatud joonisel 50. Kõige rohkem kasutatakse ristlukku, mida on kõige lihtsam valmistada.

Ka rõngasoontesse paigutatakse rõngad selliselt, et soone ja rõnga külgede vahele jääks mõne sajandiku millimeetri suurune pilu (vt. tabel 3). See on tarvilik selleks, et rõnga hõõrdumine vastu soone seina ei takistaks tema vaba vetrumist.

Ülemistel kolvirõngastel on nii lukupilud kui ka rõnga külgede ja soone vahelised pilud suuremad kui alumistel rõngastel.

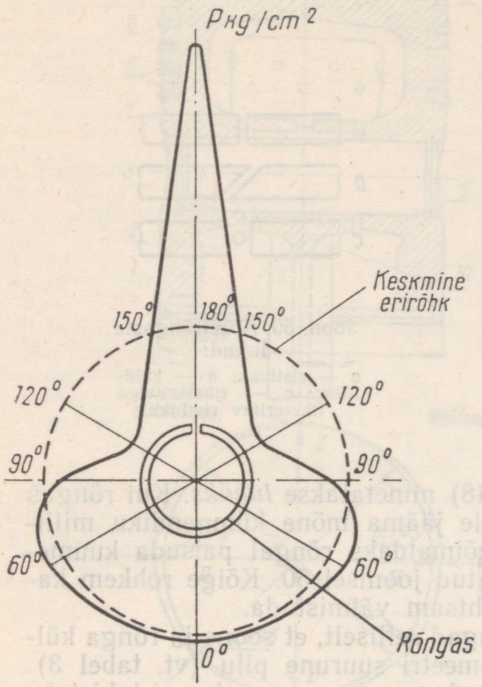
Kompressioonirõngad puutuvad kokku silindri tööpinnaga ja juhivad mootori töötamise ajal soojuse kolvilt silindrile. Nii jahutatakse kolvi kõige rohkem kuumenevat ülemist osa, mis ei ole vahetus kokkupuutes silindri seintega.

Kui kolvirõngad ei liibu tihedalt vastu silindri seinu, siis isegi väga väikesest kolvirõngaste ja silindri seina vahelisest valguspilust läbitungivad gaasid põhjustavad kolvirõngaste ülekuumenemise. Selle tagajärjel oksüdeerub õli kolvi ja silindriseina vahel. Seejuures tekkivad süsinikühendid (lakistunud setted) täidavad pilud kolvirõngaste ja rõngassoonte seinte vahel. Rõngaste liikumine on nüüd takistatud ning need ei saa vabalt vetruda. Seda nähtust nimetatakse kolvirõngaste sissepõlemiseks (koksistumiseks), millega kaasneb mootori võimsuse langus ning õlikulu suurenemine.

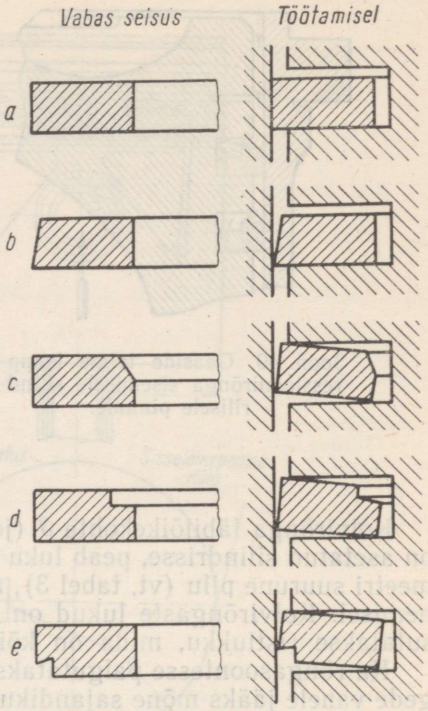
Et kolvirõngad alati liibuksid kogu kolvi perimeetril tihedalt vastu silindri seina, valmistatakse need selliselt, et nende radiaalne erisurve ei oleks kogu ringjoonel ühtlane, vaid et suurim surve oleks rõngalukkude kohal (joon. 51). Seesugune radiaalse erisurve jaotus saavutatakse kolvirõngastele spetsiaalse kuju andmise teel nende valamisel ning sellele järgneva mehaanilise töötlemisega.

Kolvirõngaste ristlõike kuju võib olla mitmesugune (joon. 52).

Kui võrrelda täiusnurkse ristlõikega kolvirõngast (joon. 52, *a*) välispinnalt koonilise kolvirõngaga (joon. 52, *b*), siis viimasel on väiksem tugipind, mistõttu selle erisurve silindriseinale on suurem. See omakorda tagab koonilise kolvirõnga hea kontakti silindri peegelpinnaga kogu perimeetri ulatuses ja järelikult ka kolvirõnga kiire sissetöötamise. Viimasest asjaolust on tingitud niisuguste kolvirõngaste pikem töötamisiga. Mida rohkem aga kooniline kolvirõngas kulub, seda laiemaks muutub tema kontaktvöö silindri peegelpinnaga.



Joon. 51. Kolvirõnga radiaalse erisurve epüür.



Joon. 52. Kompressioonirõngaste ristlõiked:

a — ristservaga (Д-48Л); *b* — kooniline (КДМ-100); *c* — faasitud siseservaga (ГАЗ-51А); *d* — õnaraga siseküljel (Д-54А ja Д-75); *e* — välimise õnaraga (ЗИЛ-164 — teine ja kolmas rõngas).

Mootorite ГАЗ-51А, ЗИЛ-164, Д-54А jt. kompressioonirõngastel (joon. 52, *c, d, e*) on alumisel välisserval või ülemisel siseserval kogu ringjoone ulatuses faas või õnar. Kui sellised rõngad paigutada silindrisse, siis nad deformeeruvad (väänduvad) ning liibuvad alumise servaga vastu silindri peegelpinda, nagu on näidatud joonisel 52 paremal (tööolukorras). Seega töötavad väänduvad rõngad samuti nagu koonilised, samal ajal aga väheneb nende liikumisvõimalus vertikaalsihis.

Ülemise kompressioonirõnga tööpind kroomitakse, mis tunduvalt suurendab kogu komplekti — nii rõngaste kui ka silindri töökindlust (töötamisiga). Kogu kroomikihi paksus rõngal on 0,10—0,15 mm. Seejuures on kroomi väliskiht 0,03—0,06 mm paksuses poorne.

Paljudel mootoritel kaetakse kolvirõngaste tööpinnad elektrolüütiliselt 0,004—0,010 mm paksuse inglistina kihiga. Tinutamine soodustab kolvirõngaste sissetöötamist ning suurendab nii rõngaste kui ka silindri töökindlust. Samal eesmärgil on mootori ЯМЗ kroomimata kompressioonirõngaste välispinnal madalad (0,03 mm) sooned.

Et silindri hermeetilisuse tagamiseks moodustada labürinttihendust, paigutatakse karburaatormootorite kolbidele 2—3, diislitel aga 3—4 kompressioonirõngast, sest viimaste silindrites on gaaside rõhk suurem.

Gaaside kadu silindrist on seda väiksem, mida suurem on mootori pöörete arv, sest seejuures kolvikäigu kestus lüheneb. Seepärast paigutataksegi kiire käiguga mootorite kolbidele vähem kompressioonirõngaid kui aeglase käiguga mootorite kolbidele.

Et vähendada gaaside kadu rõngalukkude kaudu, paigutatakse rõngad kolvile selliselt, et rõngalukud ei asetseks ühel joonel ega ka kolvisilmade kohal. Kahetaktilisel mootoril (ПД-10М) fikseeritakse rõngad soonde keeratud tihvtkruvide abil (joon. 50, *c*), mis väldib rõnga otste sattumise silindri läbipuhumisavasse.

Silindrite sisepindu õlitatakse rohke õliga. Kui silindri pinnalt üleliigne õli jätta eemaldamata, tungib see kolvi peale, kus see kuumade detilide ja gaasidega kokku puutudes osalt ära põleb, osalt aga oksüdeerub. Selle tagajärjel suureneb õlikulu ning tahma tekkimine kolvi põhjale ja silindri seintele.

Õli tungimist kolvipealsesse ruumi soodustab eriti kompressioonirõngaste pumpav toime, mis seisab järgmises. Kui kolb liigub alla (joon. 53, *a*), surutakse kolvirõngas inertsi ja hõõrdumise tõttu vastu rõngasoone ülemist seina, rõnga alla jääv pilu aga täitub õliga. Kui nüüd kolb liigub üles (joon. 53, *b*), surutakse rõngas vastu rõngasoone alumist seina, vahel olev õli aga tungib radiaalpilu kaudu ülalpool olevasse ruumi. Et see protsess perioodiliselt kordub, pumbataksegi sel viisil õli põlemiskambrisse.

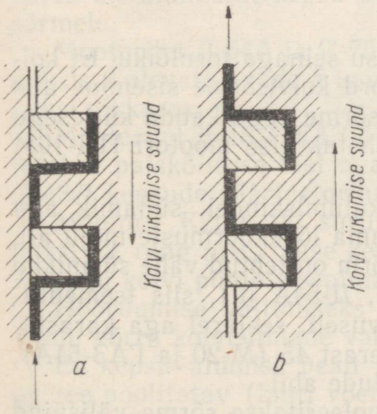
Õlirõngad *B* (joon. 48) pühivad liigse õli silindriseintelt ära ja juhivad selle tagasi mootori karterisse. Sel eesmärgil tehakse õlirõngad spetsiaalse kujuga. Rõnga välimisele silindrilisele pinnale on treitud soon *1*, mis vähendab rõnga tugipinda, suurendab aga tema erisurvet silindri pinnale. Rõnga soone põhjas on ümberringi pilud *2*.

Kolvi allaliikumisel (joon. 54, *a*) pühivad rõngaste servad liigse õli maha, mis rõnga ja rõngasoone vahelisest pilust ning samuti rõngas olevate pilude *2* ja seejärel kolvis olevate kanalite *3* kaudu juhitakse mootori karterisse. Kui kolvis peale selle on rõngast allpool veel õlikanalid *1*, siis läheb osa õli ka nende kaudu karterisse. Analoogiliselt toimub õli paiskumine mootori karterisse ka kolvi ülesliikumisel (joon. 54 *b*).

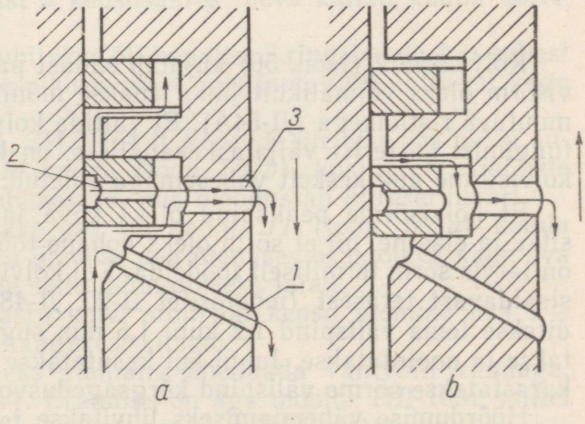
Kolbidel on tavaliselt üks või kaks õlirõngast (vt. tabel 3), mis asetvad kas vahetult kompressioonirõngastest allpool või on üks rõngas paigutatud kolvi juhtpinnale (Д-48Л ja КДМ-100).

Õlirõngale jäetakse lõtk rõnga külgseinte ja rõngapesa vahele ja samuti ka lukupilu (vt. tabel 3).

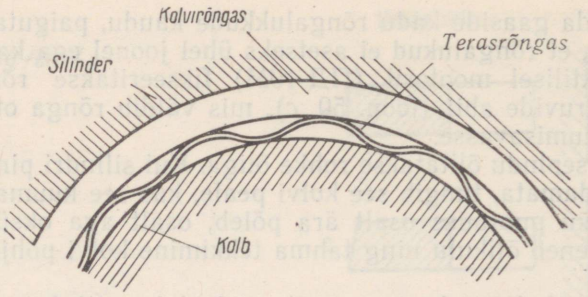
Õlirõnga töökindluse suurendamiseks pikema aja jooksul, et ta isegi kulununa ja vetruvuse vähenemisel liibuks tihedalt vastu silindri peegelpinda, asetatakse mõnikord kolvirõnga alla kolvisoonde vetruv terasrõngas (joon. 55), mida nimetatakse *laiendajaks*.



Joon. 53. Kompressioonirõngaste pumpava töötamise skeem.



Joon. 54. Õlirõngaste töötamise skeem.

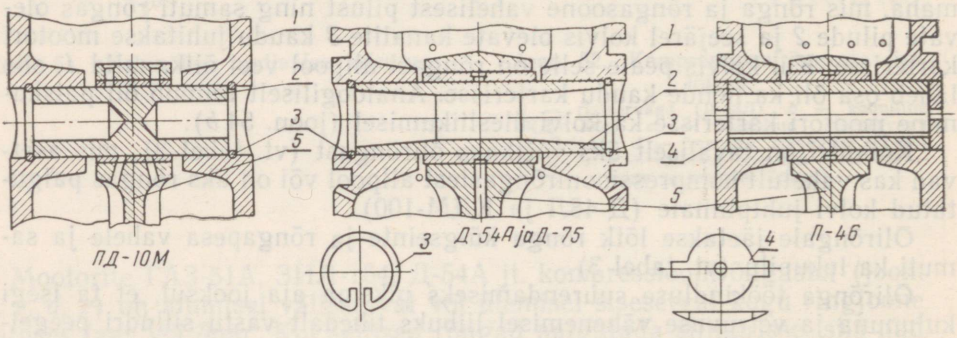


Joon. 55. Laiendajaga kolvirõngas.

Mootoritel ЯМЗ asetatakse laiendajad õlirõngaste alla.

Mõnede mootorite kolvirõngad fosfateeritakse. Fosfaatkate kaitseb kolvirõngast roostetamise eest pikemaaegsel hoidmisel.

Kolvisõrm on kolvi ja kepsu šarniirseks ühendamiseks. Töötamisel mõjuvad kolvisõrmele suured mehaanilised koormused, mille suurused ja suunad alatasa vahelduvad. Seepärast peab kolvisõrm olema tugev ja jäik. Peale selle aga peab ta olema kerge ja kulumiskindel.



Joon. 56. Kolvisõrmede konstruktsioonid ja nende telgnihkumise tõkestamise viisid: *1* — kolb; *2* — kolvisõrm; *3* — lukustusrõngas; *4* — alumiiniumkork; *5* — keps.

Kolvisõrm *2* (joon. 56) kujutab endast paksu seinaga torulõiku. Et kolvisõrm oleks võimalikult jäik, tehakse mõnikord kolvisõrme sisemine auk muutuva ristlõikega (Д-54А). Et vältida kolvisõrme augu kaudu küttesegu tungimist karterist väljalaskekanalisse, on kahetaktilise mootori ПД-10М kolvisõrme auk keskelt vaheseinaga suletud.

Et kolvisõrme pealispind oleks kõva ja kulumiskindel, südamik aga sitke ja elastne, nii et sõrm oleks kohane töötama löökkoormuste mõju all, on tarvis sõrm termiliselt töödelda. Kui kolvisõrm on tehtud vähe süsinikku sisaldavast terasest (mootoritel Д-20, Д-48Л, Д-54А jt.), siis tsementiiditakse tema välispind 1,2 kuni 1,5 mm sügavuselt, seejärel aga karastatakse ja noolutatakse. Juhul kui kasutatakse terast 45 (М-20 ja ГАЗ-51А), karastatakse sõrme välispind kõrgsagedusvoolude abil.

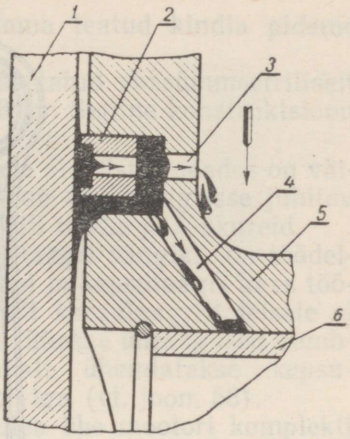
Hõõrdumise vähendamiseks lihvitakse ja poleeritakse sõrme välispind hoolikalt.

Kolvisõrme otsad paigutatakse kolvi *1* silmadesse, keskmine osa aga

pistetakse läbi kepsu *5* ülemises peas oleva ava. Et kolvisõrm ei puudutaks silindri peegelpinda, on ta kolvi läbimõõdust veidi lühem ning sõrme telgnihkumine välditakse kas vetruvate lukustusrõngastega *3*, mis asetatakse kummagi kolvisilma vastavasse õnarasse (Д-20, Д-28, Д-54А, ГАЗ-51А jt.) või alumiiniumist korkidega *4* (П-46).

Kaasaegsetel mootoritel võib kolvisõrm mootori töötamise ajal vabalt pöörduda kolvisilmades ja kepsu ülemises silmalaagris. Niisugust kolvisõrme nimetatakse *ujuvaks*.

Kolvisilmadesse asetatakse sõrm väikese pinguga. Kolvi materjalil (alumiiniumsulamil) on suurem paisumistegur kui sõrmel (terasel). Seepärast siis, kui kolb ja tema sõrm on kuumenenud töötemperatuurini, paisub kolb rohkem kui sõrm, mistõttu sõrm hakkab vabalt pöörduma kolvisilmades. Tarviliku pingu saamiseks tuleb alumiiniumsulamist kolbi enne sellesse sõrme paigutamist kuumas vees või õlis kuumutada 85—150°-ni ja alles siis asetada sellesse kolvisõrm.



Joon. 57. Kolvisõrme määrimine kolvisilmades (Д-54):
1 — hülss; *2* — õlirõngas; *3* — kolviseina läbiv ava õlirõnga soones; *4* — õliava kolvisilmas; *5* — kolvisilm; *6* — kolvisõrm.

Kolvisilmades *5* (joon. 57) määritakse kolvisõrme *6* ava *3* kaudu õliga, mida pühib ära õlirõngas *2* või mis paiskub laiali kolvi sees.

§ 4. Kepsud ja kepsulaagrid

Keps ühendab kolbi väntvõlliga ja kannab kolvile mõjuva jõu üle väntvõllile.

Keps (joon. 58) koosneb järgmistest elementidest: kepsu ülemine pea *1*, mis kolvisõrme abil ühendatakse kolviga, kepsusäär *6* ja alumine pea *8*.

Keps peab olema tugev, jäik ja kerge. Kepsud stantsitakse kõrgekvaliteedilisest süsinik- või legeeritud terasest, pärast seda aga töödeldakse mehaaniliselt ja termiliselt.

Kepsusäär *6* on tavaliselt I-kujulise ristlõikega. Kepsu ülemisse peasse *1* on pressitud pronkspuks *2*, milles on augud *5* õli juhtimiseks kolvisõrme pinnale. Mootoritel Д-54А, Д-75, Д-28, КДМ-100 ja ЯМЗ suunatakse õli surve all alumisest kepsu peast *8* kepsusääres oleva kanali kaudu kolvisõrmele.

Mootoritel Д-54А ja Д-75 juhitakse õli kanalist *7* ringsoonde *3* ja sellest puksis *2* olevate avade *5* kaudu pikisoonde *4*, mis jaotab õli ühtlaselt kogu puksi pikkuses.

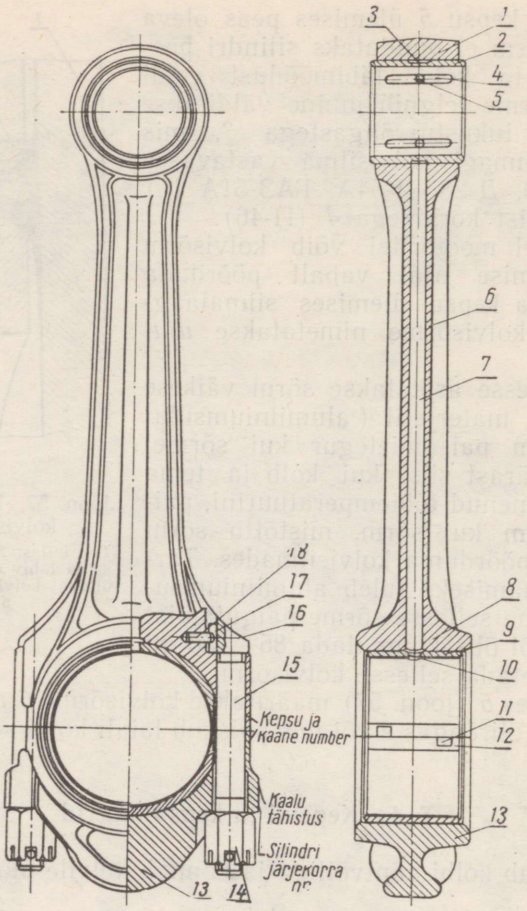
Mootoritel Д-48Л, ГАЗ-51А, ЗИЛ-164 jt. kepsude ülemise pea puksi õlitatakse paiskõlituse teel ava *14* kaudu (joon. 59, *б*), kusjuures mootorite Д-48Л kepsude säärtes on umbkaev *13*, mis moodustab õlireservuaari.

Mootoril КДМ-100 surutakse osa õli kanali *11* (joon. 59, *а*) kaudu puksi *12*, ning pritsitakse kepsu ülemise pea ülemises osas oleva kahe ava *1* kaudu kolvi põhja sisepinnale selle jahutamiseks laiali.

Hõõrdumise vältimiseks vastu kolvi silmi on kepsu ülemine pea 2—4 mm võrra kolvisilmade vahekaugusest kitsam.

Et kepsu alumist pead oleks võimalik ühendada väntvõlli vändaga, on see poolitatav (lahti võetav). Erandiks on aga mootor ПД-10М, millel on lahtivõetav väntvõll, kepsu alumine pea aga lahtivõetamatu.

Kepsu alumise pea äravõetavat osa nimetatakse kaaneks. Alumise pea



Joon. 58. Mootorite Д-54А ja Д-75 keps:

1 — kepsu ülemine pea; *2* — kepsu ülemise pea puks; *3* — ringsoon; *4* — õlijaotussooned; *5* — õlijaotussoonte ja ringsoone ühendusava; *6* — kepsu sääг; *7* — kanal õli juhtimiseks kepsu ülemise pea puksile; *8* — kepsu alumine pea; *9* — kepsulaagri liud; *10* — antifriktsioonsulami kiht; *11* — laagriliua fikseeriv nukk; *12* — lamendus laagriliual; *13* — kepsu alumise pea kaas; *14* — mutter; *15* — kepsupolt; *16* — kepsupoldi pea kaldpind; *17* — soon kepsupoldi peas; *18* — tihvt.

liitepind on tavaliselt kepsu telje suhtes risti. Selleks et mootoritel Д-48Л (joon. 59, *b*) oleks kepsu võimalik läbi silindri üles välja tõmmata, on kepsu alumise pea liitepind 45° all kepsu telje suhtes.

Mootoritel Д-48Л ja Д-16 fikseeritakse kepsulaagri kaas *7* kolmnurksete nuutidega ja kinnitatakse kepsu külge kahe poldiga, mis keeratakse kepsus olevatesse keermestatud aukudesse ning lukustatakse spetsiaalsete plaatidega.

Mootoritel КДМ-100, Д-54А jt. kinnitatakse kaas 7 (joon. 59, *a*) kepsule kahe lihvitud kepsupoldiga *2* ning kroonmutritega *9*. Kaane kummalegi poole asetatakse üks polt ning need peavad tihedalt minema kepsus ja kepsukaanes olevatesse aukudesse. Mutrid lukustatakse splintidega *8*.

Kepsupoldid ja nende mutrid valmistatakse kroomterasest ja töödeldakse termiliselt (karastatakse ja noolutatakse). Et mutrite kinnikeeramisel poldid ei pöörduks, on nende peadel lamendus (ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164) või hoitakse kohal tihvtidega *4* (КДМ-100, Д-54А jt.).

Kepsupoltide kinnikeeramiseks peab kasutama teatud kindla pideme pikkusega või dünamomeetrilist võtit.

Mootoril ГАЗ-51А on kepsu alumine pea asetatud ebasümmeetriliselt kepsusääre keskmise tasapinna suhtes (joon. 59, *c*). Selline konstruktsioon võimaldab vähendada mootori pikkust.

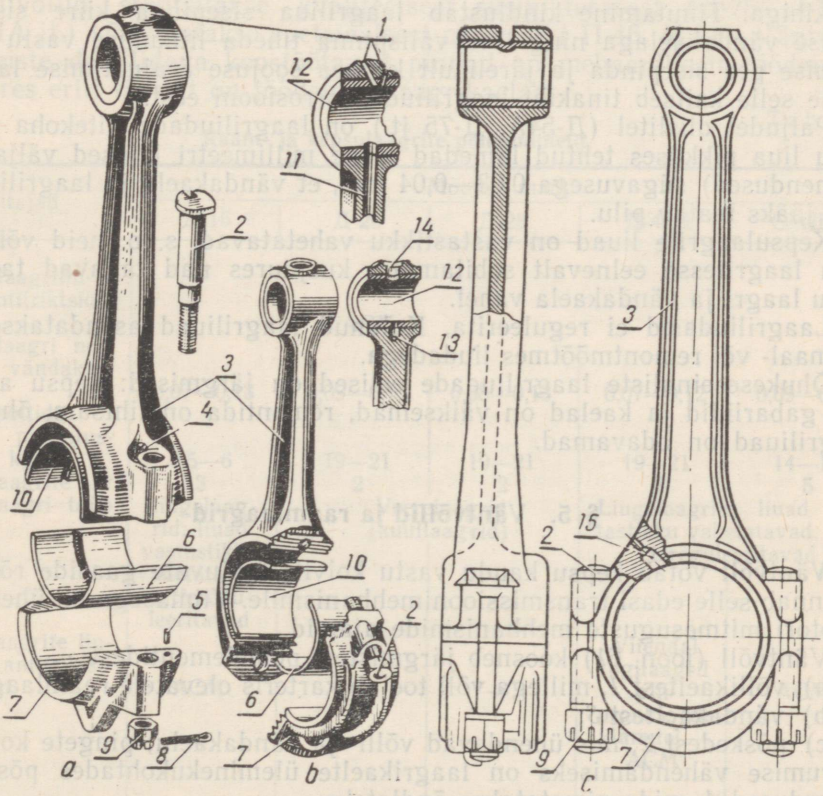
Mootorite ГАЗ-51А, М-20 ja ЗИЛ-164 kepsude alumistes peades on väikesed avad *15*, mille kaudu perioodiliselt purskub kepsulaagrisse juhitav õli. See õli määrib silindri peegelpinda, jaotusvõlli nukke ja tõukureid.

Kepsu alumises peas olev ava, mis on kepsulaagri sängiks, on töödeldud väga täpselt. Kepsu alumise pea ülemine pool ja kepsulaagri kaas töödeldakse koos ning kaane ümberasetamine ühelt kepsulaagrilt teisele ei ole lubatav. Kepsu alumise pea mõlemale küljele lüüakse ühesugused numbrid või paarisoleku märgid, millele vastavalt ühendatakse kepsulaagri kaas kepsuga ja keps vastava silindri kolviga (vt. joon. 58).

Et mitte rikkuda mootori tasakaalustust, tuleb ühe mootori komplekti kuuluvad kepsud valida võimalikult võrdse kaaluga. Mootoritel ГАЗ-51А ei või ühe mootori kepsude kaaluhälve ületada 8 g, mootoril Д-54А aga 10 g.

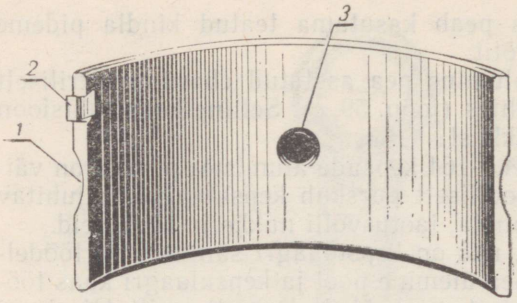
Kepsude alumistesse peadesse paigaldatakse liugelaagrid. Erandiks on mootor ПД-10М, mille kepsu alumises peas on veerelaager.

Enamikul mootoritest kujutavad kepsulaagrid endast õhukest laagriliuda (joon. 60), mis on valmistatud 1—3 mm paksusest teraslindist. Laagriliua sisepind on hõõrdumise ja vändakaelte kulumise vähendamiseks kae-



Joon. 59. Mootorite kepsud:

a — КДМ-100; *b* — Д-48Л; *c* — ГАЗ-51А; *1* — õlipaiskeava; *2* — kepsupolt; *3* — kepsusäär; *4* — tihvt; *5* — kepsukaane seadetihvt; *6* — alumine laagriliud; *7* — kepsukaas; *8* — splint; *9* — mutter; *10* — ülemine laagriliud; *11* — kanal õli juhtimiseks kepsu ülemise pea puksile; *12* — kepsu ülemise pea puks; *13* — umbkaev kepsu sääres; *14* — õliava kepsu ülemises peas; *15* — kepsu alumisse peasse puuritud auk.



Joon. 60. Kepsulaagri õhuke liud:
1 — silindriline süvend; *2* — fikseeriv nukk; *3* — õliava.

tud antifriktsioonilise sulamiga (babiit, pliipronks, ACM*). Antifriktsioonilise kihi paksus on 0,25—0,70 mm piirides.

Babiitidel on väike hõõrdetegur ja nendel püsib hästi õlikile, kuid temperatuuri tõusmisel halvenevad nende mehaanilised omadused. Näiteks väheneb babiidi Б 83 kõvadus temperatuuri tõusmisel 20° kuni 100° umbes 60% võrra. Seepärast kasutatakse laagrite koormusel üle 100 kg/cm² ja temperatuuril üle 70—80° pliipronksi. Pliipronksi põhilisteks puudusteks on kasutatavate sulammaterjalide defitsiitsus ja spetsiaalsete õlide vajadus õlitamisel.

Traktorimootorite laagrites kasutatakse alumiiniumsulamit ACM, mis on kvaliteedilt võrdne pliipronksiga, kuid sellest odavam. Automootorite laagrimaterjaliks on aga babiit COC 6—6 **.

Laagriliudade telgnihkumist ja pöördumist välditakse nukkidega *2* (joon. 60), mis lähevad kepsus ja tema kaanes olevatesse soontesse (ГАЗ-51А, ЗИЛ-164, Д-54А jt.), või tihvtidega (КДМ-100). Mõnedel mootoritel (Д-28, Д-54А jt.) kaetakse laagriliuad üleni 0,002—0,003 mm paksuse tinakihiga. Tinutamine kindlustab laagriliua sisepinna kiire sissetöötamise vändakaelaga ning liua välispinna tiheda liibumise vastu kepsu alumise pea sisepinda ja järelikult ka hea soojuse ärajuhtimise laagrilt. Peale selle kaitseb tinakiht laagriliuda korrosiooni eest.

Paljudel diislitel (Д-54А, Д-75 jt.) on laagriliudade liitekoha juurde kogu liua pikkuses tehtud lamedad mõne millimeetri laiused väljalõiked (lamendused) sügavusega 0,03—0,04 mm, et vändakaela ja laagriliua vahele jääks teatav pilu.

Kepsulaagrite liuad on vastastikku vahetatavad, s. o. neid võib asetada laagritesse eelnevalt sobitamata, kusjuures nad tagavad tarviliku lõtku laagri ja vändakaela vahel.

Laagriliudasid ei reguleerita. Kulunud laagriliuad asendatakse uute normaal- või remontmõõtmes liudadega.

Õhukeseseinaliste laagriliudade eelised on järgmised: kepsu alumise pea gabariidid ja kaelad on väiksemad, remontida on lihtsam, õhukesed laagriliuad on odavamad.

§ 5. Väntvõllid ja raamlaagrid

Väntvõll võtab kepsu kaudu vastu kolvile mõjuvate gaaside rõhu jõu ja annab selle edasi transmissioonimehhanismile. Viimasega on ühenduses mootori mitmesuguste mehhanismide ajamid.

Väntvõll (joon. 61) koosneb järgmistest põhielementidest:

a) võllikaeltest *1*, millega võll toetub karteris olevatele raamlaagritele;

b) vändakaeltest *3*;

c) põskedest *2*, mis ühendavad võlli- ja vändakaelu; pingete kontsentreerumise vähendamiseks on laagrikaelte üleminekukohtades põskedeks ümardused *4*, mida nimetatakse õndlateks;

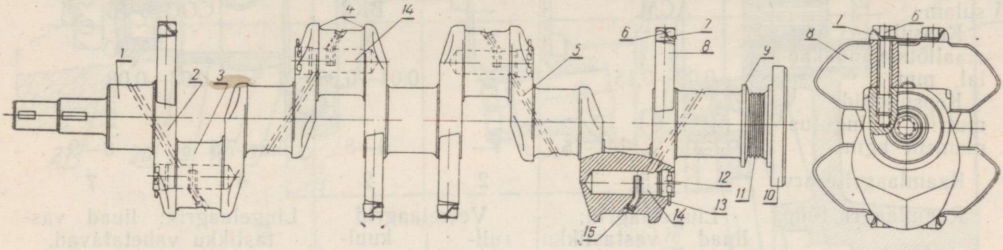
---

* Sulam ACM sisaldab 3,5—4,5% antimoni, 0,3—0,7% magneesiumi ja ülejäänud osa moodustab alumiinium.

** Sulam COC 6—6 sisaldab antimoni 5,0—6,5%, inglistina 5,5—6,5% ja ülejäänud osa pliid (seatina).

d) esitapp;
e) tagumine ots, mis mõnikord lõpeb äärikuga *10*;
f) vastukaalud *8*.

Mootori töötamisel on väntvõll koormatud perioodiliselt mõjuvate gaaside rõhu jõududega ning edasi-tagasi ja pöörlevalt liikuvate osade inertsjõududega. Need jõud põhjustavad võlli elementidel painde-, väände- ja survedeformatsioone. Peale selle mõjub laagrikaeltele ka hõõrdumine.



Joon. 61. Mootori Д-54 väntvõll:

1 — võllikael; *2* — põsk; *3* — vändakael; *4* — õndlad; *5* — kanal õli juhtimiseks raamlaagri kaeltelt kepsulaagrikae te õõnsustesse; *6* — vastukaalu polt; *7* — lukustusseib; *8* — vastukaal; *9* — tugiääris; *10* — hooratta kinnitusäärik; *11* — õlitõrjekeere; *12* — kork; *13* — splint; *14* — kepsukaela õõnsus (settekoguja); *15* — toru.

Väntvõllid stantsitakse kvaliteetsest süsinikterasest (Д-75, Д-54А, ГАЗ-51А jt.) või valatakse spetsiaalsest malmist (П-46, М-21). Väntvõlli kõik teiste detailidega koostöötavad pinnad on mehaaniliselt töödeldud, kusjuures eriti täpselt on töödeldud laagrikaelad.

Tabel 4

Raam- ja kepsulaagrite põhiandmeid

Näitajad	Mootori mark				
	Д-16	Д-20	Д-28	Д-48Л	СМД-7
Kepsulaagriliudade antifriktsioonisulam	ACM				
Kepsulaagri normaallõtk vändakaelal, mm	0,07—0,13	0,09—0,15	0,08—0,13	0,07—0,12	0,09—0,14
Kepsupoltide mutrite pingutusmoment, kgm	5,5—6	19—21	19—21	19—21	14—16
Raamlaagrite arv	3	2	2	5	5
Raamlaagri tüüp	Liugelaagrid; liuad vastastikku vahetatavad, mittereguleeritavad	Veerelaagrid (kuullaagrid)		Liugelaagrid; liuad vastastikku vahetatavad, mittereguleeritavad	
Raamlaagrite liudade antifriktsioon-sulam	ACM	—	—	Viiendal tugilaagril pliipronks, ülejäänutel — ACM	ACM
Raamlaagrite normaallõtk võllikaeltel, mm	0,07—0,13	—	—	0,07—0,13	0,10—0,16
Raamlaagripoltide mutrite pingutusmoment kgm	10	—	—	22—26	20—22

Näitajad	Mootori mark					
	Д-54А ja Д-75	КДМ-100	ПД-10М	П-46	ГАЗ-51А	ЗИЛ-164
Kepsulaagriliudade antifriktsioonsulam	АСМ		—	БК2	СОС 6—6	
Kepsulaagri normaallõtk vändakaelal, mm	0,09—0,15		—	0,04—0,08	0,03—0,08	
Kepsupoltide mutrite pingutusmoment kgm	19—21	14—15	—	6—8	6,8—7,5	8—9
Raamlaagrite arv	5		2	2	4	7
Raamlaagri tüüp	Liugelaagrid; liuad vastastikku vahetatavad; mittereguleeritavad		Veerelaagrid: rull-laagrid	Veerelaagrid: kuul-laagrid	Liugelaagrid; liuad vastastikku vahetatavad, mittereguleeritavad	
Raamlaagrite liudade antifriktsioonsulam	Viiendal tugilaagril — pliipronks, ülejäänutel АСМ	БК2	—	—	СОС 6—6	
Raamlaagrite normaallõtk võllikaeltel, mm	0,10—0,16	0,05—0,11	—	—	0,03—0,08	0,03—0,09
Raamlaagrite poltide mutrite pingutusmoment kgm	40—45	20—21	—	—	12,5—13,6	Keskmisel ja tagumisel 8—10; ülejäänutel 11—13

Uutel võllidel ei tohi laagrikaelte ovaalsus ega koonilisus ületada 0,015 mm.

Kõvaduse ja kulumiskindluse suurendamiseks on võlli- ja vändakaelad kõrgsagedusvooluga 1,5—5 mm sügavuselt pindmiselt karastatud.

Ühes reas asetsevate silindritega mootorite väntvõllidel on vändakaelte arv võrdne silindrite arvuga. Ühe ja sama silindrite arvuga mootoritel võib võllikaelte arv olla mitmesugune (tabel 4). Väntvõlli läbipaindumise vähendamiseks on soovitatav võllikaelte arvu suurendada, ent sellega ühtlasi suurenevad mootori gabariidid ja maksumus.

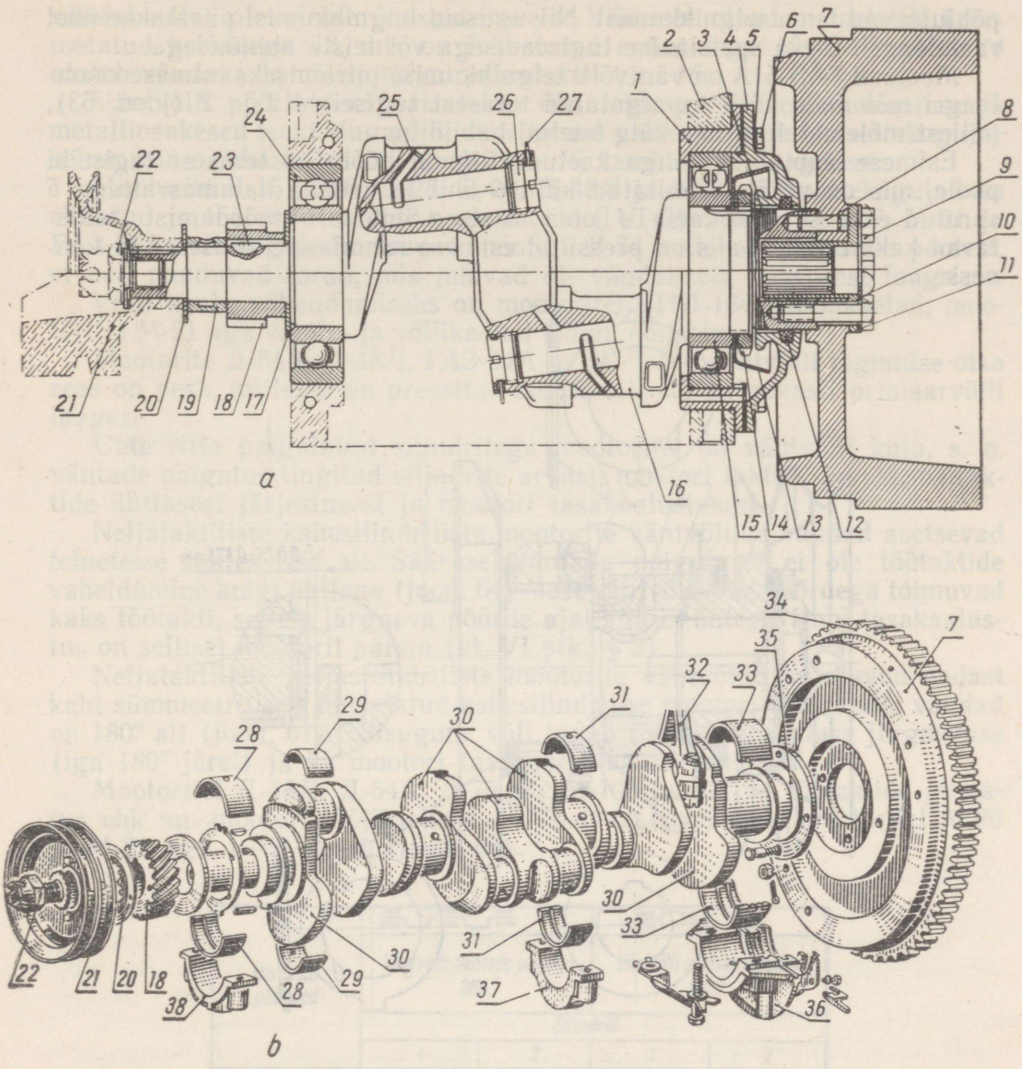
Diislitel on tavaliselt võllikaelu ühe võrra rohkem kui vändakaelu (tabel 4).

Mõningatel mootortüüpidel (näiteks КДМ-100, Д-75 ja Д-54*) on väntvõllide vastukaalud *8* (joon. 61) valmistatud eraldi detailidena. Iga vastukaal on väntvõlli põsele kinnitatud kahe poldiga *6*. Et poltide iseenesest lahtipöördumist vältida, on nende peade alla asetatud lukustusseibid *7*.

Teistel mootoritel on väntvõllid valmistatud ühes tükis vastukaaluga. Erandi moodustab diisel Д-28, mille üks vastukaal on valmistatud ühes tükis ventilaatori ajami rihmarattaga *21* (joon. 62), teine aga hoorattaga *7*.

Väntvõlli eesmisse otsa on paigutatud gaasijaotusmehhanismi ja teisi

* Mootorile Д-54А on paigutatud ilma vastukaaluta väntvõll *10* (joon. 37).



Joon. 62. Väntvõllid:

a — mootoril Д-28; *b* — mootoril ГАЗ-51А; *1* — laagri pesa; *2* — plokk-karter; *3* — õlitõrjekeere; *4* — tagumise laagri kaas; *5* — lukustusplaat; *6* — polt; *7* — hooratas; *8* — seadetihvt; *9* — polt, *10* — lukustusplaat; *11* — ühendusmuhvi vedav puks; *12* — tihend; *13* — tagumine õliheitja; *14* — tagumise laagri kinnitusmutter; *15* — tagumine raamlaager; *16* — väntvõlli kepsulaagrikael; *17* — tugiseib; *18* — vedav hammasratas; *19* — distantspuks; *20* — õlitõrjeseib; *21* — ventilaatori ajami rihmaratas; *22* — põrkmuhv; *23* — kiil; *24* — eesmine raamlaager; *25* — toru; *26* — kork; *27* — splint; *28* — esimese raamlaagri liud; *29* — kepsulaagri liud; *30* — vastukaalud; *31* — kolmanda raamlaagri liud; *32* — keps; *33* — neljanda raamlaagri liud; *34* — hammasvöö; *35* — äärik; *36* — neljanda raamlaagri kaas; *37* — kolmanda raamlaagri kaas; *38* — esimese raamlaagri kaas.

mootori mehhanisme käitav vedav hammasratas *18* ning samuti põrkmuhv *22* väntvõlli käsitsi pööramiseks, õlitõrjeseib *20* ja topendiga tihendkarp.

Väntvõlli tagumisel otsal viimase raamlaagri taga on õlitõrjekeere *3*, mis koos tihendiga *12* hoiavad ära õli väljapääsu karterist väntvõlli otsa juurest.

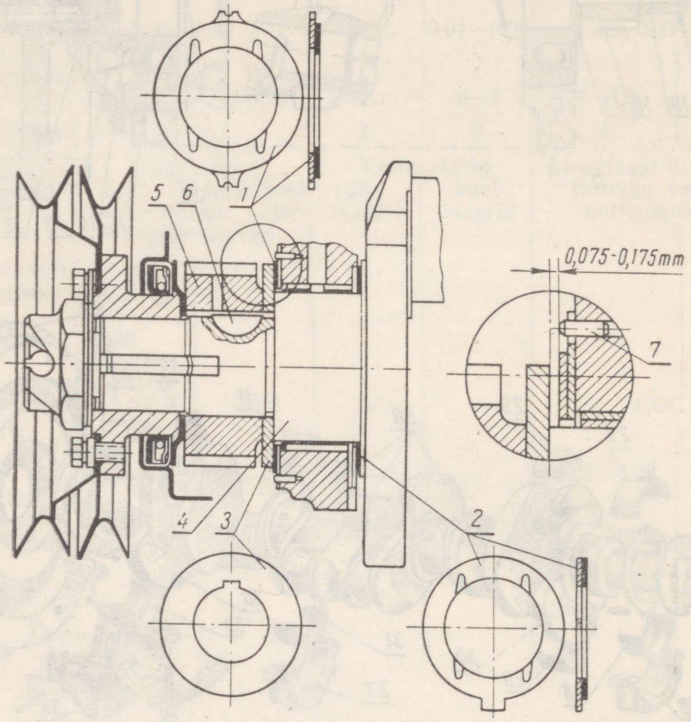
Mootoritel КДМ-100 on õlitõrjekeere ka võlli eesmisel otsal. Paljudel mootoritel lõpeb väntvõlli tagumine ots äärikuga *35* (joon. 62,*b*).

Kaldhammasratastega gaasijaotusajami töötamisel, samuti paljudel teistel juhtudel, võivad tekkida jõud, mis mõjuvad väntvõlli telje sihis ja

põhjustavad tema telgnihkumist. Niisuguseid telgnihkumisi piiratakse ühel raamlaagril oleva spetsiaalse tugiseadisega või teiste abinõudega.

Mootoril ГАЗ-51А on väntvõlli telgnihkumise piiramiseks esimese raamlaagri mõlemale küljele paigutatud terasest tugiseibid *1* ja *2* (joon. 63), millest mõlematel on üks külg kaetud babiidiga.

Esimese seibi *1* babiidiga kaetud külg on pööratud terasest tugiseibi poole, mis on võllile kinnitatud kiilu *6* abil ja vedava hammasrattaga *5* surutud esimese võllikaela *4* otsa vastu. Seibi *1* pöördumist takistavad kaks tihvti *7*, mis on pressitud esimese raamlaagri alusesse ja kaanesse.



Joon. 63. Mootorite ГАЗ-51А ja М-20 väntvõlli esimene raamlaager:

1 — eesmine tugiseib; *2* — tagumine tugiseib; *3* — väntvõlli tugiseib; *4* — väntvõlli esimene võllikael; *5* — vedav hammasratas; *6* — kiil; *7* — tihvt.

Tagumise seibi *2* babiidiga kaetud külg on pööratud väntvõlli esimese põse tugiäärise poole ja selle pöördumist takistab nukk, mis läheb esimese raamlaagri kaane otsas olevasse täisnurksesse soonde.

Telglõtku suuruse määramiseks tuleb esimese võllikaela pikkusest lahutada laagri pikkuse ja seibide *1* ja *2* paksuste summa. Tavaliselt on telglõtk 0,075—0,175 mm.

Mootoritel Д-75, Д-54А ja Д-54 lõpeb tagumine (viies) võllikael tugiäärisega *9* (joon. 61), mis piirab väntvõlli telgnihkumist.

Enamikul mootoritest on väntvõlli puuritud kanalid õli juhtimiseks raam- ja kepsulaagritele.

Paljudel auto- ja traktorimootoritel on vändakaeltes settekogujad õli tsentrifugaalseks puhastamiseks. Mootorite Д-75, Д-54А ja Д-54 väntvõllidel settekogujate ehitus on järgmine.

Võllikaeltes ja vändapõskedes on kanalid *5*, mille kaudu õli pääseb

vändakaeltes olevatesse õõnsustesse *14*. Viimaste otsad on suletud keermetatud korkidega *12*, mis on lukustatud splintidega *13*. Õõnsustest *14* ulatub vändakaela välispinnani painutatud toru *15*.

Väntvõlli pöörlemisel paisatakse õlis leiduvad raskemad mustuse ja metalliosakesed tsentrifugaaljõudude toimel vastu õõnsuse *14* (settekoguja) seina, kuna puhastatud õli läheb toru *15* kaudu kepsulaagrisse.

Mootorite Д-16, Д-20, Д-28, Д-30, Д-48Л ja КДМ-100 settekogujad on ehitatud ja töötavad samuti nagu mootoril Д-54. Mootorite 407, М-21 ja ГАЗ-51А settekogujad erinevad mootori Д-54 settekogujast selle poolest, et neil puuduvad torud, mis juhivad õli vändakaela õõnsusest laagrisse.

Võlli kaalu vähendamiseks on mootoritel ЗИЛ-164 vändakaelad, mootoritel М-21 aga vända- ja võllikaelad tehtud õõnsatena.

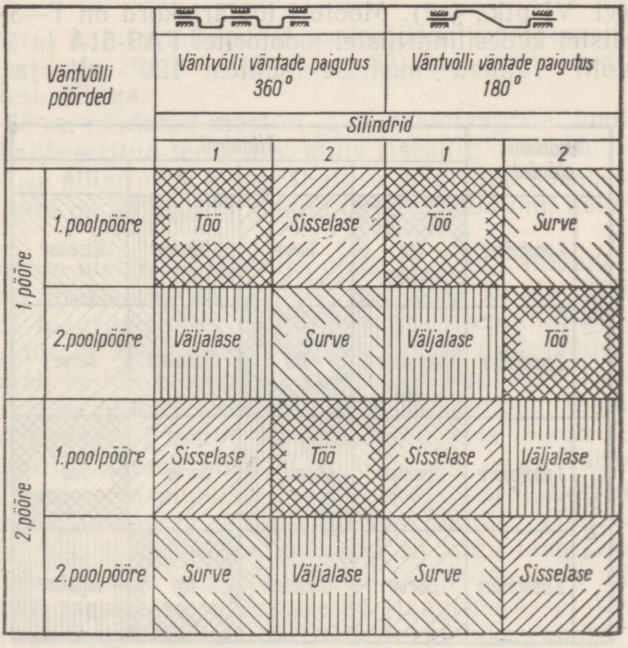
Mootorite Д-54А, Д-48Л, ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164 väntvõlli tagumise otsa sees on pesa, millesse on pressitud sidurivõlli või käigukasti primaarvõlli laager.

Ühte ritta paigutatud silindritega mootoritel on väntvõlli kuju, s. o. väntade paigutus tingitud silindrite arvust, mootori taktide arvust, töötaktide ühtlasest järjestusest ja mootori tasakaalustusest.

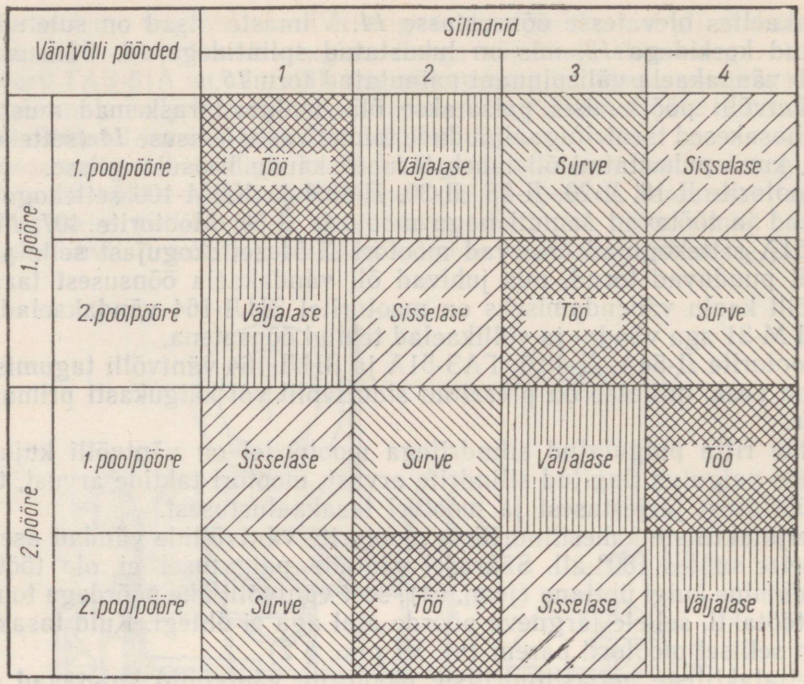
Neljataktiliste kahesilindriliste mootorite väntvõllide vändad asetsevad teineteise suhtes 180° all. Säärasel väntade paigutusel ei ole töötaktide vaheldumine kuigi ühtlane (joon. 64), sest väntvõlli ühe pöördega toimuvad kaks töötakti, sellele järgneva pöörde ajal aga ei ühtegi. Kuid tasakaalustus on sellisel mootoril parem (vt. VI ptk., § 2).

Neljataktiliste neljasilindriliste mootorite väntvõllid kujutavad endast kaht sümmeetriliselt ühendatud kahesilindrilise mootori võlli, mille vändad on 180° all (joon. 61). Niisugune võll tagab töötaktide ühtlase järgnevuse (iga 180° järel) ja ka mootori tasakaalustus on rahuldav.

Mootoritel Д-48Л, Д-54А, Д-75, КДМ-100 ja 407 on töötaktide järjestus ehk nn. mootori tööjärjekord 1—3—4—2 (joon. 65), mootoritel М-20 ja М-21 aga 1—2—4—3 (joon. 66).



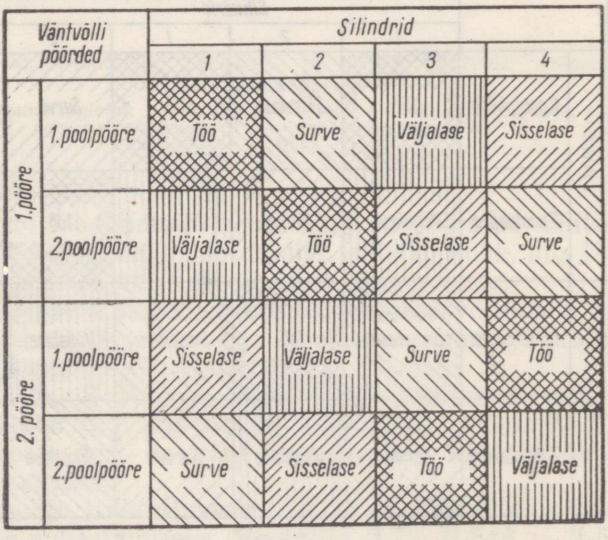
Joon. 64. Taktide vaheldumine kahesilindrilistes neljataktilistes mootorites, mille väntvõlli põlved on asetatud 360° või 180° nurga all.



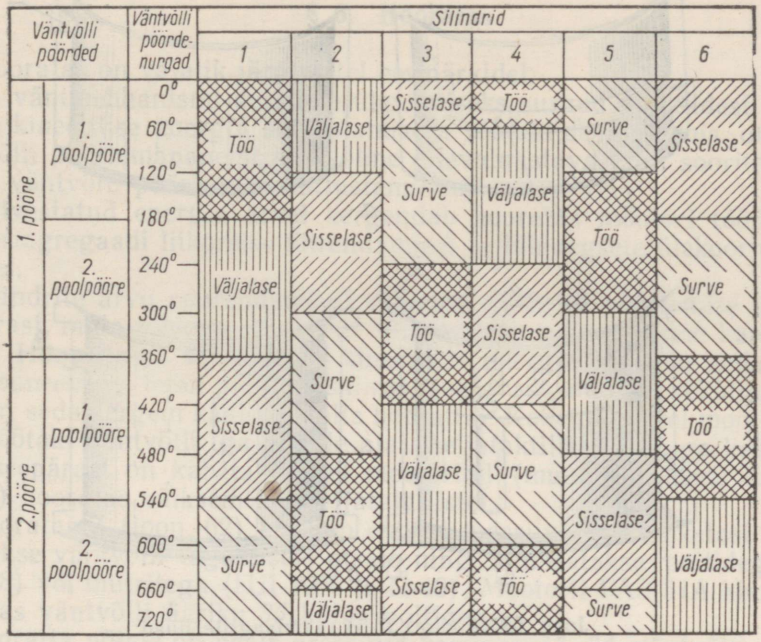
Joon. 65. Taktide vaheldumine neljasilindrilises neljataktilises mootoris, mille tööjärjekord on 1—3—4—2.

Kahetaktilisel neljasilindrilisel mootoril ЯМЗ-204А asetsevad väntvõlli vändad 90° all. Niisugune paigutus tagab töötaktide ühtlase järgnevuse. Mootori ЯМЗ-204А hea tasakaalustuse saavutamiseks on aga spetsiaalne mehhanism (vt. VI ptk., § 2). Mootori tööjärjekord on 1—3—4—2.

Neljataktilistel kuuesilindrilistel mootoritel ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164 asetsevad väntvõlli vändad üksteise suhtes 120° all ja peale selle



Joon. 66. Taktide vaheldumine neljasilindrilises neljataktilises mootoris, mille tööjärjekord on 1—2—4—3.



Joon. 67. Taktide vaheldumine kuuesilindrilises neljataktilises mootoris, mille tööjärjekord on 1—5—3—6—2—4.

sümmeetriliselt võlli keskkoha suhtes. Sellega saavutatakse töötaktide ühtlane järgnevus ja mootori hea tasakaalustus. Nimetatud mootorite tööjärjekord on 1—5—3—6—2—4 (joon. 67).

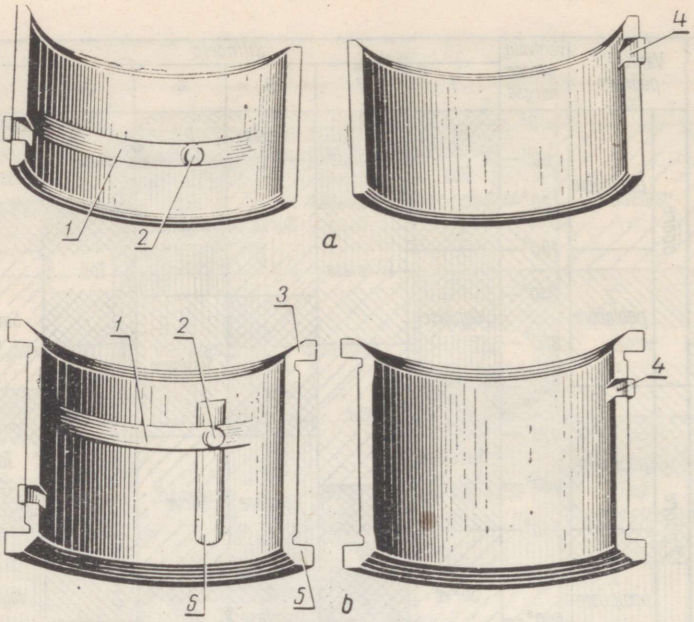
Raamlaagrid võivad mootoritel olla kahesugused: liugelaagrid või veerelaagrid.

Liugelaagrid kujutavad endast vastastikku vahetatavaid mittereguleeritavaid laagriliudu *28*, *31* ja *33* (joon. 62), mis on kaetud antifriktsioonsulami õhukese kihiga.

Joonisel 68 on näidatud mootori Д-54 raamlaagrite liuad. Need kujutavad endast kalibreeritud teraslinti, mille sisekülg on kaetud õhukese, 0,4—0,7 mm paksuse pliipronksi kihiga. Sellise laagriliua paksus on 5 mm. Pliipronksikihi pind on omakorda kaetud 0,002—0,003 mm paksuse inglistinakihiga.

Raamlaagrite ülemistes liudades on avad *2*, mis liudade asetamisel pesasse ühtivad plokis olevate kanalitega, mille kaudu juhitakse õli peamagistraalist laagritele. Iga ülemise laagri sisepinnal on poolringikujuline soon *1*, mis on ühenduses avaga *2*. Soone *1* ülesandeks on väntvõlli põse kaldkanali kaudu juhtida õli vastava kepsulaagri juurde. Peale selle soodustab soon õli ühtlast jaotumist laagri tööpinnale. Viiendal raamlaagril on samal eesmärgil tehtud ka pikisoon *5*, mis lõikub soonega *1*. Alumistesse laagriliudadesse õlisooni ei tehta, et mitte vähendada liudade tugipinda. Ülemiste ja alumiste laagriliudade sisepinnale nende liitekoha juurde on tehtud madalad väljalõiked nn. jahutid. Viimaste otstarve on sama mis soontel, s. o. ühtlaselt jaotada õli kogu laagri pinnale. Et vältida õli väljavalgumist laagrist, jahutid laagriliua otsa äärteni ei ulatu.

Laagriliuad asetatakse laagrikeresse (laagripesasse) teatava pinguga. See tagab raamlaagri tikkpoltide mutrite kinnikeeramisel laagriliudade tiheda istu laagrikeres kogu perimeetril ja hoiab ära nende pöördumise. Laagriliudade telgnihkumist välditakse nukkidega *4*, mis käivad plokis



Joon. 68. Mootori Д-54 raamlaagrite liuad:
a — kolmanda raamlaagri liuad; *b* — viienda raamlaagri liuad; *1* — poolringsoon ülemises laagriliuas; *2* — ploki õlikanaliga ühtiv ava; *3* — seadeääris; *4* — nukk; *5* — õlijaotuse pikikanal.

olevatesse laagripesadesse ja raamlaagri kaantesse tehtud spetsiaalsetesse soontesse.

Mootorite Д-54, Д-54A ja Д-75 viienda raamlaagri liuad on pikad, sest vahetult laagri juurde on asetatud hooratas, mis moodustab lisakoormuse laagrile. Sel laagriliual on peale selle seadeäärised *3*. Laagriliua eesmine ääris toetub vastu võllipõse äärist, tagumine aga väntvõlli tugiäärisele *9* (joon. 61).

Iga raamlaagri ülemine liud on asetatud plokk-karteri seinas või vaheseinas olevasse pessa, alumine liud aga äravõetavasse laagrikaande.

Laagrikaaned kinnitatakse plokk-karteri külge poltide või tikkpoltide ja mutrite abil. Tikkpoltide mutrid splinditakse traadiga või lukustusseibidega.

Kulunud laagriliuad asendatakse uute normaal- või remondimõõtmes laagriliudadega.

Mootorite Д-54A, Д-75 jt. raamlaagrite laagriliudadel kasutatakse praegusel ajal pliipronksi asemel sulamit АСМ.

Mootoril ЗИЛ-164 võib uue laagriliua ist laagripesas kokkusurumise tagajärjel lõdveneda. Seepärast asetatakse raam- ja kepsulaagrite kaante alla kummalegi poole üks 0,05 mm paksune vaheleht. Need vahelehed eemaldatakse raamlaagritelt 60 000—80 000 km ja kepsulaagritel 30 000—40 000 km läbisõidu järel.

Veerelaagrites on hõõrdekaod tunduvalt väiksemad kui liugelaagrites, kuid paljusilindrilistes mootorites, kus on palju raamlaagreid, muudab veerelaagrite paigutamine konstruktsiooni keeruliseks. Seepärast kasutatakse veerelaagreid peamiselt ühe- ja kahesilindrilistes mootorites (ПД-10, Д-20, Д-28, П-46), mille väntvõllil on ainult kaks raamlaagrit.

§ 6. Hooratas

Hooratas on vajalik järgmistel eesmärkidel:

a) väntmehhanismi detailide üleviimiseks surnud punktidest;

b) kineetilise energia salvestamiseks töötaktide ajal, mis on tarvilik väntvõlli pöörlemapanemiseks kolme ettevalmistava takti sooritamisel;

c) väntvõlli pöörlemise ühtlustamiseks.

Salvestatud energia arvel kergendab hooratas mootori tööd masina-traktoriagregaadi liikumise kiirendamisel ja lühiaegsete ülekoormuste ületamisel.

Silindrite arvu suurendamisel väheneb väntvõlli pöörlemise ebaühtlus, seepärast, mida rohkem silindreid on mootoril, seda väiksem kaal on hoorattal. Hoorattasse salvestatav kineetilise energia hulk on seda suurem, mida suurem on tema pöörlemiskiirus, seepärast, mida kiirekäigulisem on mootor, seda kergem kaal võib olla hoorattal. Kahetaktilistel mootoritel toimub töötakt väntvõlli iga pöörde ajal, neljataktilisel aga iga kahe pöörde ajal, seepärast on kahetaktilistel mootoritel (muude võrdsete tingimuste korral) hooratas väiksem kui neljataktilistel.

Hooratas *7* (joon. 62) kujutab endast massiivset malmketast. See paigutatakse väntvõlli tagumisele otsale ning kinnitatakse poltidega (Д-20 ja Д-28) või mutritega (ПД-10М ja П-46). Mootoril ГАЗ-51А kinnitatakse hooratas väntvõlli ääriku *35* külge poltidega.

Hooratta põiale on peale pressitud hammasvöö *34* väntvõlli pöörlemapanemiseks elektristarteri või käivitusmootori abil.

Enamikul mootoritest on hooratta põiale või otspinnale tehtud märgid, mille järgi saab kindlaks määrata kolbide surnud seise ja samuti seada kütuse sissepritsimise või süütemomenti.

Diisli Д-54А hoorattal olev märk kujutab endast madalat puuritud auku põias. Selle augu järgi seatakse esimese silindri kolb ülemisse surnud seisu.

Esimese silindri kolvi seadmisel ülemisse surnud seisu, keeratakse välja tikkpolt hoorattakarterist ja pistetakse sileda otsaga tagasi samasse poldiauku. Siis pööratakse väntvõlli seni, kuni poldi ots läheb hoorattas olevasse auku.

Mootoril Д-48Л on samasugune tikkpolt keeratud hoorattakarterisse. Poldi ja hooratta augu ühtimine tähistab siin kütuse sissepritsimise algust.

Mootoril ГАЗ-51А on esimese silindri kolvi seadmiseks ülemisse surnud seisu ja samuti süüte seadmiseks hooratta põida pressitud teraskuul. Kummalegi poole kuuli on peale kantud 12 jaotust, milledest igaüks vastab väntvõlli ühekraadisele pöördenurgale. Vaateluugis oleva noole ühtimine hooratta põiakuuliga näitab, et esimese silindri kolb asetseb ülemises surnud seisus.

Et lahtikeeramisel säiliks väntvõlli ja hooratta vastastikune asend, on hooratta kinnituspoldid või seadetihvtid paigutatud ebasümmeetriliselt.

§ 7. Mootori kinnitamine traktori või auto raamile

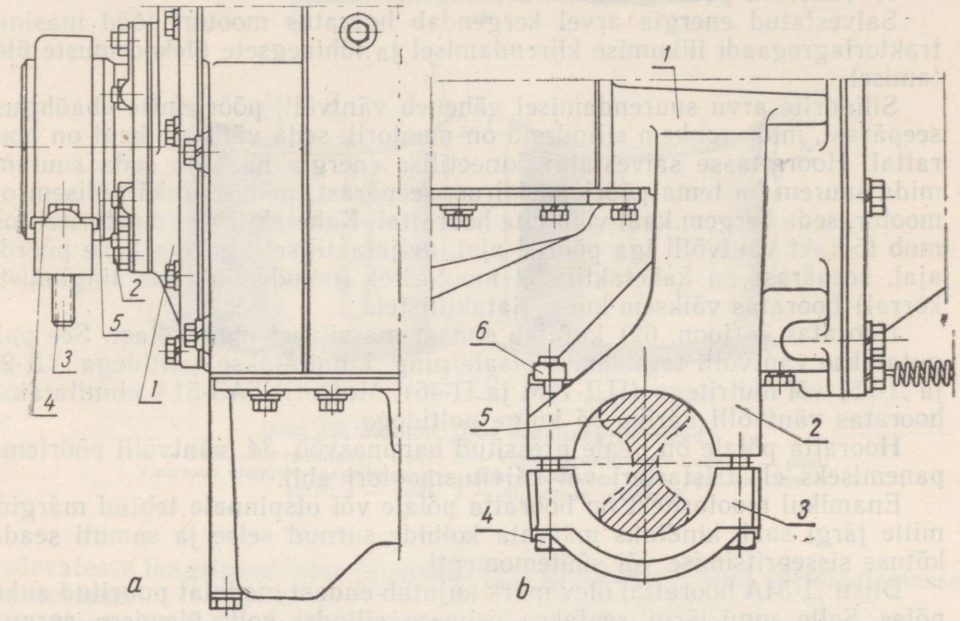
Traktorite ja autode mootorid on kinnitatud raamile nii, et mootori töötamisel tekkivad tasakaalustamata inertsjõud ja momendid ei kanduks üle raamile või oleksid võimalikult leevendatud, raami kaldumised aga auto või traktori liikumisel ebatasasel teel ei põhjustaks suurte pingete tekkimist plokk-karteris.

Mootorid Д-28, Д-54А, Д-75, КДМ-100, ЗИЛ-164 jt. kinnitatakse raamile või poolraamile kolmes punktis (ees üks ja taga kaks tugipunkti), mootor ГАЗ-51А aga neljas punktis.

Mootoril Д-54А on hammasrataste karbi esikaane *1* külge kinnitatud

(joon. 69, *a*) poltide *2* abil tapp (tugi) *5*. See tapp käib kronsteini *4* auku. Kronstein on kinnitatud traktori raami eesmise tala külge kahe poldiga *3*.

Tagumise tala *1* (joon. 69, *b*) alumises osas on kaks tuge *2*, millega mootor paigutatakse raami keskmise risttala *5* töödeldatud tapile. Tala



Joon. 69. Mootori Д-54А kinnitamine raamile:

a — eesmine tugi; *1* — hammasrataste karbi eesmine kaas; *2* ja *3* — poldid; *4* — eesmise toe kronstein; *5* — tapp; *b* — tagumine tugi: *1* — tagumine tala; *2* — tagumine tugi; *3* — kanduri kaas; *4* — polt; *5* — raami keskmine risttala; *6* — mutter.

tappide alumisel küljel on kaaned *3*. Kumbki kaas kinnitatakse tala tugedele kahe poldiga *4* ja mutritega *6*.

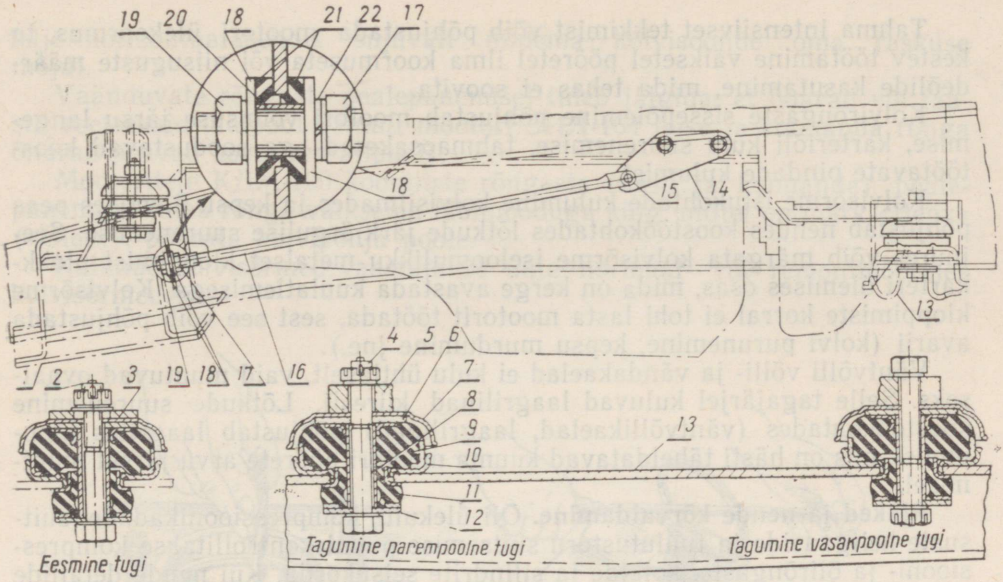
Et vältida mootori nihkumist ristsuunas, on tagumise tala vasakpoolses toes spetsiaalne soon, millesse läheb keskmise tala vasakpoolsesse tappi pressitud seadetihvt. Niisuguse konstruktsiooni tõttu võimaldab eesmine tugi sõltumata mootorist raami parem- ja vasakpoolse pikitala väikesi nihkumisi, mis tekivad masina liikumisel.

Mootorid Д-28, КДМ-100 jt. kinnitatakse raamile kolmes punktis ning nende kinnitamise põhimõtteline skeem ei erine mootori Д-54А omast.

Autode (ГАЗ-51А, ЗИЛ-164 jt.) mootorid kinnitatakse raamile elastsetel kummipatjadel (joon. 70), mis vähendavad mootori vibratsiooni ülekandumist raamile ja samuti auto liikumisel tekkivate löökkoormuste ülekandumist mootorile.

Auto ГАЗ-51А mootor asetseb elastsetel tugedel kahel risttalal *1* ja *13* (joon. 70), toetudes talale *1* jaotuskarbi kaane käppadega *3*, risttalale *13* aga sidurikarteri käppadega *5*. Iga tugi koosneb kahest kummipadjast *9* ja *11* ja nende vulkaniseeritud metallarmatuurist. Mõlemad padjad koos mootori käppadega kinnitatakse poltidega *2* ja *4*. Patjade kokkusurumise piiramiseks on distantspuks *8*, mille otsad toetuvad seibidele *6* ja *12*. Õlide sattumist pealmistele patjadele kaitsevad spetsiaalsed kuplid *7*.

Mootori pikinihkumist raamil auto kohalt liikuma hakkamisel, järskudel pidurdamistel ja kiirendamistel piiratakse spetsiaalse vardaga *16*. Varda eesmine keermetatud ots käib raami risttala *1* auku ja kinnitatakse



Joon. 70. Mootori ГАЗ-51А kinnitus:

1 — raami esimene risttala; *2* ja *4* — poldid; *3* — jaotuskarbi kaane käpp; *5* — sidurikesta käpp; *6* ja *12* — tugiseibid; *7* — kaitsekapsel; *8* — distantspuks; *9* — ülemine padi; *10* — ülemise padja pesa; *11* — alumine padi; *13* — raami teine risttala; *14* — kronstein; *15* — sõrm; *16* — varras; *17* ja *19* — mutrid; *18* — seibid; *20* — distantspuks; *21* — kummipuksid; *22* — vedruseib.

sinna mutritega *17* ja *19*. Varda *16* tagumine ots on šarniirselt ühendatud sõrmega *15* ja kronsteiniga *14*, mis on kinnitatud plokk-karteri külge poltidega.

§ 8. Väntmehhanismi rikked ja nende kõrvaldamine

Mootori normaalne ja kindel töötamine sõltub väntmehhanismi detailide seisukorrast.

Detailide kulumine. Silindrite kulumist põhjustab kolbide ja kolvirõngaste hõõrdumine. Kulumise tagajärjel muutuvad silindrid kooniliseks, nende ristlõige aga ovaalseks. Kõige rohkem kulub silindri ülemine osa. Seda põhjustab peamiselt mitteküllaldane määrimine ja kõrgem temperatuur silindri ülaosas, kuid samuti ka asjaolu, et esimese kompressioonirõnga alla sattuvad gaasid suruvad selle suurema jõuga vastu silindrit kui alumisi rõngaid.

Kolvil kuluvad juhtpind, kolvisilmade aukude läbimõõt suureneb ning kuluvad laiemaks kolvirõnga sooned. Enamikul juhtudel sõltub kolvi töövõime kahe viimati mainitud osa kulumise suurusest.

Kolvirõngad kuluvad õhemaks hõõrdumisel vastu silindri pinda (selle tagajärjel suurenevad kolvirõngaste lukupilud) ja samuti väheneb kolvirõngaste laius löökide tõttu kolvisoonte külgede vastu igakordsel kolvi liikumissuuna muutumisel.

Silindrite, kolbide ja kolvirõngaste kulumisel suurenevad nende vahel lõtkud. Selle tagajärjel halveneb kompressioon, õhk või heitgaasid tungivad silindrist karterisse, õli pääseb aga karterist põlemiskambrisse. Säärased ebanormaalsed nähtused põhjustavad omakorda mootori võimsuse langust ja suitsu väljalasketorust, kütuse ja õlikulu suurenemist, intensiivset tahma tekkimist põlemiskambris ja mõnikord isegi kolvirõngaste sissepõlemist.

Tahma intensiivset tekkimist võib põhjustada mootori ülekoormus, ta kestev töötamine väiksetel pööretel ilma koormuseta või niisuguste määrdeõlide kasutamine, mida tehas ei soovita.

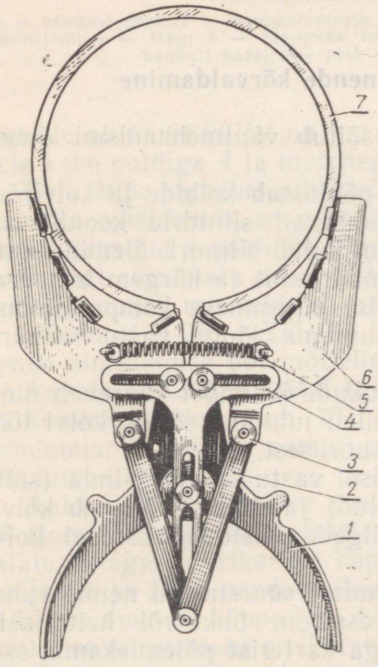
Kolvirõngaste sissepõlemine põhjustab mootori võimsuse järsu langemise, karteriõli kulu suurenemise, tahmaosakesed aga soodustavad koostöötavate pindade kulumist.

Kolvisõrme istukohtade kulumine kolvisilmades ja kepsu ülemises peas põhjustab nendes koostöökohtades lõtkude järkjärgulise suurenemise. Seejuures võib märgata kolvisõrme iseloomulikku metalset kloppimist plokkkarteri ülemises osas, mida on kerge avastada kuulatlemisega. Kolvisõrme kloppimiste korral ei tohi lasta mootorit töötada, sest see võib põhjustada avarii (kolvi purunemine, kepsu murdumine jne.).

Väntvõlli võlli- ja vändakaelad ei kulu ühtlaselt, vaid muutuvad ovaalseks. Selle tagajärjel kuluvad laagriliuad kiiresti. Lõtkude suurenemine koostöökohtades (väntvõllikaelad, laagriliuad) põhjustab laagrites kloppimisi, mis on hästi täheldatavad kuuma mootori pöörete arvu järsul muutmisel.

Rikked ja nende kõrvaldamine. Õli ülekulu, kompressioonikadude, suitsuste heitgaaside ja tuulutustoru suitsemise puhul kontrollitakse kompressiooni- ja õlirõngaste, kolbide ja silindrite seisukorda. Kui nende detailide kulumine ületab lubatavad mõõtmed, puuritakse ja lihvitakse silindrid või nende hülsid suuremasse (remont-) mõõtmesse; hülsid ja silindrid, mis ei kuulu puurimisele, asendatakse uutega. Kolvid ja kolvirõngad vahetatakse uute normaal- või suurendatud (remont-) mõõtmetega kolbide ja rõngastega, sõltuvalt silindrite või nende hülsside mõõtmetest.

Sissepõlenud rõngastega kolvid asetatakse petrooleumisse või spetsiaalsesse lahusesse, kuni koksistus on pehmenenud. Kolvirõngaid tuleb maha võtta ja peale panna spetsiaalse abinõuga (joon. 71).



Joon. 71. Kolvirõngaste pealepanemise ja mahavõtmise abinõu;
1 — pide; *2* — varras; *3* — liigend; *4* — T-kujuline liist; *5* — vedru; *6* — klamber; *7* — kolvirõngas.

Kolvid ja mahavõetud rõngad puhastatakse koksist ja pestakse seejärel hoolikalt petrooleumis või diislikütuses.

Uute kolvirõngaste pealepanemisel tuleb iga rõngas sobitada silindrisse ja kolvisoonde. Selleks asetatakse kolvirõngas sellesse silindrisse, milles ta peab töötama, silindri ülemisest äärest ühtlaselt umbes 10—15 mm sügavusele ja mõõdetakse rõnga lukupilu kaliibri abil (joon. 72, *a*). Kui lukupilu on suur, siis tähendab see, et rõngas ei ole kohane, kui aga lukupilu on väike, tuleb seda laiendada (joon. 72, *b*) kuni vajaliku suuruseni (tabel 3). Pärast lukupilu sobitamist tuleb kolvirõngas lükata kolviga kuni silindri alumise ääreni, jälgides seejuures, et rõngas üheski kohas ei jääks kinni silindri kooniliseks kulumise tõttu.

Uut kolvirõngast veeretatakse kolvisoones (joon. 72, *c*) ning kontrollitakse pilu rõnga külje ja soone seina vahel. Rõngas, millel külgpilu on liiga väike, tuleb smirgelriidel üle lihvida (joon. 72, *d*). Kolvirõngad tuleb sobitada nii, et külgpilu ei ületaks tehnilistes tingimustes ette nähtud suurust (tabel 3).

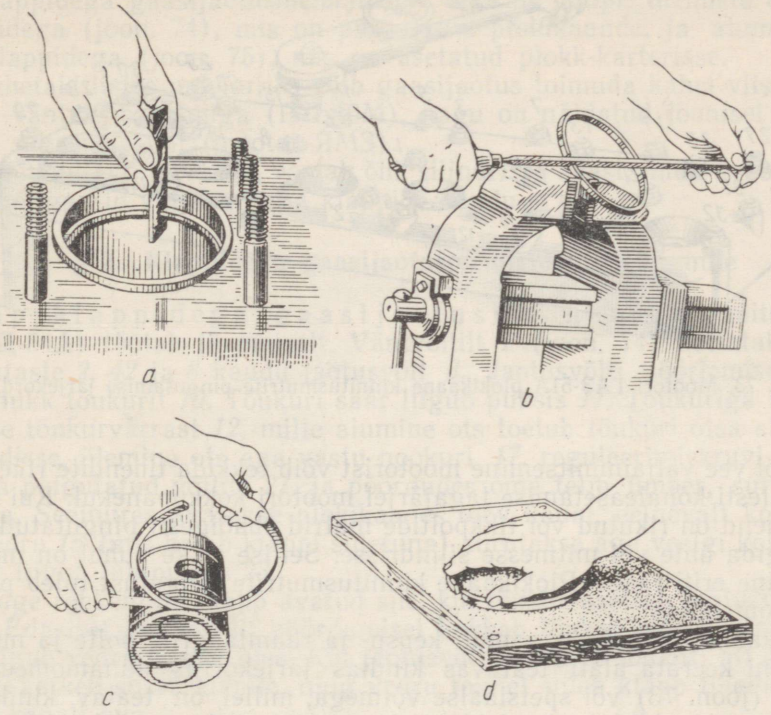
Õigesti sobitatud kolvirõngas peab kohaleasetatuna kolvi pööramisel ümber

telje horisontaalasendis sujuvalt minema kolvisoonde oma raskuse mõjul.

Vänduvate rõngaste pealepanemisel tuleb jälgida, et õnarad või faasid asetseksid ülalpool (ainult mootori ЗИЛ-164 teise ja kolmanda rõnga õnarad peavad asetsema allpool).

Mootoritele КДМ-100 kooniliste rõngaste (teise ja kolmanda) pealepanemisel tuleb rõnga väiksema läbimõõduga külg, millel on märk «Верх» («Üles»), pöörata kolvipõhja poole.

Kulunud kolvisõrmed vahetatakse uute normaal- või remontmõõtmes kolvisõrmedega.



Joon. 72. Kolvirõnga sobitamine kolvile ja silindrile:
a — kolvirõnga lukupilu kontrollimine; *b* — kolvirõnga lukupilu sobitamine; *c* — kolvirõnga külglõtku kontrollimine rõngasoones; *d* — kolvirõnga külgpindade lihvimine.

Normaalsete lõtkude saamiseks koostöökohtades silinder-kolb — kolvisõrm, valitakse need detailid mõõtmegruppide järgi. Lõtku silindri ja kolvi vahel mõõdetakse lehtkaliibritega.

Väntvõlli kaelte ja laagriliudade vaheliste lõtkude iseloomustavaks tunnuseks on tavaliselt õlirõhu langemine mootori õlitussüsteemis ning laagrite kloppimine.

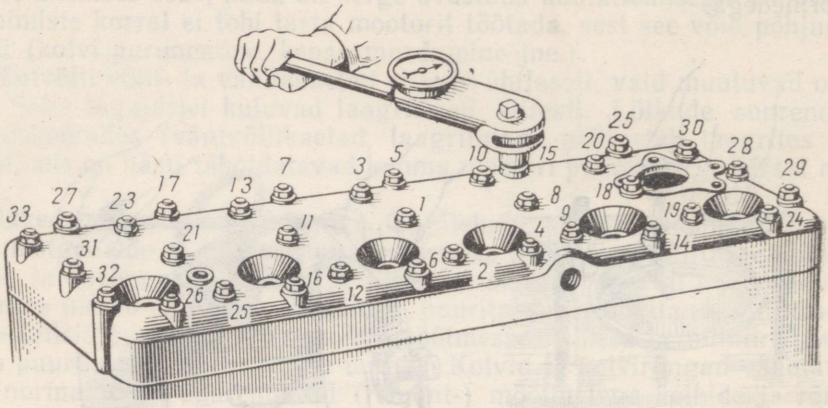
Lubatavaid piire ületava lõtku olemasolul vahetatakse laagriliuad. Kui laagrikaelte ovaalsus ületab lubatavad piirväärtused, lihvitakse laagrikaelad lähimasse remontmõõtmesse ning asetatakse uued remontmõõtmes laagriliuad, mis on normaalsetest mõnevõrra paksemad.

Pärast väntmehhanismi detailide kontrollimist või vahetamist tuleb enne kolvi ja kepsu silindrisse asetamist kolvid, laagriliuad ja väntvõllikaelad puhta, karvu mitte jätva lapiga kuivaks hõõruda ja katta õhukese puhta õlikihiga. Kolvi asetamisel silindrisse surutakse rõngad spetsiaalse seadise abil kokku.

Väntmehhanismi detailide osalisel või täielikul vahetamisel tuleb pärast kokkupanekut mootor sisse töötada.

Kui karburaatormootori töötamisel esineb detonatsiooni, võimsus langeb ja kütusekulu suureneb, hoolimata sellest, et kasutatav kütus on mootorile kohane ning süüde seatud õigesti, tuleb põlemiskambrit moodustavad pinnad puhastada tahmast.

Tahm pehmendatakse petrooleumiga ja eemaldatakse puitkraabiga, seejärel pestakse põlemiskamber petrooleumiga.



Joon. 73. Mootori ГАЗ-51А plokikaane kinnitusmutrite pingutamise järjekord.

Õli või vee väljaimmitsemine mootorist võib tekkida tihendite rikete või nende valesti kohaleasetamise tagajärjel mootori kokkupanekul. Kui plokikaane tihend on rikutud või tikkpoltide mutrid ebaõigesti pingutatud, võib vesi tungida ühte või mitmesse silindrisse. Sellise rikke puhul on mootori käivitamine eriti raske. Plokikaane kinnitusmutrite pingutust tuleb perioodiliselt kontrollida.

Plokikaane tikkpoltide, samuti kepsu- ja raamlaagrite polte ja mutreid tuleb kinni keerata alati teatavas kindlas järjekorras dünamomeetrilise võtmega (joon. 73) või spetsiaalse võtmega, millel on teatav kindel õla pikkus. Laagripoldid ja -mutrid tuleb splintida tehase eeskirjade kohaselt.

Kui plokikaane tikkpoltide mutrite pingutamine ei kõrvalda vee läbiimmitsemist, tuleb tihend vahetada.

Silindrihülsside ja plokk-karteri vaheliste kummist tihendusrõngaste ebarahuldav seisukord võib põhjustada vee läbipääsu veesärgist karteri õlivanni. Sellisel juhtumil tuleb hülsid välja võtta ja kõlbmatud kummirõngad vahetada.

Õli väljaimmitsemine karteri õlivannist võib olla tingitud vahetihendi riketest või selle ebatihedast liibumisest liitepindadele, kuid mõnikord ka väntvõlli eesmise ja tagumise tihendi kulumisest.

Lekkimise avastamisel tuleb pingutada kõiki õlivanni ja luukide kinnituspolte, kui see aga ei aita — vahetada tihendid või kulunud tihendusdetailid.

Juhul kui õli immitsemisele vahelehtede ja tihendite kaudu kaasneb märgatav suitsu ilmumine õli sissevalamise torust, tuleb puhastada karteri ventilatsioonisüsteem. Kui pärast seda väljaimmitsemine ei katke, tuleb kontrollida silindrite, kolbide ja kolvirõngaste seisukorda ning tarbe korral need vahetada.

GAASIJAOTUSMEHHANISMI EHITUS JA TÖÖTAMINE

§ 1. Gaasijaotusmehhanismi otstarve

Gaasijaotusmehhanismi ülesandeks on mootori silindrite täitmine küttesegu või õhuga ja nende puhastamine heitgaasidest.

Neljataktilistes mootorites kasutatakse klappidega gaasijaotusmehhanisme, milledes klapid sulevad ja avavad sisse- ja väljalaskeavasid.

Klappidega gaasijaotusmehhanisme on kaht tüüpi: ülemiste ehk rippklappidega (joon. 74), mis on paigutatud plokikaande, ja alumiste ehk külgklappidega (joon. 75), mis on asetatud plokk-karterisse.

Kahetaktilistes mootorites võib gaasijaotus toimuda kahel viisil:

1) väntmehhanismiga (ПД-10М), nagu on näidatud joonisel 16;

2) segasüsteemil (mootor ЯМЗ).

Sel juhul (vt. joon. 18) voolab õhk silindrisse avast, mida avab ja sulebkolb, heitgaasid väljuvad aga klappide kaudu.

§ 2. Klappidega gaasijaotusmehhanismi töötamine

Rippklappidega gaasijaotusmehhanism (näiteks mootoril Д-54A) töötab järgmiselt. Väntvõllilt *1* (joon. 74) käitatakse hammasrataste *2, 42* ja *8* kaudu jaotusvõll *3*. Jaotusvõlli pöörlemisel tõstab selle nukk tõukurit *10*. Tõukuri säär liigub puksis *11*. Tõukuriga koos tõstetakse tõukurvarrast *12*, mille alumine ots toetub tõukuri otsa sfäärilisse süvendisse, ülemine ots aga vastu nookuri *17* reguleerimiskruvi *16*. Nookur on paigutatud võllile *27*, ja pöördudes oma telje ümber, surub klapi *25* alla. Seejuures avatakse plokikaanes olev kanal, eelnevalt kokkusurutud vedru *15* (mis hoiab klappi suletuna) surutakse aga veelgi kokku. Klapisäär liigub juhtpuksis *23*.

Kõige rohkem on klapp avatud siis, kui tõukur asetseb jaotusvõlli nuki tipul. Edasisel jaotusvõlli pöördumisel hakkab tõukur alla liikuma, klapp aga liigub vedru toimel üles. Kui jaotusvõlli nukk on tõukuri alt ära pöördunud, katkeb surve klapile, ning vedru toimel suleb klapp tihedalt plokikaane kanali ava.

Klapi tagasiliikumisel lähevad ülekandedetailid (nookur, tõukurvarras ja tõukur) tagasi esialgsesse asendisse.

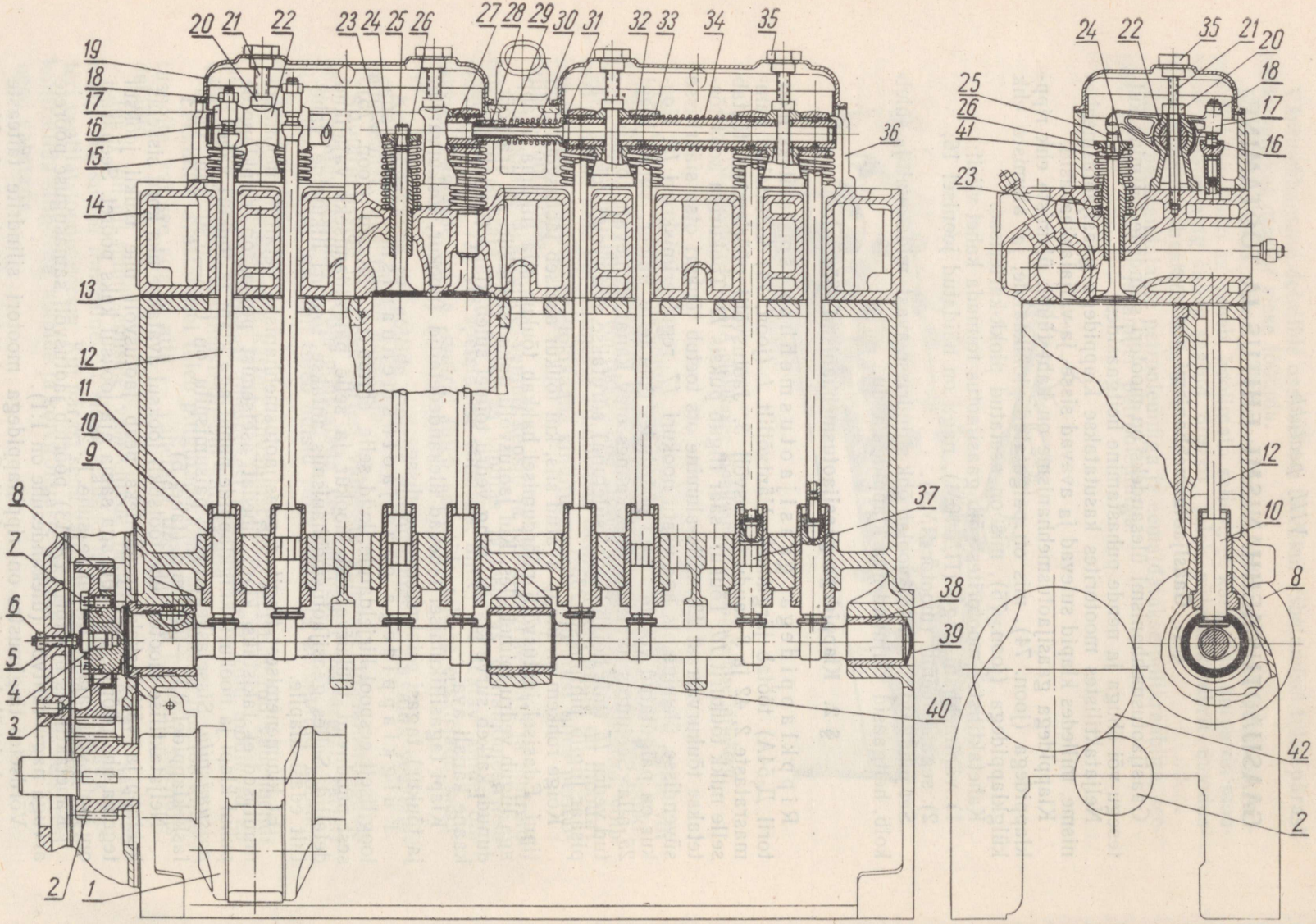
Külgklappidega gaasijaotusmehhanism töötab analoogiliselt eespool kirjeldatule, kuid selle ehitus on lihtsam (joon. 75), sest puuduvad tõukurvardad, nookur ja selle paigaldamiseks vajalikud detailid. Selles gaasijaotusmehhanismis antakse tõukuri liikumine vahetult edasi klapile.

Et kuumenemisest tingitud gaasijaotusmehhanismi detailide mõõtmete muutused ei takistaks klapi tihedat asetsemist pessa, on rippklappide puhul klapi ja nookuri, külgklappide puhul aga klapi ja tõukuri vahel nn. *paisumispilu*. Sisselaskeklappide paisumispilu on 0,13—0,30 mm, väljalaskeklappidel 0,18—0,35 mm (tabel 5).

Neljataktilise mootori ühe töötsükli jooksul avatakse üks kord sisselaskeklapp ja väljalaskeklapp. Selleks peab jaotusvõll ühe tsükli jooksul tegema ühe pöörde, väntvõll aga sama aja jooksul kaks pööret. Seepärast on jaotusvõlli ajami ülekande suhe 1 : 2.

Kahetaktilises mootoris (ЯМЗ) pöörleb jaotusvõll samasuguse pöörete arvuga nagu väntvõll (ülekandesuhe on 1:1).

Võrdsetes tingimustes on rippklappidega mootori silindrite täiteaste suurem kui külgklappidega mootoril. See on seletatav sellega, et rippklap-


20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35
19 18 17 16 15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1
36 37 38 39 40
24 22 35 21 20 18 17 16
25 26 41 23
12 10 8 42 2

pide puhul ei esine silindritesse voolava küttesegu või õhu liikumise teel järske suuna muutusi. Rippklappide puhul on põlemiskamber kompaktsem, mis vähendab soojuskadu selle seinte kaudu ja järelikult vähendab ka kütuse erikulu.

Diislitel ja karburaatormootoritel M-21 ja 407 on rippklappidega gaasijaotusmehhanismid, teistel karburaatormootoritel (ГАЗ-51А, ЗИЛ-164) aga külgklappidega.

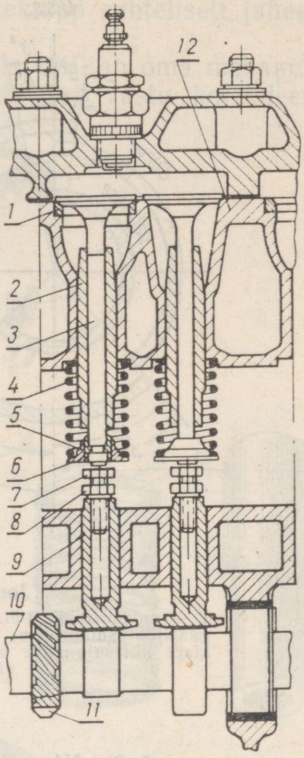
Gaasijaotusfaasid. Mootorite tegelike protsesside vaatlemisel (vt. V ptk.) selgus, et mootori silindri paremaks täitumiseks küttesegu või õhuga ja selle täielikumaks puhastamiseks heitgaasidest avatakse klapid mitte täpselt neil momentidel, kui kolvid on surnud seisudes, vaid teatud ennetamisega klapi sulgemisel.

Klappide avamise ja sulgemise momendid olenevad jaotusvõlli nukkide profiilist, selle seisust väntvõlli suhtes ja klappide, tõukurite ning nookurite vaheliste paisumispilude täpsusest.

Perioode klappide (kahetaktilistel mootoritel — läbipuhumisavade) avamise momendist kuni nende sulgemismomendini, väljendatuna väntvõlli pöördenurga kraadides, nimetatakse *gaasijaotusfaasideks*.

Gaasijaotusfaase võib kujutada ringdiagrammina (joon. 76), mida nimetatakse *gaasijaotusdiagrammiks*.

Gaasijaotusfaasid olenevad peamiselt mootori pöörete arvust. Mida suurem on mootori nominaalne pöörlemiskiirus, seda suuremad on nurgad α, β, γ, ja δ.



Joon. 75. Külgklappidega gaasijaotusmehhanism (mootor ГАЗ-51А):

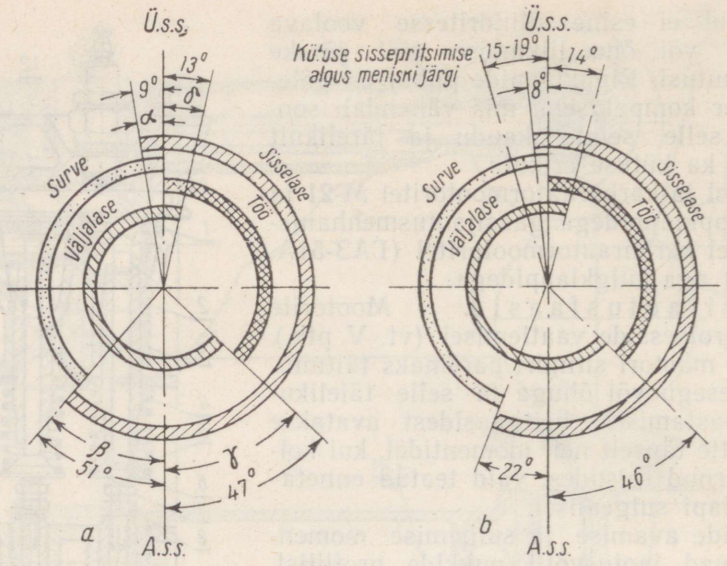
1 — väljalaskeklapi sissepandav pesa; *2* — klapi juhtpuks; *3* — klapp; *4* — vedru; *5* — tugiseib; *6* — lukustuskoonus; *7* — reguleerimispolt; *8* — kontramutter; *9* — tõukur; *10* — jaotusvõll; *11* — õlipumba ja jagaja ajami hammasratas; *12* — plokkkarter.

Kõikidel mootoritel on periood, kus nii sisselaske- kui ka väljalaskeklapp on üheaegselt avatud, see on nn. *klappide kattumine*. Klappide kattenurk kõigub 16° (П-46) kuni 46° (М-21) vahel. Klappide kattumise ajal küttesegu kaasaminekut heitgaasidega ei toimu, sest kattumise kestus on ajaliselt küllalt lühike ning gaaside läbimisavad klappidel on sel perioodil väikesed.

Igale mootorimudelile määratakse kõige sobivamad gaasijaotusfaasid kindlaks eksperimentaalselt. Vähene kõrvalekaldumine ettenähtud gaasijaotusfaasidest vähendab mootori võimsust ja ökonoomsust märgatavalt. Gaasijaotusfaaside õigeks seadmiseks mootori kokkumonteerimisel on väntvõlli ja jaotusvõlli hammasratastel vastavad märgid (joon. 77), mis tuleb asetada kohakuti.

Joon. 74. Mootori Д-54А gaasijaotusmehhanism:

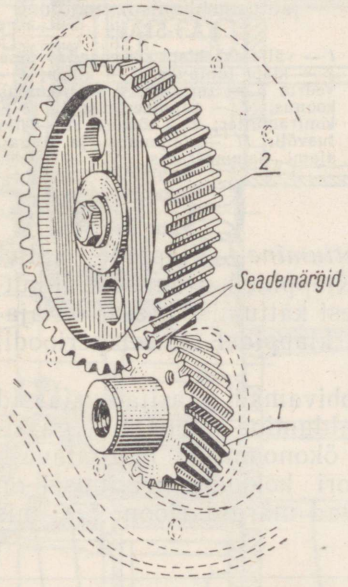
1 — väntvõlli; *2* — vedav hammasratas; *3* — jaotusvõlli; *4* — tugikruvi tapp; *5* — tugikruvi; *6* — tugikruvi kontramutter; *7* — polt; *8* — jaotusvõlli hammasratas; *9* — jaotusvõlli eesmine puks; *10* — väljalaskeklapi tõukur; *11* — tõukuri puks; *12* — tõukurvarras; *13* — plokikaane tihend; *14* — plokikaas; *15* — klapivedru; *16* — reguleerimiskruvi; *17* — nookur; *18* — reguleerimispoldi kontramutter; *19* — klapikambri kaas; *20* — mutter; *21* — splint; *22* — nookurivõlli sammas; *23* — klapi juhtpuks; *24* — tugiseib; *25* — sisselaskeklapp; *26* — kinnituskoonus; *27* — eesmine nookurivõll; *28* — tihendpuks; *29* — vedru; *30* — ühendustoru; *31* — ühendustoru tihend; *32* — tagumine nookurivõll; *33* — nookuri puks; *34* — nookurivõlli vedru; *35* — kupli kinnitusmutter; *36* — kuppel; *37* — sisselaskeklapi tõukur; *38* — jaotusvõlli tagumine puks; *39* — kaas; *40* — jaotusvõlli keskmine puks; *41* — klapi kaitserõngas; *42* — vahehammasratas.



Joon. 76. Gaasijaotusdiagrammid:

a — mootorite ГАЗ-51А ja М-20 gaasijaotusdiagrammid; *b* —mootori Д-54А gaasijaotusdiagramm; α — sisselaskeklapi eelavanemise nurk; β — sisselaskeklapi hilissulgumise nurk; γ — väljalaskeklapi eelavanemise nurk; δ — väljalaskeklapi hilissulgumise nurk.

§ 3. Klappidega gaasijaotusmehhanismi detailid



Joon. 77. Seademärkide paigutus jaotushammasratastel:

1 — väntvõlli hammasratas; *2* — jaotusvõlli hammasratas.

Klapp koosneb taldrikust *9* (joon. 78) ja säärest *8*. Taldriku üleminekukoht sääreks on tehtud sujuv, mis annab klapile vajaliku tugevuse ja soodustab soojuse ärajuhtimist taldrikult. Plokikaanes oleva ava tihedaks sulgemiseks on klapitaldrikul kooniline vöö *2* (faas). Samasugune faas on ka plokikaanes oleval aval (klapipesal). Enamikul mootoritel on sisse- ja väljalaskeklappide faasid 45° nurga all. Klapi ja pesa faaside vaheline tihendus saavutatakse nende lihvimise ja sellele järgneva soveldamise teel.

Klapisäär on lihvitud. Sääre ülemises osas on kooniline ringsoon *4*, millesse asetatakse vedru tugiseibi *5* poolitatud lukustuskoonus *6*, tugiseibi kinnitamiseks klapisäärele. Klapisääre koonilisest ringsoonest allpool on silindriline soon *3*, millesse asetatakse vetruv rõngas *7*. Viimase ülesandeks on takistada klapi langemist silindrisse, juhul kui klapi säär koonilise soone kohalt murdub.

Klapitaldrikul on sälk *1* (või puuritud augud) kruvikeeraja või spetsiaalse tööriista sidestamiseks klapi soveldamisel.

Mootori töötamisel ulatub sisselaskeklappide temperatuur 300—400°, väljalaskeklappidel 800—900°.

Märgatavalt madalam temperatuur sisselaskeklappidel on seletatav

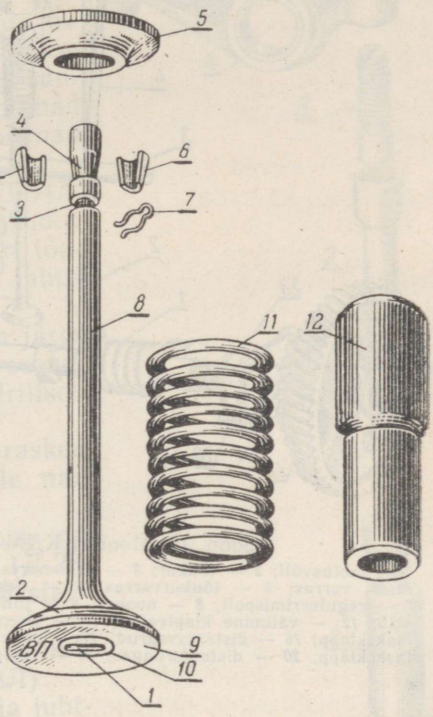
sellega, et sisselasketakti ajal asetseb sisselaskeklapp suhteliselt jahedas küttesegu või õhu voolus.

Klapid on valmistatud legeeritud terasest, mis säilitab oma mehaanilised omadused ka kõrgetes temperatuurides, peab hästi vastu korrodeerumisele, hõõrdumisele ja tagi tekkimisele. Kulumise vähendamiseks karastatakse klapipea. Väljalaskeklapid valmistatakse kuumusekindlast ränikroom-terasest.

Mootoritel КДМ-100 on väljalaskeklapi *19* taldrikust (joon. 79) veidi kõrgemale asetatud suunaja (reflektor), mis juhib heitgaasid klapisäärest eemale. Et vähendada klapisääre ja puksi *14* kulumist, on sellel mootoril juhtkann *9*, mis väldib klapisääre külgsurve puksile.

Et soodustada silindri täitumist, on mõnedel mootoritel (Д-48Л, Д-75, М-21, ГАЗ-51А, ЗИЛ-164 ja 407) sisselaskeklappide taldrikud mõnevõrra suurema läbimõõduga kui väljalaskeklappidel.

Klapipesa on enamikul mootoritest tehtud vahetult plokikaande või plokk-karterisse. Et plokikaane või plokk-karteri tööiga pikendada, on mootoril Д-30 sisse- ja väljalaskeklappide pesad, mootoritel ЯМЗ, М-20, М-21, ГАЗ-51А ja 407 aga väljalaskeklapide pesadeks sissepandavad kuumuskindlad malmist rõngad, mis on pressitud plokikaande või plokk-karterisse.



Joon. 78. Mootorite Д-75, Д-54А ja Д-20 gaasijaotusmehhanismi klapi, vedru ja selle kinnitusdetailid:

1 — sälk klapitaldrikus; *2* — klapifaas; *3* — ringsoon klapisääres; *4* — kooniline ringsoon klapisääres; *5* — tugiseib; *6* — poolitatud lukustuskoonus; *7* — vetruv kaitserõngas; *8* — klapisäär; *9* — klapitaldrik; *10* — klapitaldriku süvend; *11* — vedru; *12* — juhtpuks.

Juhtpuks *12* (joon. 78) juhib klapi õiget liikumist ja õiget pesasse istumist. Juhtpuks on pressitud plokikaande või plokk-karterisse. See valmistatakse malmist (ainult mootoritel М-21 ja 407 on metallkeraamilised juhtpuksid).

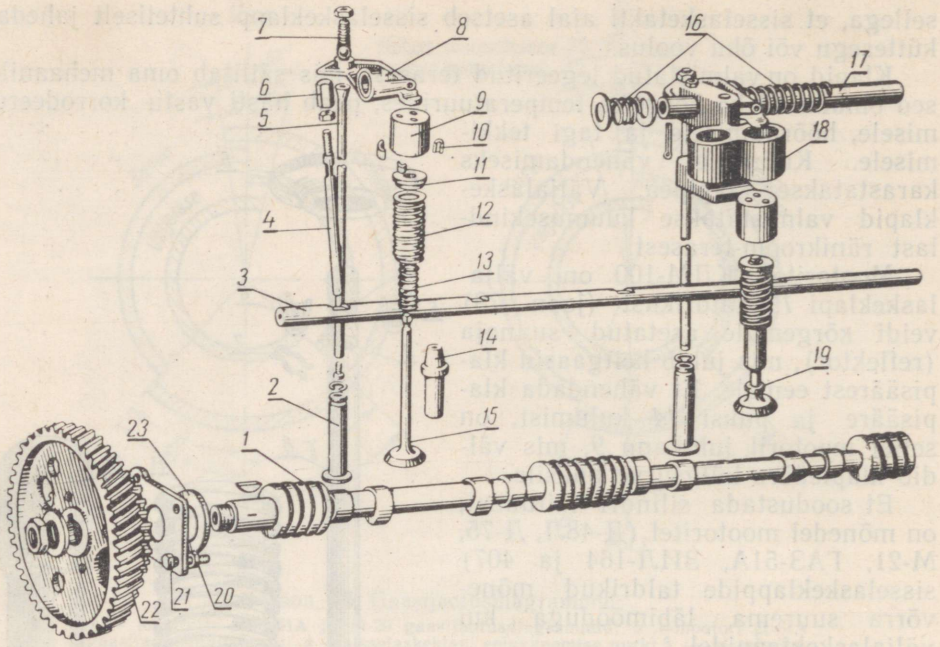
Klapivedru *11* on klapi sulgemiseks ja tihedalt pesale surumiseks.

Klapivedru on küllalt elastne ega lase klappi ja selle tõukurit eemalduda jaotusvõlli nukilt, säilitades sellega klapi avamisel ettenähtud avamiskestuse.

Vedru on valmistatud terastraadist tavaliselt silindrilise kruvi kujulisena. Vedru keerdude samm võib olla ühtlane (Д-54А) või muutuv (ГАЗ-51А, М-20). Muutuva sammuga vedrud vibreerivad töötamisel vähem, seepärast need vibreerimise tõttu ei murdu. Kokkumonteerimisel asetatakse selliste vedrude suurema sammuga ots klapitaldriku suunas.

Tavaliselt paigaldatakse igale klapile üks vedru, erandiks on aga mootorid Д-48Л, КДМ-100 ja 407, millel on igal klapil kaks vedrut. Et sisemine vedru *13* (joon. 79) ja välimine vedru *12* vastastikku kinni ei kiiluks, on nende keerud vastupidised. Kahe vedru kasutamisel on nende töötingimused paremad ja töökindlus suurem: ühe vedru murdumisel hoiab teine vedru klappi ikkagi kohal.

Vedru üks ots toetub vastu plokk-karterit *12* (joon. 75) või vastu ploki-

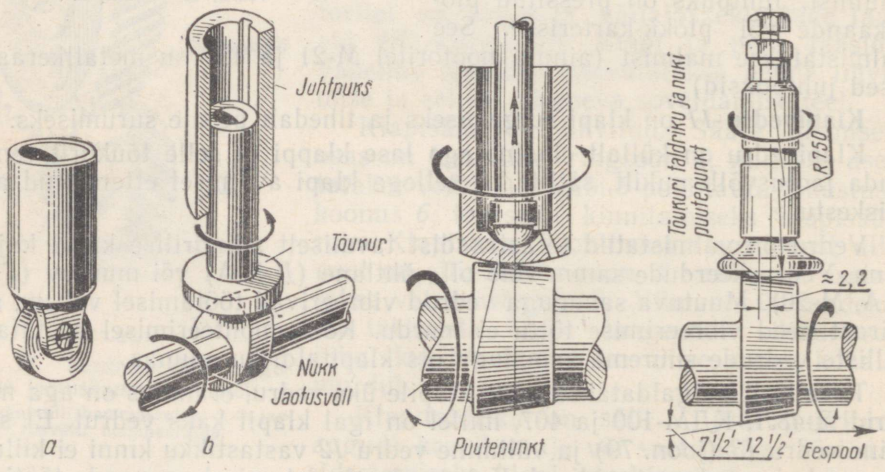


Joon. 79. Mootori КДМ-100 gaasijaotusmehhanismi detailid:

1 — jaotusvõll; *2* — tõukur; *3* — dekompressioonimehhanismi võll; *4* — dekompressioonimehhanismi varras; *5* — tõukurvarras; *6* — dekompressioonimehhanismi varda reguleerimisotsik; *7* — reguleerimispolt; *8* — nookur; *9* — juhtkann; *10* — poolitatud kinnituskoonus; *11* — tugiseib; *12* — välimine klapivedru; *13* — sisemine klapivedru; *14* — klapi juhtpuks; *15* — sisselaskeklapp; *16* — distantsvedrud; *17* — nookurivõlli; *18* — nookurivõlli tugisammas; *19* — väljalaskeklapp; *20* — distantsrõngas; *21* — tugiplaat; *22* — hammasratas; *23* — pronksist tugiseib.

kaant, teine ots aga vastu tugiseibi *5*, mis on klapi sääre otsale kinnitatud poolitatud lukustuskoonusega *6*. Mootoril M-21 on sisselaskeklapi säärele tugiseibi alla asetatud kummist kübar, mis takistab õli imemist silindrisse klapisääre ja puksi vahelt.

Gaasijaotusmehhanismi ülekandedetailid kannavad edasi liikumise jaoks-



Joon. 80. Tõukurite tüüpe:

a — rulltõukur; *b* — lameda peaga tõukur (seenekujuline); *c* — silindriline tõukur; *d* — sfäärilise peaga tõukur (seenekujuline).

tusvõllilt klapile. Rippklappide korral on nendeks detailideks tõukur *2* (joon. 79), tõukurvarras *5*, nookur *8* koos reguleerimispoldiga *7*, nookurivõll *17* koos tugisambaga *18* ja vedrudega *16*, külgklappide korral aga tõukur *9* (joon. 75) ja reguleerimispolt *7*.

Tõukur kujutab endast silindrilist varrast, mille alumine ots võtab vastu jõu jaotusvõlli nukilt. Tõukurid valmistatakse malmist või terasest. Kulumiskindluse suurendamiseks lihvitakse tõukurite tööpinnad ja töödeldakse termiliselt. Enamasti on nad õõnsad, et nende kaal oleks kergem.

Tõukurid liiguvad juhtpuksides (Д-54А, Д-28) või vahetult plokk-karteri aukudes Д-20, ГАЗ-51А). Mootoril ЗИЛ-164 on tõukurite juhtpuksid monteeritud kahte lahtivõetavasse sektsiooni.

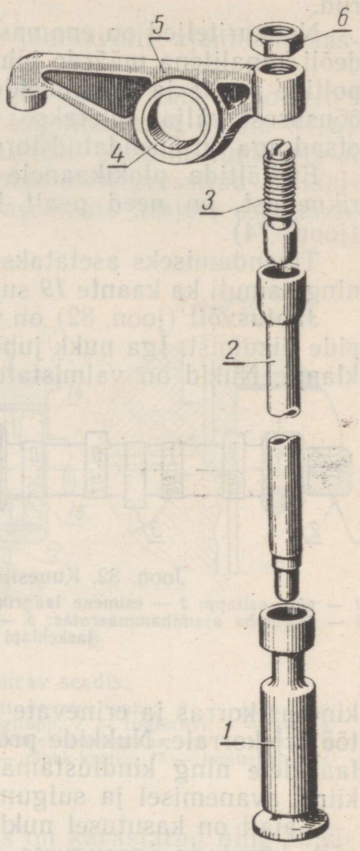
Mootoritel kasutatavad tõukurid on järgmised: rulltõukurid (joon. 80, *a*), seenekujulised (joon. 80, *b* ja *d*) ja silindrilised (joon. 80, *c*).

Rulltõukurid (mootorid ЯМЗ) on rasked ja ehituselt keerulised, seepärast ei ole nad laialdast kasutamist leidnud.

Seenekujulise tõukuri alumine ots on taldrikukujuline, millel on lame (Д-28, Д-54А, Д-75, КДМ-100, ЗИЛ-164) või sfääriline (ГАЗ-51А) tugipind.

Silindrilisel tõukuril võib tugipind samuti olla lame (Д-20) või sfääriline (Д-48Л).

Et tõukuritel kuluksid tugipinnad ja juhtpinnad ühtlaselt, antakse nendele peale sirgjoonelise liikumise veel pöörlev liikumine ümber oma telje. Lameda tugipinnaga tõukurile pöörleva liikumise andmiseks on selle telgjoon jaotusvõlli nuki telgjoonest 1,5 mm võrra kõrvale nihutatud (joon. 80, *b*), sfäärilise tugipinna puhul aga kasutatakse jaotusvõllil veidi kaldu pinnaga nukke (joon. 80, *c* ja *d*).



Joon. 81. Mootorite Д-54А ja Д-75 gaasijaotusmehhanismi ülekande detaile:
1 — sisselaskeklapi tõukur; *2* — tõukurvarras; *3* — reguleerimispolt; *4* — nookuri puks; *5* — nookur; *6* — reguleerimispoldi kontramutter.

Külgklappidega mootoritel (М-20, ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164) on tõukuri otsa keeratud reguleerimispolt *7* (joon. 75), millel on kontramutter *8*. Selle poldi sisse- või väljapoole keeramisel saab reguleerida klapi ja tõukuri vahelist pilu.

Tõukurvarras *2* (joon. 81) kujutab endast terasest või duralumiiniumist (М-21) torulõiku, millel on terasotsikud. Tõukurvarda alumine otsik on kerakujuline ja see toetub tõukuri sfäärilisse süvendisse. Ülemisel otsikul on sfäärilise pinnaga süvend, millele toetub reguleerimispoldi *3* pea. Tõukurvarraste tööpinnad on lihvitud ja termiliselt töödeldud.

Nookur *5* on kaheõlgne terashoob, mille õlad on erineva pikkusega. Lühemas õlas on keermetatud auk. Sellesse auku keeratakse polt *3*, millega reguleeritakse paisumispilu nookuri pikema õla talla ja klapi vahel. Nookuritalla pind on lihvitud ja termiliselt töödeldud.

Nookuri keskosas on auk, millesse on pressitud puks *4*. Selle puksiga asetatakse nookur teljele.

Nookurite terasteljed, millel liiguvad nookurid, on kinnitatud nookuri-

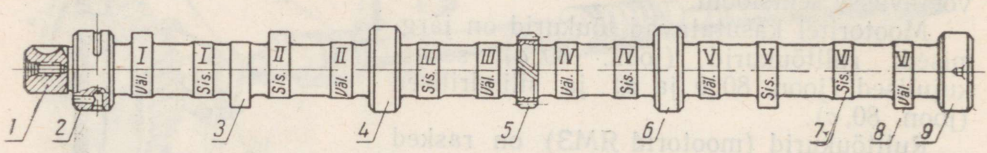
sammastesse. Viimased on paigutatud plokikaane peale ja kinnitatud sellele tikkpoltide abil. Nookurite pikinihkumist teljel takistavad distantsvedrud.

Nookuriteljed on enamasti õõnsad ja nende õõnsusi kasutatakse määrdeõli kanalitena määrde juhtimiseks pukside, tõukurvarraste reguleerimispoltide peade ja juhtpukside tööpindadele. Et õli ei valguks nookuritelje õõnsusest välja, suletakse telgede välisotsad umbkorkidega, sisemised otsad aga on ühendatud torudega, mis on varustatud tihenditega.

Et vältida plokikaanele asetatud gaasijaotusdetailide mustumist ja riknemist, on need pealt kaetud stantsitud või malmist kuplitega *36* (joon. 74).

Tihendamiseks asetatakse kupli *36* alumise serva ja plokikaane vahele ning samuti ka kaante *19* sulgpindadele vahetihendid.

Jaotusvõll (joon. 82) on varustatud nukkidega *7* ja *8*, mis juhivad klappide liikumist. Iga nukk juhib ainult üht — kas sisselaske- või väljalaskeklappi. Nukid on valmistatud ühes tükis võlliga ning paigutatud teatud



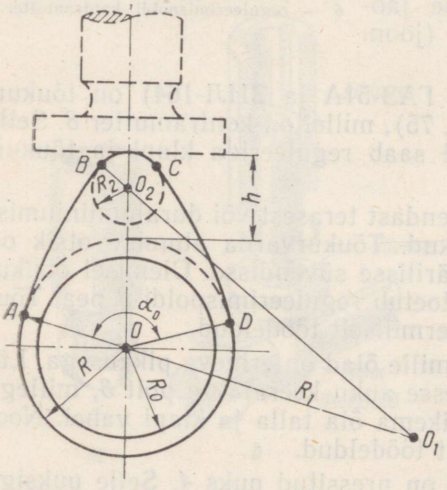
Joon. 82. Kuuesilindrilise mootori (ГАЗ-51А) jaotusvõll:

1 — võlli esitapp; *2* — esimene laagrikael; *3* — bensiinipumba ajami ekstsentrik; *4* — teine laagrikael; *5* — õlipumba ajamihammasratas; *6* — kolmas laagrikael; *7* — sisselaskeklapi tõstenukk; *8* — väljalaskeklapi tõstenukk; *9* — neljas laagrikael.

kindlas korras ja erinevate nurkade all võllile vastavalt mootori silindrite tööjärjekorrale. Nukkide profiilid peavad vastama ettenähtud gaasijaotusfaasidele ning kindlustama klappide sujuva liikumise nende võrdlemisi kiirel avanemisel ja sulgumisel.

Laialt on kasutusel nuki kumer sümmeetriline profiil (joon. 83), mida võib kasutada igasuguste tõukuritüüpide puhul. Niisuguse nuki profiili moodustavad kaared *AB* ja *CD*, mis on tõmmatud raadiusega R_1, ning on puutujaks ringidele raadiustega *R* ja R_2.

Jaotusvõllid valmistatakse terasest või modifitseeritud malmist (mootor M-21). Terasest jaotusvõlli tugikaelad, ekstsentrikud ja nukid töö deldakse termiliselt ning lihvitakse.



Joon. 83. Jaotusvõlli nuki sümmeetriliselt kumer profiil.

Jaotusvõllid pöörlevad laagrites, mis on paigutatud plokk-karteri välis- ja vaheseintesse.

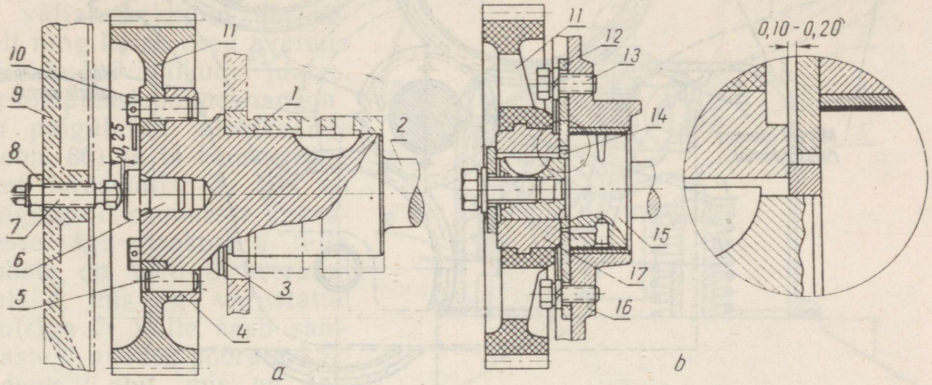
Mootorite Д-16 ja Д-20 jaotusvõllid pöörlevad kuullaagritel. Kõigil ülejäänud mootoritel jaotusvõllidel on liugelaagrid: antifriktsioonilisest malmist puksid (Д-28, Д-48Л, Д-54А ja Д-75); babiitkattega (ГАЗ-51А, КДМ-100), sulamiga СОС6—6 kaetud (ЗИЛ-164) või alumiiniumisulamist laagriliudadega (ЯМЗ) teraspuksid.

Et laagriavasid oleks kerge töödelda ning jaotusvõlli lihtne kohale asetada, on paljudel mootoritel (Д-54А, Д-75, ГАЗ-51А jt.) laagrikaelad ja nende puksid astmeliselt väheneva läbimõõduga.

Mõningate automootorite jaotusvõllidel on peale nukkide ka võlliga ühes tükis valmistatud ekstsentrik *3* (joon. 82), mis käitab bensiinipumpa, ja õlipumba ajamihammasratas *5*.

Jaotusvõlli eesmisele otsale on paigutatud jaotusvõlli ajamihammasratas.

Jaotusvõlli telglõtku suurus puksides on 0,08—0,25 mm. Mootorites Д-28, Д-54А ja Д-75 piiratakse jaotusvõlli *2* telgnihkumist (joon. 84, *a*) ühelt poolt puksiga *1*, mille vastu toetub jaotusvõlli eesmine tugiääris *3*, teiselt küljelt aga kruviga *7*, mis toetub võlli otsa sisse pressitud aksiaalsele tugitapile *6*. Kruvi *7* on keeratud hammasrataste karteri esikaande ja fikseeritud kontramutriga *8*.



Joon. 84. Jaotusvõlli telgnihkumist piirav seadis:

a — mootoril Д-54А; *b* — mootoril ГАЗ-51А; *1* — jaotusvõlli eesmine puks; *2* — jaotusvõll; *3* — jaotusvõlli tugiääris; *4* — äärik; *5* — seadetihvt; *6* — tugitapp; *7* — tugikruvi; *8* — kontramutter; *9* — hammasrataste karbi kaas; *10* — polt; *11* — jaotushammasratas; *12* — tõkkeseib; *13* — polt; *14* — distantsrõngas; *15* — jaotusvõlli laagrikael; *16* — plokk-karter; *17* — jaotushammasratta rumm.

Tugikruvi *7* sfääriline pind ja tugitapi *6* ots on karastatud ning lihvitud. Nende vahele jäetakse pilu 0,25 mm.

Mootoritel ЗИЛ-164, ГАЗ-51А ja М-20 on jaotusvõlli telgnihkumise piiramiseks terasest tõkkeseib *12* (joon. 84, *b*), mis on poltide *13* abil kinnitatud plokk-karteri *16* esiseina külge. See seib on paigutatud jaotusvõlli laagrikaela *15* otsa ja jaotushammasratta rummu *17* otsa vahele. Seib *12* on õhem kui distantsrõngas *14*. Nende kahe detaili paksuste vahe kindlustab võllile tarviliku telglõtku.

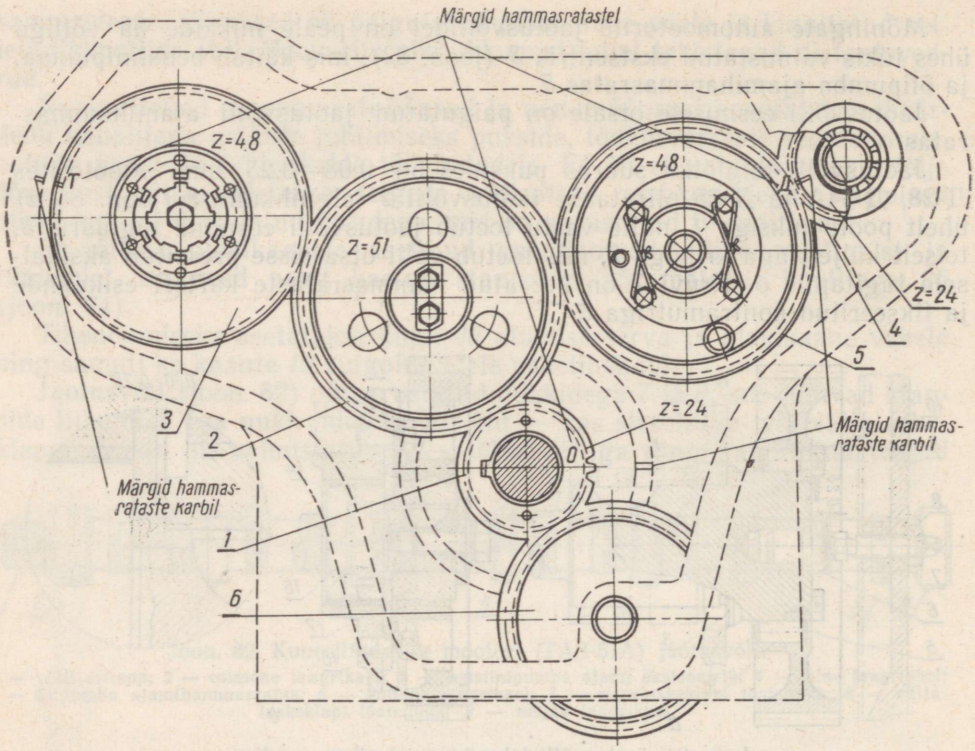
Jaotushammasrattad on jaotusvõlli ajamiks. Nad on paigutatud tavaliselt mootori eesmisele küljele spetsiaalsesse karterisse (karpi), mis on kaetud kaanega.

Jaotushammasrataste arv sõltub sellest, kui kaugel asetseb jaotusvõll väntvõllist. Mootoritel Д-20, М-20, ГАЗ-51А jt. on väntvõlli ja jaotusvõlli hammasrattad vahetult hambumises (vt. joon. 77). Mootoritel Д-54А (joon. 85), Д-75, Д-28 ja Д-48Л on aga jaotusvõlli ja väntvõlli hammasrattad ühendatud vahehammasratta *2* kaudu.

Jaotushammasrataste süsteemi kuuluvad ka hammasrattad *3*, *6* ja *4*, mis käitavad mootori teisi mehhanisme: kütusepumpa, õlipumpa ja ventilaatorit.

Et jaotushammasrataste käik oleks sujuvam ja müra väiksem, tehakse need kaldhammastega.

Jaotushammasrataste materjalina kasutatakse terast, malmi ja plastmassi. Nii on mootorites М-20, М-21, ГАЗ-51А ja 407 veetav hammasratas jaotusvõllil tekstoliidist (plastmassist). Teistel moooritel on jaotushammasrattad metallist. Erinevate materjalide kasutamine vedavate ja veetavate jaotushammasrataste valmistamisel võimaldab vähendada müra nende töötamisel.



Joon. 85. Jaotushammasrataste paigutuse skeem mootoril Д-54A (z — hammaste arv):
1 — väntvõlli hammasrattas; *2* — vahehammasratas; *3* — kütusepumba ajami hammasratas; *4* — ventilaatori ajami hammasratas; *5* — jaotusvõlli hammasratas; *6* — õlipumba ajami vahehammasratas.

Jaotushammasrattad (peale vahehammasratta) kinnitatakse võllidele täpselt kindlaksmääratud asendisse kiilude või poltide abil. Mootori kokkupanemisel tuleb jaotushammasrattad ühendada vastavate märkide järgi, mis tavaliselt on tehtud hammasratastele, kuid mõnikord ka hammasrataste karbile (vt. joon. 77 ja 85). Diislitel Д-54A ja Д-75 on, kui neile on paigutatud kütusepumbad 4TH-8,5×10T, hammasrattal *3* (joon. 85) täiendav märk «Э», mis peab ühtima hammasrataste karteril oleva märgiga. Selline hammasrataste kohalepaigutamine tagab jaotus- ning väntvõlli ja diisli kütusepumba ajami kooskõlastatud pöörlemise. Märkide tähistused ja nende vastastikune paigutus on erinevatel mootoritel erisugune.

Mootoritel Д-54A, Д-75 ja Д-48Л pöörlevad vahehammasrattad terastelgedel (sõrmedel), mis on pressitud plokk-karteri esiseina sisse.

§ 4. Dekompressioonimehhanism

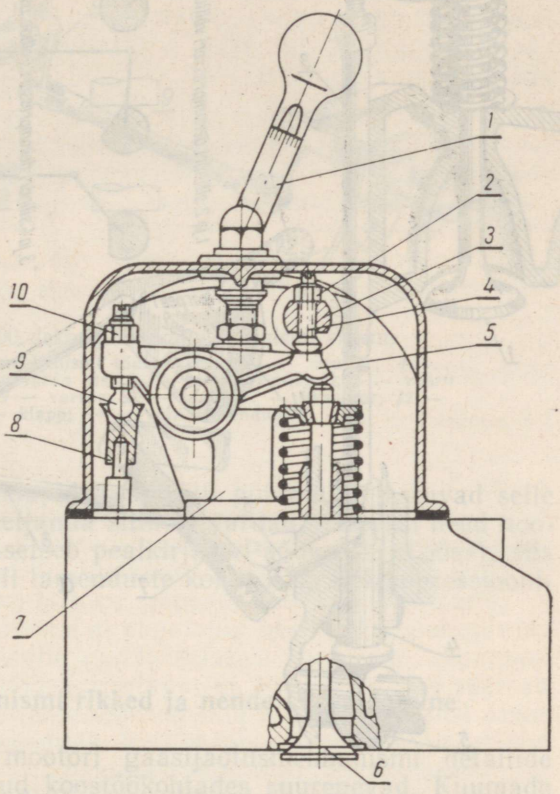
Dekompressioonimehhanism kuulub käivitusmehhanismide süsteemi (vt. XXV ptk. § 1) ja selle ülesandeks on kergendada väntvõlli pööramist kõrge surveastmega mootoritel (diislitel). Et dekompressioonimehhanismi töötamine on tihedalt seotud gaasijaotusmehhanismi tööga, siis vaatleme ka selle konstruktsiooni käesolevas peatükis.

Diiselmootori käivitamisel on tarvis küllaltki suurt jõudu, et ületada silindrites kokkusurutava õhu vastupanu. Et seda vastupanu vähendada, ühendatakse väntvõlli pööramise ajaks diisli põlemiskamber atmosfääriga. Selleks avatakse väljalaskeklapid ja mõnikord ka sisselaskeklapid kogu

tsükli ulatuses. Seetõttu õhurõhk silindris langeb, s. o. diisel on *dekompresseeritud*.

Kui sellise dekompresseeritud diisli väntvõlli pöörata, soojeneb ta aegamööda ja ühtlasi väheneb õli viskoossus ning takistus pöörlemisele. Kui diisli väntvõlli pöörete arv on juba küllalt suur (umbes 300 pööret minutis), lülitatakse välja dekompressioonimehhanism ning sisse kütuse etteandmine.

Diisli Д-48Л dekompressioonimehhanism avab sisse- ja väljalaskeklapid üheaegselt ning hoiab need avatuna kõikide kolvikäikude juures. Dekompressioonimehhanism on paigutatud plokikaande (joon. 86) ja ta koosneb kahest terasvõllist *3*, mis on paigutatud sammaste *7* avadesse. Iga nookuri *5* talla kohale on võlli *3* keeratud polt *4*, mis on varustatud mutriga *2*. Võlle saab sammaste *7* avades pöörata käepideme *1* abil, mis on paigutatud väljapoole, plokikaane katte eesmisele otsale.



Joon. 86. Diiselmootori Д-48Л dekompressioonimehhanism sisselülitatult:

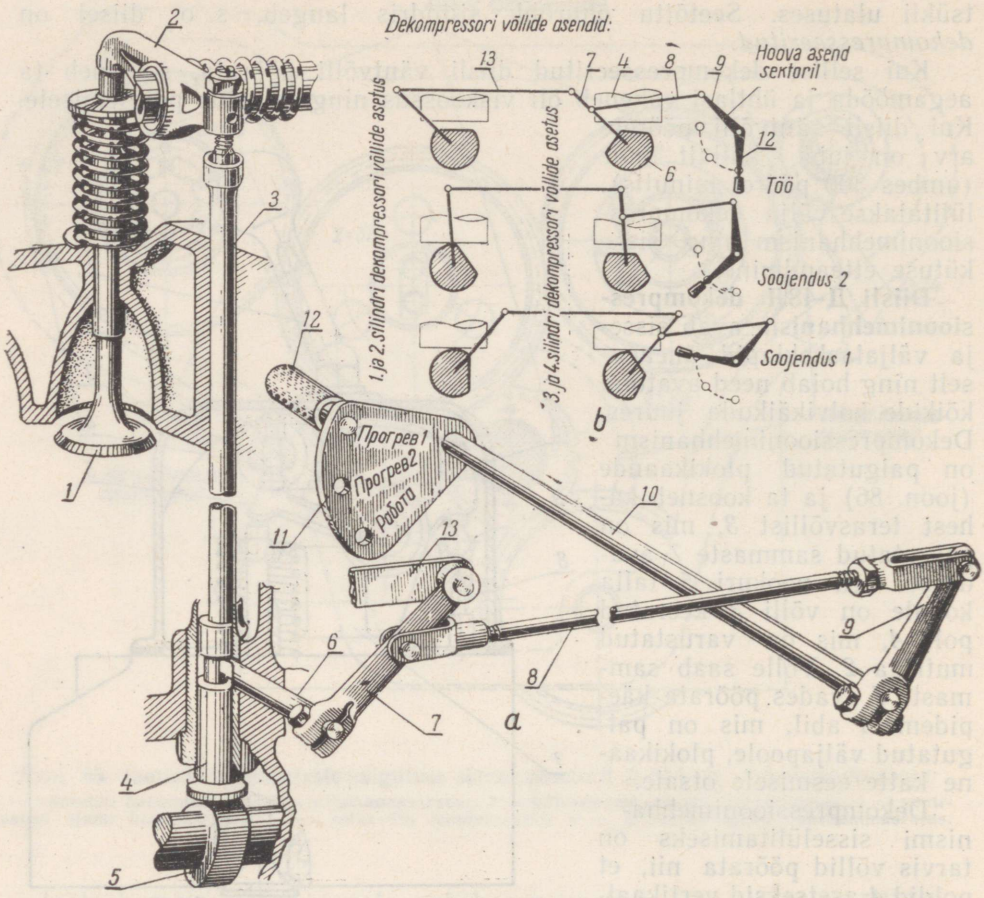
1 — käepide; *2* — mutter; *3* — võll; *4* — dekompressioonimehhanismi polt; *5* — klapinookur; *6* — klapp; *7* — nookurisammas; *8* — tõukurvarras; *9* — reguleerimispolt; *10* — mutter.

Dekompressioonimehhanismi sisselülitamiseks on tarvis võllid pöörata nii, et poldid *4* asetseksid vertikaalselt, sest siis suruvad poltide poolümmargused pead nookurite kaudu klappidele ja avavad need 1—1,25 mm võrra.

Kui dekompressioonimehhanismi on tarvis välja lülitada, pööratakse võllid nii, et poldid võtavad horisontaalasendi.

Diislite Д-54A ja Д-75 dekompressioonimehhanismid mõjuvad ainult sisselaskeklappidele. Mehhanism koosneb neljast võllist *6* (joon. 87,*a*), mis on paigutatud plokk-karteri seina. Võllide otsad lähevad sisselaskeklappide tõukurite *4* ringõnaratesse. Esimese ja teise silindri võllil on üks lamendus, kolmanda ja neljanda silindri võllil aga kaks lamendust, mille omavaheline nurk on 50°. Skeemil (joon. 87,*b*) on näidatud lamenduste paigutus (kui vaadata võllile otsast). Hoobade *7* ja *9* ning varraste *13*, *8* ja *10* süsteemi kaudu on võllid *3* ühendatud fiksaatori käepidemega *12*. Mootoritel Д-54 (alates 1960. aastast) ja Д-75 on hoobade ja varraste süsteem lihtsustatud. Varras *10* läheb läbi plokk-karteri, käepide *12* on aga paigutatud plokk-karteri parempoolsele küljele, kus on vastavad süvendid samasuguste pealkirjadega nagu sektoril *11*.

Dekompressioonimehhanism töötab järgmiselt. Mootori käivitamisel asetatakse käepide *12* sektoril *11* pealkirja «Прорвев 1» («Soojendus 1») kohale; seejuures võllid *6* tõstavad tõukurid üles, avavad kõigi nelja silindri sisselaskeklapid ja hoiavad need avatuna.

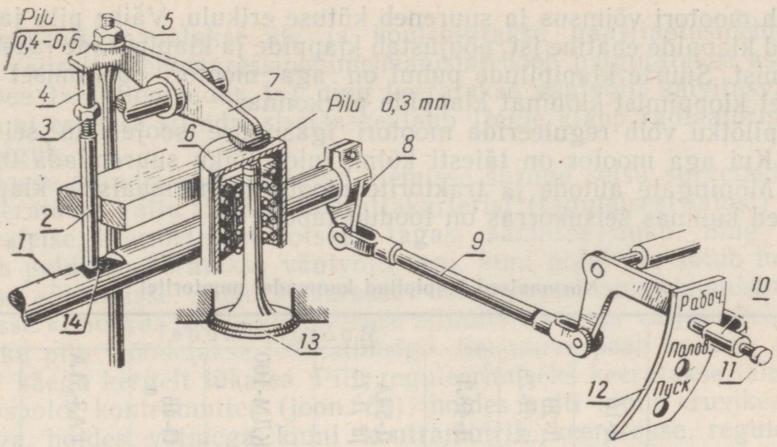


Joon 87. Mootori Д-54A dekompressioonimehhanismi skeem:
1 — sisselaskeklapp; *2* — nookur; *3* — tõukurvarras; *4* — tõukur; *5* — jaotusvõlli nukk; *6* — võll; *7* ja *9* — hoovad; *8* — kahvlitega varras; *10* — varras; *11* — sektor; *12* — fiksaatoriga käepide; *13* — varras.

Käepideme *12* paigutamisel pealkirja «Прогрев 2» («Soojendus 2») kohale asetsevad kolmanda ja neljanda silindri tõukurite õnaratesse minevate võllide lamendused ülalpool. Seepärast on nende silindrite sisselaskeklapid survetakti ajal täielikult suletud ning õhk silindrites surutakse kokku. Esimeses ja teises silindris aga õhu kokkusurumist ei toimu, sest võllid *6* hoiavad nende silindrite sisselaskeklapid avatuna..

Kui paigutada käepide *12* pealkirja «Работа» («Töö») kohale, on kõikide võllide lamendused pööratud ülespoole, mistõttu õhk surutakse kokku kõikides silindrites, s. o. dekompressioonimehhanism on välja lülitatud.

Diisli КДМ-100 dekompressioonimehhanism mõjub sisselaskeklappidele. Mehhanism koosneb neljast vardast *2* (joon. 88), mis toetuvad võlli *1* lamendustele *14*. Varraste otsikud *4* toetuvad sisselaskeklappide *13* nookurite *7* vastu. Esimese ja neljanda silindri varraste kohal olevad võlli lamendused on teise ja kolmanda silindri varraste kohal asetsevate lamenduste suhtes nihutatud. Võll *1* on varda *9* ja hoova *8* kaudu ühendatud hoovaga *10*, mis on varustatud fiksaatoriga *11*. Kui hoob *10* asetada kronsteinil *12* pealkirja «Пуск» («Käivitus») kohale, siis võll pöördub ja vardad *2* suruvad nookuritele, mis avavad kõigi nelja silindri sisselaskeklapid. Kui paigutada hoob *10* pealkirjale «Половина» («Pool»), siis avatakse ainult teise



Joon. 88. Diisli КДМ-100 dekompressoonimehhanismi skeem:
1 — võll; *2* — dekompressioonimehhanismi tõukurvarras; *3* — mutter; *4* — dekompressioonimehhanismi tõukurvarda otsik; *5* — reguleerimispolt; *6* — vedru hülss; *7* — nookur; *8* — hoob; *9* — varras; *10* — hoob; *11* — fiksaator; *12* — kronstein; *13* — klapp; *14* — võlli lamendus.

ja kolmanda silindri sisselaskeklapid, sest võlli pööramisel satuvad selle lamenduste kohale esimese ja neljanda silindri vardad, mistõttu need nookuritele ei suru. Kui hoob *10* asetseb pealkirjal «Рабочее» («Töös»), siis on kõikide silindrite vardad võlli lamenduste kohal ning dekompressioonimehhanism on välja lülitatud.

§ 5. Gaasijaotusmehhanismi rikked ja nende kõrvaldamine

Ekspluatatsioonis kuluvad mootori gaasijaotusmehhanismi detailide koostöötavad pinnad ning lõtkud koostöökohtades suurenevad. Kuumade gaaside, löökkoormuste ja tahmumise toimel muutub klappide ist pesades ebatihedaks.

Gaasijaotusmehhanismi detailide iseloomulikud defektid on järgmised: klapi ja klapipesa faaside kulumine ja väljapõlemine; klapisääre kulumine nii läbimõõdult kui ka pikkuselt; nookuri talla, klapi juhtpuksi ja tõukuri kulumine; klapi vedru pinguse kaod ja vedru lühenemine; tõukurvarda kulumine läbimõõdus, jaotusvõlli nukil töötava tõukuri pinna kulumine ja tõukuri otsas oleva vardapesa sügavamaks kulumine; jaotusvõlli nukkide ja laagrikaelte, jaotusvõlli laagrite ja jaotushammasrataste hammaste kulumine.

Loetletud defektidega kaasneb mootori võimsuse ja ökonoomsuse vähenemine, õhu sisseimemine ja küttesegu lahjenemine, gaaside läbilöögid, klappide kloppimine.

Gaasijaotusmehhanismi normaalse töö tagamiseks tuleb perioodiliselt vastavalt tehnilise hooldamise eeskirjadele kontrollida ja pingutada plokikaane, nookurisammaste ja mehhanismi teiste detailide kinnitusi; kontrollida ja reguleerida klappide ja dekompressioonimehhanismi (КДМ-100) paisumispilusid ja samuti ka jaotusvõlli telglõtku. Peale selle on tarvis kontrollida klappide hermeetilist sulgemist ja vedrude pingust.

Klappide paisumispilude reguleerimine. Klappide õigeaegset avanemist ja sulgumist võib häirida ebaõige paisumispilu (klapilõtk) klapi ja nookuritalla või tõukuri vahel.

Liiga suur või liialt väike klapipilu vähendab silindri täitumist küttesegu ja halvendab silindri puhastamist heitgaasidest. Selle tagajärjel

väheneb mootori võimsus ja suureneb kütuse erikulu. Väike pilu ja sellest tingitud klappide ebatihe ist põhjustab klappide ja klapipesade faaside väljapõlemist. Suurte klapipilude puhul on aga mootori töötamisel kuulda metalset kloppimist-klõbinat klappide piirkonnas.

Klapilõtku võib reguleerida mootori igasuguse soojusliku seisukorra puhul. Kui aga mootor on täiesti külm, tuleb lõtku suurendada 0,05 mm võrra. Mõningate autode ja traktorite mootorite normaalsete klapipilude suurused kuumas seisukorras on toodud tabelis 5.

Tabel 5

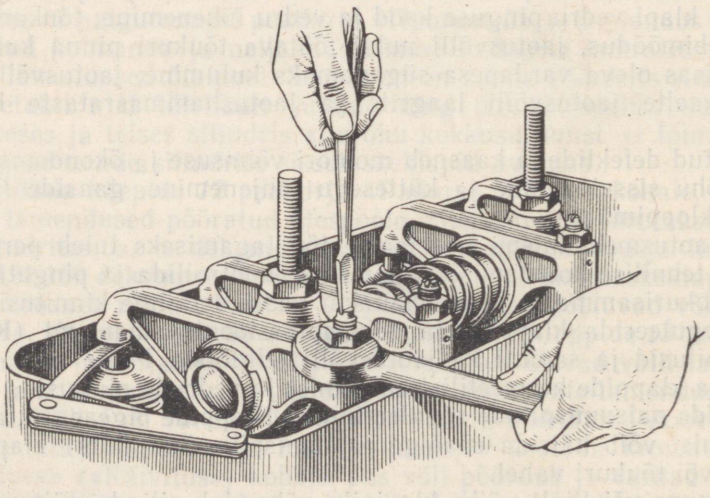
Normaalsed klapipilud kuumadel mootoritel

	Mootori mudel							
	Д-16	Д-20 ja Д-28	Д-48Л	Д-54А ja Д-75	КДМ-100	П-46	ГАЗ-51А	ЗИЛ-164
Sisselaskeklapp	0,20	0,25	0,25	0,25	0,30	0,20	0,18	0,15—0,20
Väljalaskeklapp	0,25	0,30	0,25	0,30	0,30	0,20	0,23	0,15—0,20

Külgklappidega mootoritel (näiteks ГАЗ-51А) reguleeritakse klapipilu järgmiselt. Pööratakse käivitusvända abil väntvõlli ja seatakse jaotusvõll *10* (joon. 75) niisugusesse asendisse, mille puhul esimene väljalaskeklapp on täiesti avatud. Selles asendis kontrollitakse lehtkaliibriga ja tarbe korral reguleeritakse teise, kolmanda ja kuuenda väljalaskeklapi ning esimese, kolmanda ja viienda sisselaskeklapi pilusid. Pilu reguleerimiseks lõdvendatakse kontramutter *8* ja reguleerimispolti *7* võtmega keerates reguleeritakse lehtkaliibri järgi pilu normaalseks. Siis hoitakse ühe võtmega reguleerimispolti ning keeratakse teise võtmega kontramutter kinni, mille järel pilu uuesti kontrollitakse lehtkaliibriga.

Edasi pööratakse väntvõlli täispöörde võrra ja, kui kuues väljalaskeklapp on täielikult avatud, kontrollitakse ning reguleeritakse ülejäänud klappide pilud.

Rippklappidega mootoritel (näiteks Д-54А ja Д-75) reguleeritakse klapipilusid järgmiselt.



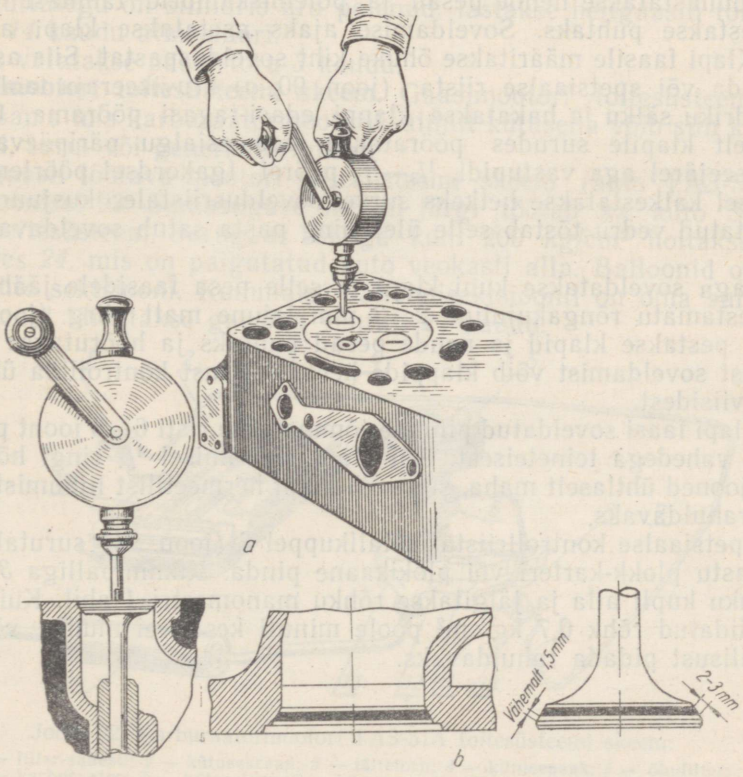
Joon. 89. Klapipilu reguleerimine mootoritel Д-54А ja Д-75.

Kõigepealt vaadatakse üle ja kontrollitakse gaasijaotusmehhanismi detaile väliselt. Dekompressioonimehhanismi hoob paigutatakse asendisse «Прорвев 1» («Soojendus 1») ning keeratakse väntvõlli käivitusvändaga seni, kuni esimese silindri sisselaskeklapp (teine klapp radiaatorist arvates) sulgub.

Esimese silindri kolb seatakse ülemisse surnud seisu survetaktil. Selleks keeratakse välja tikkpolt hoorattakarterist (tagumisest talast) ja asetatakse teise, keermetamata otsaga tagasi samasse auku, ning kergelt surudes poldile, pööratakse väntvõlli seni, kuni poldi ots satub hoorattal olevasse süvendisse. Siis asetatakse dekompressioonimehhanismi hoob asendisse «Работа» («Töö»). Esimese silindri sisse- ja väljalaskeklappide tegelikku pilu mõõdetakse lehtkaliibriga. Seejuures peab kaliiber minema pilusse käega kergelt lükates. Pilu reguleerimiseks keeratakse lahti reguleerimispoldi kontramutter (joon. 89), hoides polti kinni kruvikeerajaga. Siis aga, hoides võtmega kinni kontramutrit, keeratakse reguleerimiskruvi sissepoole (kui on tarvis pilu vähendada), või väljapoole (kui on tarvis pilu suurendada). On pilu seatud, keeratakse kontramutter kinni ja kontrollitakse pilu uuesti, pöörates ühtlasi varrast, et kindel olla tema vabas pöörlemises.

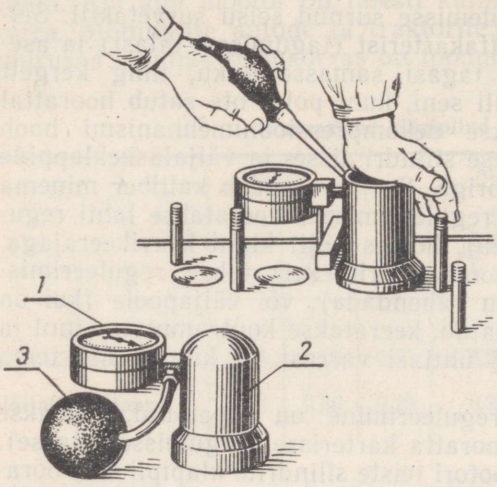
Kui esimese silindri klappide reguleerimine on lõpetatud, võetakse tikkpolt välja ja kruvitakse jälle hooratta karterisse (tagumisse talasse). Edasi kontrollitakse samal viisil mootori teiste silindrite klapipilud. Pööranud väntvõlli esimese poolpöörde, reguleeritakse klapipilud kolmandal silindril jne.

Dekompressioonimehhanismi reguleerimine mootoritel Д-48Л ja КДМ-100 toimub üheaegselt klapipilude reguleerimisega.



Joon. 90. Klappide soveldamine (lihvimine):
a — klappide soveldamine spetsiaalse riistaga; *b* — mati pinnaga ringvööndi asetsemine klapi faasil ja pesal pärast soveldamist.

Mootoril КДМ-100 tuleb pärast sisselaskeklapi pilu kontrollimist ja reguleerimist kontrollida lehtkaliibri abil pilu ka dekompressioonimehhanismi varda otsiku *4* (joon. 88) ja sisselaskeklapi nookuri *7* vahel. See pilu peab olema 0,4—0,6 mm piirides. Reguleerimiseks tuleb lõdvendada kontramutrit *3* ja varda otsikut peale või ära keerates seada pilu normaalseks. Pärast kontramutri kinnikeeramist tuleb pilu lõplikult kontrollida.



Joon. 91. Seadis klappide hermeetilisuse kontrollimiseks.

Jaotusvõlli telglõtku mootoritel Д-28, Д-54А ja Д-75 reguleeritakse tugikruvi kulumise või lahtipöördumise korral, samuti ka siis, kui jaotushammasrataste karbi kaas on maha võetud. Reguleerimisel lõdvendatakse kontramutrit *8* (joon. 84), keeratakse tugikruvi *7* kuni toetumiseni vastu jaotusvõlli *2* tugitappi *6*. Seejärel keeratakse tugikruvi $^1/_4$ pööret tagasi ja kinnitatakse kontramutriga.

Klappide soveldamisega kõrvaldatakse klapi faasidelt ja pesadelt väikesed kulumised. Enne klappide soveldamist puhastatakse nende pesad ja põlemiskambrid tahmast (koksist) ning pestakse puhtaks. Soveldamise ajaks asetatakse klapi alla nõrk vedru. Klapi faasile määritakse õhuke kiht soveldusspastat. Siis asetatakse puurvända või spetsiaalse riista (joon. 90, *a*) kruvikeeraja taoline otsik klapitaldriku sälku ja hakatakse klappi edasi-tagasi pöörama. Ühtlaselt ja kergelt klapile surudes pööratakse teda esialgu päripäeva $^1/_4$—$^1/_3$ pööret, seejärel aga vastupidi, $^1/_3$—$^1/_2$ pööret. Igakordsel pöörlemissuuna muutmisel katkestatakse hetkeks surve soveldusriistale, kusjuures klapi alla asetatud vedru tõstab selle üles ning pasta satub soveldavatele pindadele.

Pastaga soveldatakse kuni klapi ja selle pesa faasidele jääb ühtlane ja katkestamatu rõngakujuline 2—3 mm laiune matt viirg (joon. 90,*b*). Seejärel pestakse klapid ja nende pesad puhtaks ja hõõrutakse kuivaks.

Pärast soveldamist võib klappide hermeetilisust kontrollida ühel järgmistest viisidest.

1. Klapi faasi soveldatud pinnale tõmmatakse risti 6—8 joont pliiatsiga ühtlaste vahedega teineteisest. Kui klapi pööramisel $^1/_4$ ringi hõõrutakse pliiatsi jooned ühtlaselt maha, siis võib klapi hermeetilist liibumist pesasse pidada rahuldavaks.

2. Spetsiaalse kontrollriista metallkuppel *2* (joon. 91) surutakse klapi kohal vastu plokk-karteri või plokikaane pinda. Kummipalliga *3* pumbatakse õhku kupli alla ja jälgitakse rõhku manomeetri *1* abil. Kui viimase poolt näidatud rõhk 0,7 kg/cm² poole minuti kestel ei muutu, võib klapi hermeetilisust pidada rahuldavaks.

NELJAS OSA

MOOTORI TOITESÜSTEEM JA REGULAATOR

IX peatükk

MOOTORITE TOITESÜSTEEMIDE SKEEMID. KÜTUSEPAAKIDE, -FILTRITE JA ETTEANDEPUMPADE EHITUS

§ 1. Mootorite toitesüsteemide skeemid

Karburaatormootori toitesüsteemi skeem. Karburaatormootori toitesüsteemi ülesandeks on õhust ja kütusest nõutava omadustega küttesegu moodustamine ja selle tarvilikul hulgal etteandmine mootori silindritesse.

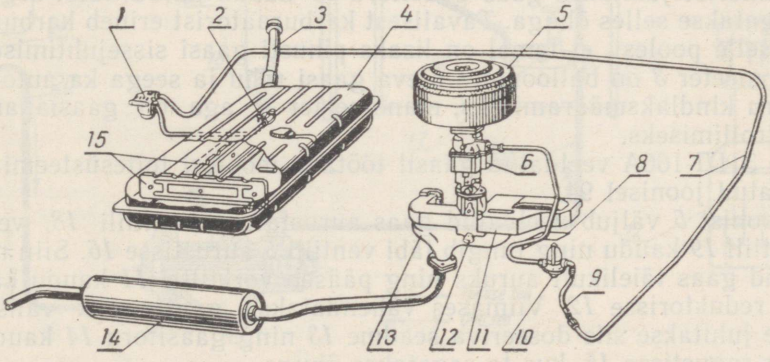
Kütus pumbatakse paagist *4* (joon. 92) kütusepumbaga *10* filter-sadesti *1* ja kütusetoru *7* kaudu karburaatorisse *6*. Filter-sadesti puhastab kütuse kõrvalistest lisanditest. Sisselasketaktil imeb kolb karburaatorisse välisõhku õhufiltri (õhupuhasti) *5* kaudu, mis kõrvaldab õhust sellega kaasa liikuvad lisandid. Karburaatoris kütus pihustatakse, segatakse õhuga ja ta hakkab aurustuma. Küttesegu valmistamise protsess jätkub sisselasketorus *11*, mida läbides kütus üha enam aurustub ja seguneb õhuga. See protsess lõpeb mootori silindris sisselaske- ja survetaktide ajal.

Kui küttesegu on silindris ära põlenud, lastakse heitgaasid toru *13* ja summuti *14* kaudu atmosfääri.

Kütus valatakse paaki toru *3* kaudu.

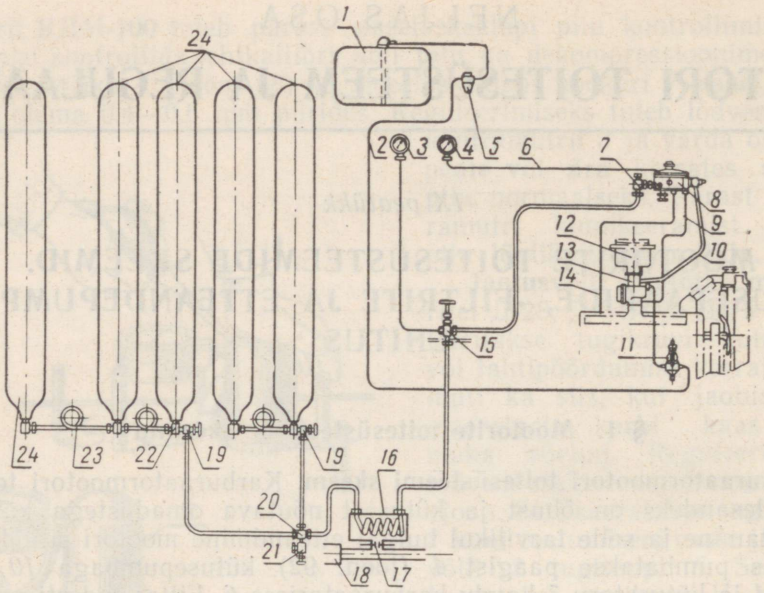
Gaasimootori toitesüsteemi skeem. Gaasimootori toitesüsteemi ülesanne on sama mis karburaatormootoril, ainult kütusena võib siin kasutada veeldatud, suru- või generaatorigaasi.

Surugaasil töötava mootori toitesüsteemi skeem (auto ГАЗ-51Б) on toodud joonisel 93. Samasuguse skeemi järgi töötab ka auto ЗИЛ-166 mootori toitesüsteem. Surugaas rõhuga kuni 200 kg/cm² hoitakse teras-balloonides *24*, mis on paigutatud auto veokasti alla. Balloonid on ühendatud kahte sektsiooni. Kummalgi balloonisektsioonil on oma sulgventiil *19*. Balloonid täidetakse gaasiga ventiili *21* kaudu.



Joon. 92. Karburaatormootori ГАЗ-51А toitesüsteemi skeem:

1 — filter-sadesti; *2* — kütusekraan; *3* — täitetoru; *4* — kütusepaak; *5* — õhufilter; *6* — karburaator; *7* — kütusetoru; *8* — kütusepumba kilp; *9* — voolik; *10* —kütusepump; *11* — sisselasketoru; *12* — küttesegu eelsoojenduse reguleerimise sektor; *13* — väljalasketoru; *14* — summuti; *15* — paagi vaheseinad.



Joon. 93. Surugaasil töötava mootori (auto ГАЗ-51Б) toitesüsteemi skeem:

1 — bensiini paak; *2* — bensiinitoru; *3* — manomeeter mõõteulatusega 300 kg/cm²; *4* — manomeeter mõõteulatusega 8 kg/cm²; *5* — bensiini filter-sadesti; *6* — manomeetri toru; *7* — gaasifilter; *8* — gaasireduktor; *9* — tühikäigu gaasitoru; *10* — gaasitoru reduktorist karburaator-segustisse; *11* — bensiinipump; *12* — õhupuhasti; *13* — karburaator-segusti; *14* — lahtikoormamisseadise toru; *15* — magistraalventiil; *16* — gaasi eelsoojendi; *17* — vahetatav seib gaasi eelsoojenduse reguleerimiseks; *18* — summuti; *19* — sulgventiil; *20* — ristmik; *21* — täiteventiil; *22* — sektsiooni ventiil; *23* — kõrgrõhu gaasitoru kompensatsioonikeeruga; *24* — balloon.

Kui ventiilid *19* ja *15* on avatud, tungib gaas gaasitoru *23*, eelsoojendi *16* ja filtri *7* kaudu reduktorisse *8*, milles gaasi rõhk väheneb kuni välisrõhuni (atmosfäärirõhuni).

Spiraalikujulist eelsoojendit *16* kuumutatakse heitgaasidega. Eelsoojendus on tarvilik seepärast, et rõhu järsul langusel reduktoris jahtub gaas tugevasti ja selles leiduv niiskus võib muutuda jääosakesteks, mis võivad takistada gaasi normaalset etteandmist mootorile. Filter *7* peab kinni mehaanilised lisandid.

Reduktorist juhitakse gaas gaasitoru *10* kaudu karburaator-segustisse *13* ja segatakse selles õhuga. Tavalisest karburaatorist erineb karburaator-segusti selle poolest, et temal on lisaks pihusti gaasi sissejuhtimiseks.

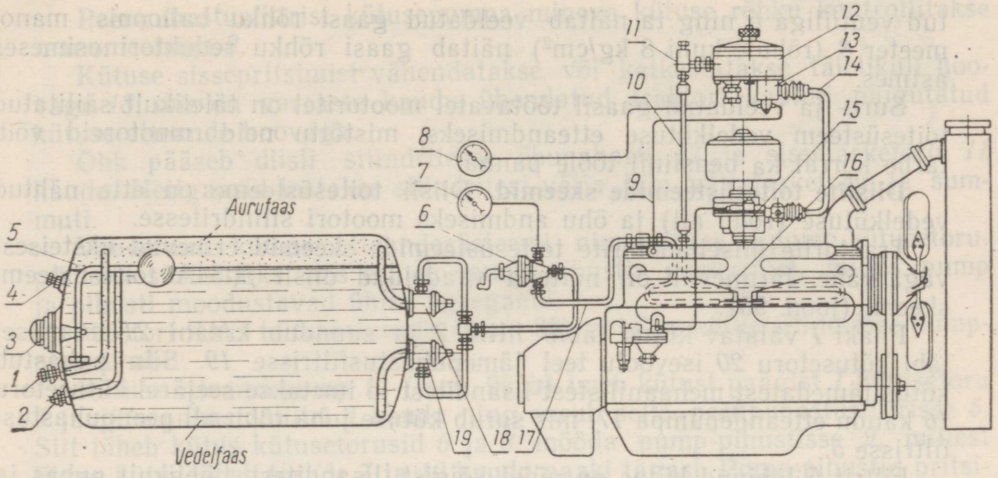
Manomeeter *3* on balloonides oleva gaasi rõhu ja seega ka autol oleva gaasivaru kindlaksmääramiseks, manomeeter *4* aga on gaasiaparatuuri töö kontrollimiseks.

Auto ЗИЛ-166А veeldatud gaasil töötava mootori toitesüsteemi skeem on näidatud joonisel 94.

Balloonist *5* väljub veeldatud gaas aurustatuna ventiili *18*, vedelana aga ventiili *19* kaudu ning tungib läbi ventiili *6* aurustisse *16*. Siin muutub veeldatud gaas täielikult auruks ning pääseb võrkfiltri *11* kaudu kaheastmelisse reduktorisse *12*. Viimases vähendatakse gaasi rõhk välisrõhuni ning see juhitakse siis doseeriva seadme *13* ning gaasitoru *14* kaudu karburaator-segustisse *15*, kus ta segatakse õhuga.

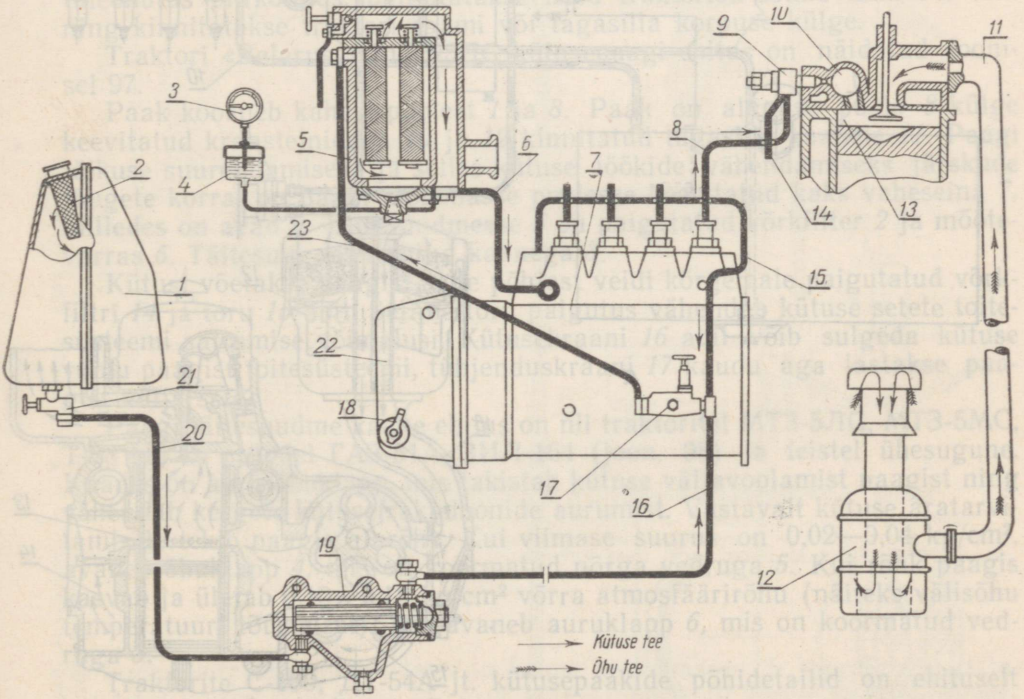
Balloon täidetakse ventiili *4* kaudu. Kui gaasi rõhk balloonis tõuseb üle normaalse määra (16 kg/cm²), hakkab tööle kaitseklapp *1*, mis laseb gaasi atmosfääri.

Manomeeter *7* (mõõtepiirkonnaga rõhule kuni 25 kg/cm²) on ühenda-



Joon. 94. Veeldatud gaasil töötava mootori (auto ЗИЛ-166А) toitesüsteemi skeem:

1 — ballooni kaitseklapp; *2* — gaasi maksimaaltaseme kontrollventiil; *3* — vedeliku taseme näitaja; *4* — ballooni täiteventiil; *5* — balloon; *6* — magistraalventiil; *7* — ballooni manomeeter mõõteulatusega 25 kg/cm²; *8* — reduktori manomeeter mõõteulatusega 8 kg/cm²; *9* — lahtikoormamisseadise toru; *10*, *14* ja *17* — gaasitorud; *11* — filter; *12* — reduktor; *13* — dosaator; *15* — karburaator-segusti; *16* — aurusti; *18* — auruventiil; *19* — vedelikuventiil.



Joon. 95. Mootori Д-54А toitesüsteemi skeem:

1 — kütusepaak; *2* — kütusepaagi filter; *3* — manomeeter; *4* — paak-kompensaator; *5* — peenpuhastusfilter; *6*, *16*, *20* ja *23* — madalrõhu-kütusetorud; *7* — kütusepump; *8* — kõrgrõhu kütusetoru; *9* — pihusti; *10* — pööriskamber; *11* — sisselasketoru; *12* — õhupuhasti; *13* — diisli silinder; *14* — äravoolutoru; *15* — kütuse äravoolutoru kütusepumbast etteandepumpa; *17* — etteandepump; *18* — regulaatori hoob; *19* — kütuse jämepuhastusfilter; *21* — kütusekraan; *22* — kõigirežiimne regulaator.

tud ventiiliga *6* ning ta näitab veeldatud gaasi rõhku balloonis; manomeeter *8* (rõhule kuni 8 kg/cm²) näitab gaasi rõhku reduktori esimeses astmes.

Suru- ja veeldatud gaasil töötavatel mootoritel on täielikult säilitatud toitesüsteem vedelkütuse etteandmiseks, mistõttu neid mootoreid võib tarbe korral ka bensiinil tööle panna.

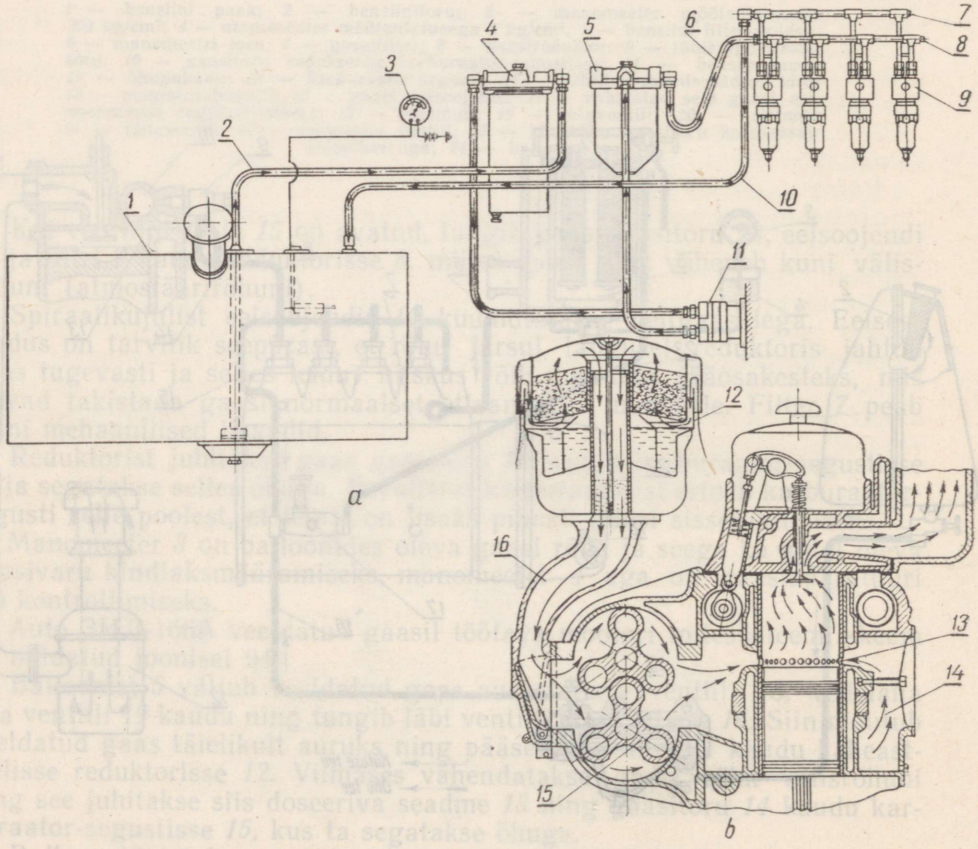
Diislite toitesüsteemide skeemid. Diisli toitesüsteeme on ette nähtud vedelkütuse (rõhu all) ja õhu andmiseks mootori silindritesse.

Traktorite diiselmootorite toitesüsteemide skeemid erinevad üksteisest väga vähe. Järgnevalt on näitena vaadeldud diisli Д-54А toitesüsteemi skeemi (joon. 95).

Paaki *1* valatav kütus läbib filtri *2* ja suundub kraani *21* avamisel läbi kütusetoru *20* isevoolu teel jämepuhastusfiltrisse *19*. Siin puhastub kütus jämedatest mehaanilistest lisanditest ja imetakse seejärel kütusetoru *16* kaudu etteandepumpa *17*, mis surub kütuse juba rõhu all peenpuhastusfiltrisse *5*.

Filtrit *5* läbinud kütus on nüüd kõigist lisanditest täielikult puhas ja läheb edasi madalrõhu-kütusetoru *6* kaudu kütusepumpa *7*, mis surub kütuse kõrge rõhu all kõrgerõhu-kütusetoru *8* kaudu pihustisse *9*.

Pihustitest pihustatakse kütus silindrite pööriskambritesse *10*, kust ta tungib silindrisse *13*. Pihusti detailide lõtkudest läbitungiv kütus voolab välja toru *14* kaudu. Pumba poolt etteantud liigne kütus aga juhitakse kütusetoru *15* kaudu tagasi etteandepumpa.



Joon. 96. Mootori ЯМЗ-204А toitesüsteemi skeem:

a — diislile kütuse etteandmise skeem; *b* — diislile õhu etteandmise skeem; *1* — paak; *2*, *6*, *7*, *8* ja *10* — kütusetorud; *3* — kütusenäitaja; *4* — jämepuhastusfilter; *5* — peenpuhastusfiiter; *9* — pumppihusti; *11* — etteandepump; *12* — õhupuhasti; *13* — avad; *14* — õhukamber; *15* — õhulaadija; *16* — sisselasketoru.

Peenpuhastusfiltrist kütusepumpa mineva kütuse rõhku kontrollitakse manomeetriga *3*.

Kütuse sissepritsimist vähendatakse või katkestatakse täielikult hoovaga *18*, mis on varraste kaudu ühendatud traktori kabiini paigutatud kütuse etteande hoovaga.

Õhk pääseb diisli silindritesse õhupuhasti *12* ja sisselasketoru *11* kaudu. Heitgaasid lastakse silindritest välja läbi väljalasketoru ja summuti.

Vaadeldud kütuse etteandesüsteemi nimetatakse «pump-kütusetoru-pihusti» süsteemiks, mis erineb «pump-pihusti» süsteemist, milles pump ja pihusti moodustavad ühise agregaadi.

Mootori ЯМЗ toitesüsteemis (joon. 96) antakse kütus silindrisse pump-pihusti abil.

Kütuse etteandepump *11* (joon. 96, *a*) imeb kütust paagist *1* kütusetoru *2* ja jämepuhastusfiltri *4* kaudu ning surub selle peenpuhastusfiltrisse *5*. Siit läheb kütus kütusetorusid *6* ja *8* mööda pump-pihustisse *9*, millest liigne kütus läheb torude *7* ja *10* kaudu paaki tagasi. Pump-pihustid pritsivad kütust mootori silindritesse.

Mootoril ЯМЗ imeb õhulaadija *15* (joon. 96, *b*) õhku õhupuhasti *12* ja sisselasketoru *16* kaudu ning surub selle läbi kambri *14* ja avade *13* silindritesse.

§ 2. Kütusepaagid

Kütusepaagid on valmistatud lehtterasest. Paagi maht on arvestatud vähemalt mootori 10-tunniliseks tööks täiskoormusega.

Et kütusepaake oleks mugav täita ja et nad asetseksid võimalikult tuleohutus piirkonnas, paigutatakse need traktoristi istme taha või alla ning kinnitatakse traktori raami või tagasilla korpuse külge.

Traktori «Belaruss» МТЗ-5ЛС kütusepaagi ehitus on näidatud joonisel 97.

Paak koosneb kahest poolest *1* ja *8*. Paak on alumise poole *8* külge keevitatud kronsteinidega *10* ja *12* kinnitatud tagasilla kaanele *11*. Paagi jäikuse suurendamiseks ja selles kütuse löökide vähendamiseks järskude tõugete korral on paagi mõlemasse poolesse keevitatud kaks vaheseina *7*, milledes on avad *9*. Täitesuudmesse *5* on paigutatud võrkfilter *2* ja mõõtevarras *6*. Täitesuue on suletud kaanega *3*.

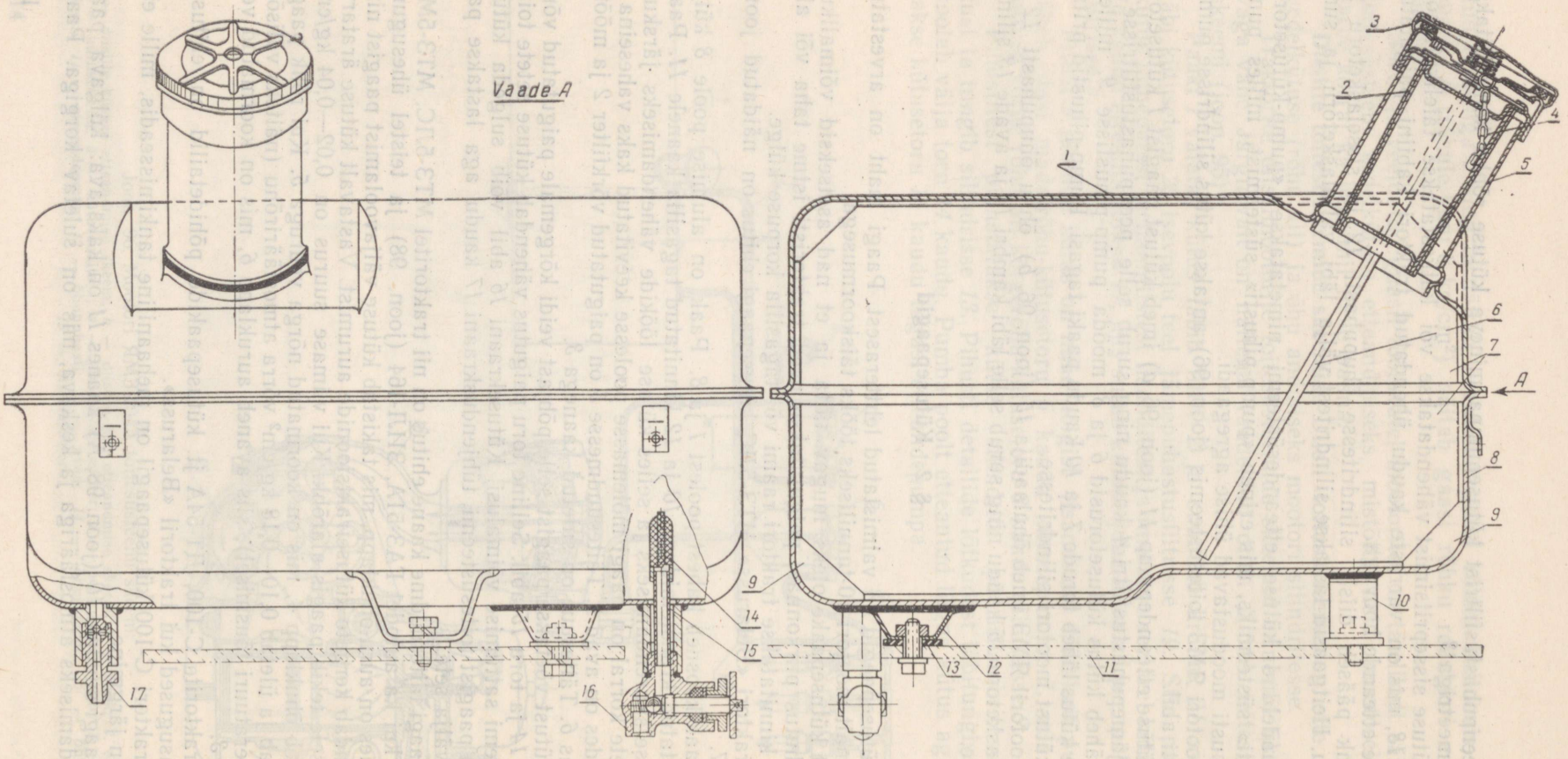
Kütust võetakse paagist selle põhjast veidi kõrgemale paigutatud võrkfiltri *14* ja toru *15* abil. Selline toru paigutus vähendab kütuse setete toitesüsteemi sattumise võimalusi. Kütusekraani *16* abil võib sulgeda kütuse voolu paagist toitesüsteemi, tühjenduskraani *17* kaudu aga lastakse paagist välja sete.

Paagi täitesuudme kaane ehitus on nii traktoritel МТЗ-5ЛС, МТЗ-5МС, Т-28 kui ka autodel ГАЗ-51А, ЗИЛ-164 (joon. 98) ja teistel ühesugune. Kaanes on auru-õhuklapp, mis takistab kütuse väljavoolamist paagist ning vähendab kergete kütusefraktsioonide aurumist. Vastavalt kütuse äratarvitamisele tekib paagis alarõhk. Kui viimase suurus on 0,02—0,04 kg/cm², avaneb õhuklapp *4*, mis on koormatud nõrga vedruga *5*. Kui rõhk paagis kasvab ja ületab 0,10—0,18 kg/cm² võrra atmosfäärirõhu (näiteks välisõhu temperatuuri tõusmisel), siis avaneb auruklapp *6*, mis on koormatud vedruga *3*.

Traktorite С-100, ДТ-54А jt. kütusepaakide põhidetailid on ehituselt samasugused kui traktoril «Belaruss».

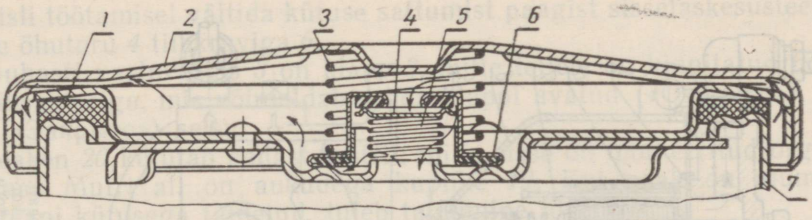
Traktori С-100 kütusepaagil on mehaaniline tankimisseadis, mille ehitus on järgmine.

Paagi suudme *10* (joon. 98, А) kaanes *11* on kaks ava: külgava paagi ühendamiseks atmosfääriga ja keskava, mis on suletav korgiga. Paagi

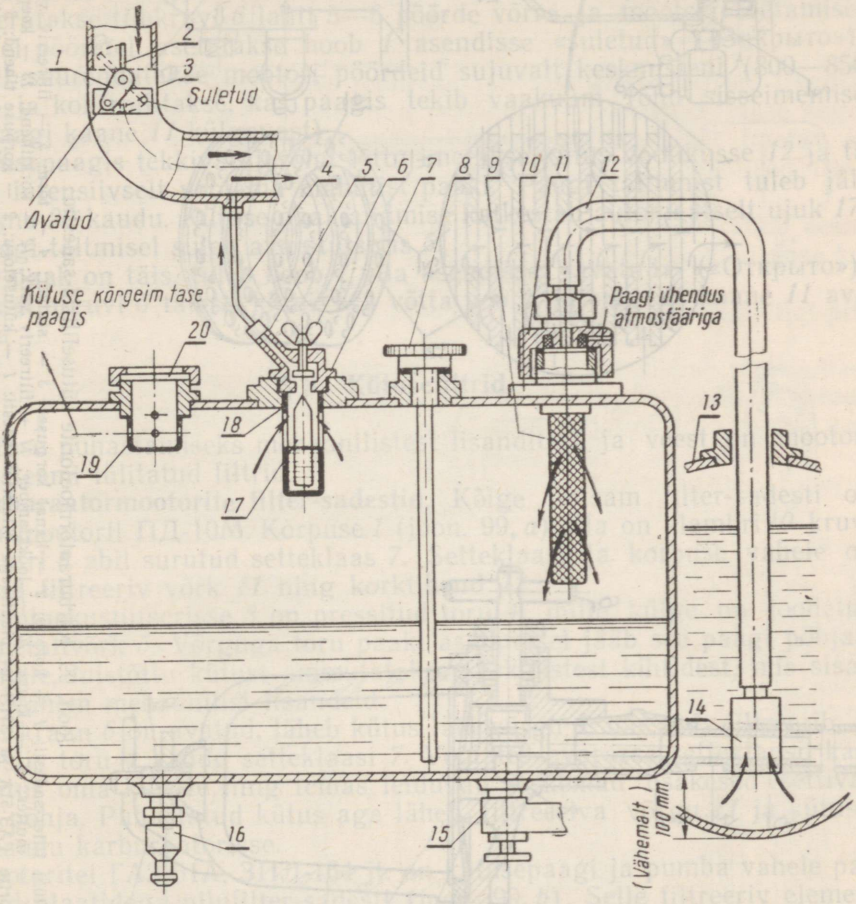


Joon. 97. Traktori «Belaruss» МТЗ-5ЛС kütusepaak:

1 — paagi ülemine pool; *2* — võrkfilter; *3* — täitesuudme kaas; *4* — kaane kett; *5* — täitesuue; *6* — mõõtevarras; *7* — vaheseinad; *8* — paagi alumine pool; *9* — avad paagi vaheseintes; *10* — paagi tagumine kinnituskronstein; *11* — tagasilla kaas; *12* — paagi eesmine kinnituskronstein; *13* — kummist vaheleht; *14* — filter; *15* — toru; *16* — kütusekraan; *17* — tühjenduskraan.



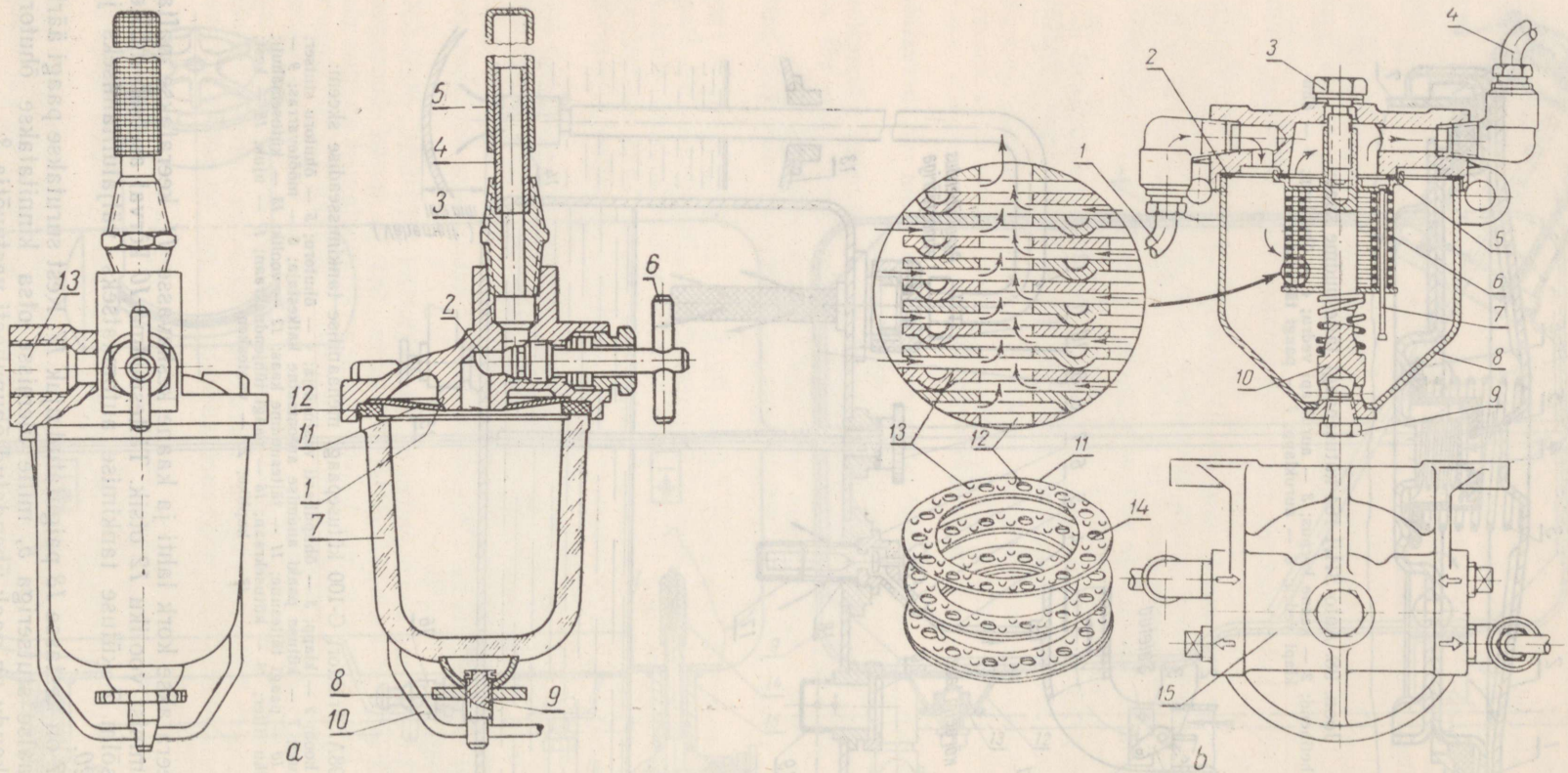
Joon. 98. Auto ЗИЛ-164 kütusepaagi täitesuudme kaas:
1 — vahetihend; *2* — kaane korpus; *3* — auruklapi vedru; *4* — õhuklapp; *5* — õhuklapi vedru; *6* — auruklapp; *7* — paagi täitesuue.



Joon. 98A. Traktori C-100 kütusepaagi mehaanilise tankimisseadise skeem:
1 — klapi hoob; *2* — klapp; *3* — õhupuhasti vastuvõtja; *4* — õhutoru; *5* — õhutoru stutser; *6* — tiibkruvi; *7* — kütuse paaki andmise automaatne katkestaja; *8* — mõõtevarras; *9* — võrkfilter; *10* — paagi täitesuue; *11* — täitesuudme kaas; *12* — voolik; *13* — kütusemahuti; *14* — vooliku filter; *15* — kütusekraan; *16* — paagi tühjenduskraan; *17* — ujuk; *18* — kest; *19* — kuplike; *20* — vaateaken.

täitmisel keeratakse kork lahti ja kaane keskavasse *11* keeratakse naftakindlast kummist vooliku *12* otsik. Täitesuudme *10* kõrval asetseb mõõtevarras *8*, sõlm *7* kütuse tankimise automaatseks väljalülitamiseks ja vaateaken *20*.

Sõlmes *7* on kestasse *18* paigutatud ujuk *17*. Kest surutakse paagi äärikule spetsiaalse stutseriga *5*, mille ülemisse otsa kinnitatakse õhutoru *4*. Viimase kaudu on paak ühendatud õhupuhasti vastuvõtja *3*.



Joon. 99. Karburaatormootorite kütusefiltrid-sadestid:

a — mootori ПД-10М filter-sadesti: *1* — korpus; *2* — kanal korpuses; *3* — stutser; *4* — toru; *5* — filtreeriv võrk; *6* — kraan; *7* — setteklaas; *8* — mutter; *9* — kruvi; *10* — lookklamber; *11* — filtreeriv võrk; *12* — korktihend; *13* — keermetatud ava korpuses; *b* — mootorite ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164 plaatidega pilufilter-sadesti: *1* — kütusetoru; *2* — korpuse tihend; *3* — polt; *4* — toru kütuse andmiseks pumpa; *5* — tihend; *6* — filtreeriv element; *7* — varras; *8* — korpus; *9* — tühjendusava kork; *10* — varras; *11* — filtreeriva elemendi plaat; *12* — kütuseava plaadis; *13* — plaatide kühmud; *14* — augud plaatides varraste jaoks; *15* — filter-sadesti kaas.

Et diisli töötamisel vältida kütuse sattumist paagist sisselaskesüsteemi, suletakse õhutoru *4* tiibkruviga *6*.

Õhupuhasti vastuvõtjas *3* on klapp *2*, mille teljele on kinnitatud hoob *1* koos fiksaatoriga, mis võimaldab seada klappi avatud («Открыто») või suletud («Закрыто») seisu.

Vaateaken *20* kujutab endast mutrit, mille sisse on monteeritud orgaaniline klaas. Mutri all on aukudega kuplike *19*. Kui paak on alumise aukude reani kütusega täidetud, tuleb tankimine lõpetada.

Mehaanilise tankimisseadise töö on rajatud kütusepaagis alarõhu tekitamisele selle ühendamise teel sisselaskesüsteemiga.

Traktori tankimisel tuleb vooliku *12* üks ots ühendada kütusepaagi kaanega, teine filtriga *14* varustatud ots aga lasta kütusemahutisse *13*. Siis keeratakse tiibkruvi *6* lahti 5—6 pöörde võrra ja mootori töötamisel aeglastel pööretel asetatakse hoob *1* asendisse «suletud» («Закрыто»). Seejärel suurendatakse mootori pöördeid sujuvalt keskmisteni (800—850 p/min.) ja kontrollitakse, kas paagis tekib vaakuum (õhu sisseimemise järgi paagi kaane *11* külgavast).

Kütusepaagis tekkiva alarõhu tõttu imetakse kütus voolikusse *12* ja ta hakkab intensiivselt voolama mahutist paaki. Paagi täitumist tuleb jälgida akna *20* kaudu. Kütuse paakiandmise katkestab automaatselt ujuk *17*, mis paagi täitmisel suleb ava stutseris *5*.

Kui paak on täis, tuleb hoob *1* viia asendisse «avatud» («Открыто»), keerata tiibkruvi *6* täiesti kinni, ära võtta voolik ja sulgeda kaane *11* ava korgiga.

§ 3. Kütusefiltrid

Kütuse puhastamiseks mehaanilistest lisanditest ja veest on mootori toitesüsteemi lülitatud filtrid.

Karburaatormootorite filter-sadestid. Kõige lihtsam filter-sadesti on käivitusmootoril ПД-10М. Korpuse *1* (joon. 99, *a*) alla on klambri *10* kruvi *9* ja mutri *8* abil surutud setteklaas *7*. Setteklaasi ja korpuse vahele on asetatud filtreeriv võrk *11* ning korktihend *12*.

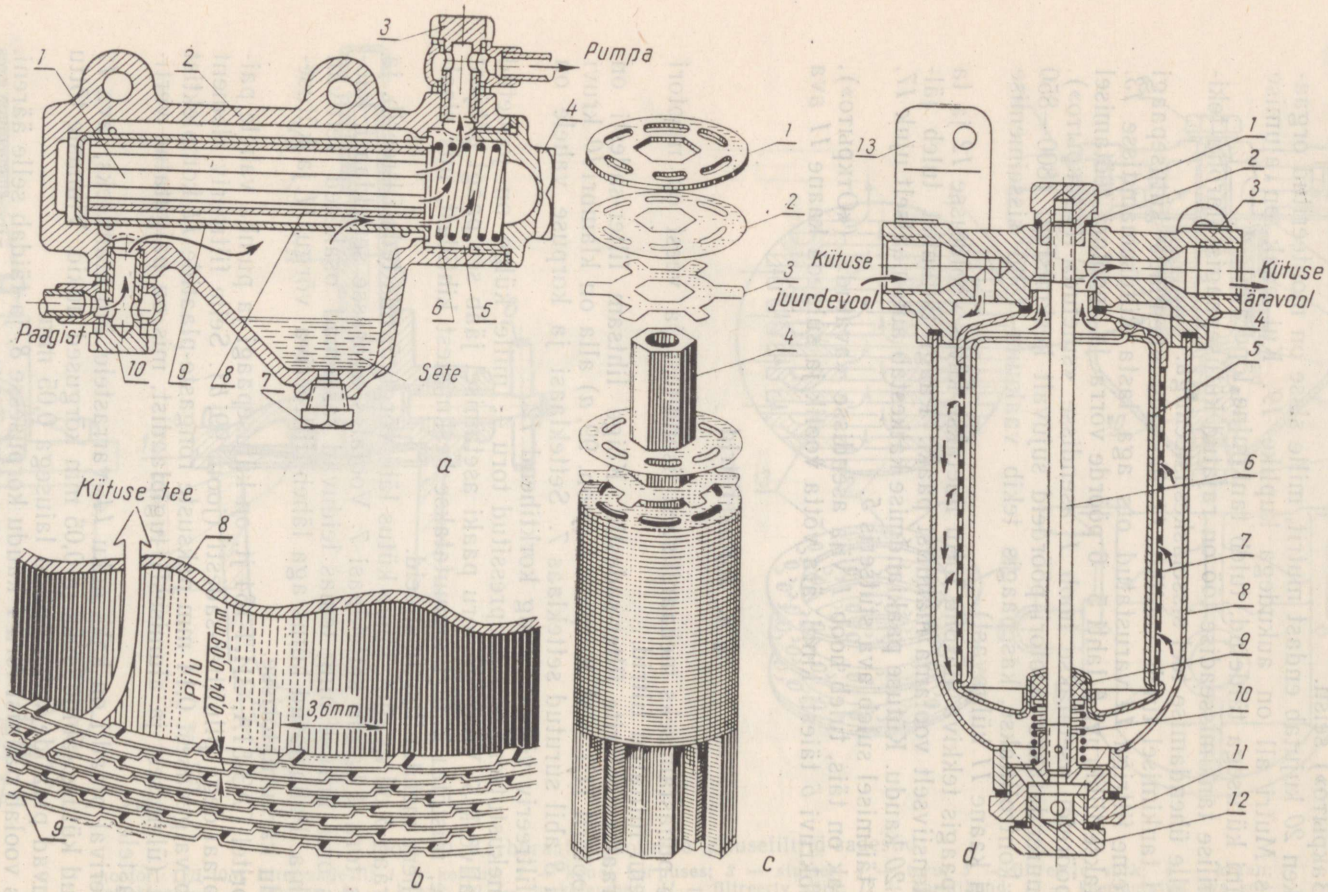
Üleminekustutserisse *3* on pressitud toru *4*, mille külge on joodetud peen metallvõrk *5*. Võrguga toru paaki asetamisel jääb see paagi põhjast kõrgemale, mistõttu kütust ammutatakse keskmistest kihtidest, mis sisaldavad vähem mehaanilisi lisandeid.

Kui kraan *6* on avatud, läheb kütus läbi võrgu *5*, mis teda filtreerib, ja satub siis toru *4* kaudu setteklaasi *7*. Voolates avarasse setteklaasi, kaotab kütus oma kiiruse ning temas leiduvad raskemad osakesed settivad klaasi põhja. Puhastatud kütus aga läheb filtreeriva võrgu *11* ja kütusetoru kaudu karburaatorisse.

Mootoritel ГАЗ-51А, ЗИЛ-164 jt. on kütusepaagi ja pumba vahele paigutatud plaatidega pilufilter-sadesti (joon. 99, *b*). Selle filtreeriv element *6* koosneb valgevasest 0,14 mm paksuste rõngaste-plaatide *11* komplektist ja kahest (ülemisest ja alumisest) tugiplaadist, mis on paigutatud vertikaalvarrastele *7*.

Filtreerival plaadil on kaks auku *14* varrastele kinnitamiseks, ava *12* puhastatud kütuse läbipääsuks ja 0,05 mm kõrgused nukid. Viimaste tõttu moodustuvad plaatide vahele pilud laiusega 0,05 mm.

Kütus voolab paagist toru *1* kaudu korpusesse *8*, ja täidab selle ääreni. Vesi ja jämedad mehaanilised lisandid settivad korpuse põhja, kütus aga läheb läbi plaatidevaheliste pilude ja avade *12*, mis moodustavad hulga vertikaalseid käike, satub kaane *15* kambrisse, ning läbi toru *4* bensiinipumpa. Filtreeriv element peab kinni osakesed, mille suurus ületab 0,05 mm. Perioodiliselt lastakse setted korpusest välja korgiga *9* suletud ava kaudu.



Joon. 100. Diisli kütuse jämepuhastusfiltrid:

a — diiselmootorite Д-54А ja Д-75 filtrid: *1* — filtreeriv element; *2* — korpus; *3* — kanaliga polt; *4* — kork; *5* — eesmine kamber; *6* — vedru; *7* — tühjendusava kork; *8* — gofreeritud silinder; *9* — valgevasklint; *10* — kanaliga polt; *b* — diislite Д-54А ja Д-75 filtreeriv element: *8* — gofreeritud silinder; *9* — valgevasklint; *c* — diiselmootori Д-48Л filtreeriv element: *1* — äärmine plaat; *2* — ümmargune plaat; *3* — tähekujuline plaat; *4* — varras; *d* — diisli КДМ-100 filter: *1* — mutter; *2, 4* ja *11* — tihendvahelehed; *3* — kaas; *5* — gofreeritud silinder; *6* — pingutustikkpolt; *7* — valgevasklint; *8* — kest; *9* — viltttihend; *10* — vedru; *11* — tühjendusava kork; *13* — kronstein.

Diislite kütusefiltrid. Enamikul diiselmootoritest puhastatakse kütus järjestikku paigutatud jämepuhastus- ja peenpuhastusfiltrites (vt. joon. 95 ja 96).

Jämepuhastusfiltris eemaldatakse kütusest jämedad mehaanilised lisandid ja vesi, peenpuhastusfiltris aga kõik peened tahked osakesed ja samuti vesi.

Diislitel Д-54А ja Д-75 on jämepuhastusfilter paigutatud kütusepaagi ja etteandepumba vahele. Filtri ehitus on näidatud joonisel 100, *a*.

Malmkorpusesse *2* on asetatud filtreeriv element *1*, mida vedru *6* surub kere sees olevasse süvendisse. Filtreeriv element kujutab endast gofreeritud silindrit *8*, mille välispinnale on keritud spetsiaalse profiiliga valgevasklint *9* (joon. 100, *b*). Kui selline lint on gofreeritud silindrile mähitud, moodustub viimase pinnal umbes 8000 kitsast 0,04—0,09 mm laiust pilu.

Kütus voolab paagist kütusetoru ja poldis *10* (joon. 100, *a*) oleva kanali kaudu korpusesse *2*. Kütuses leiduvad jämedad mehaanilised lisandid ja vesi settivad korpuse alumisse ossa (sadestisse). Setted lastakse aeg-ajalt välja korgiga *7* suletud ava kaudu. Etteandepumba poolt imetav kütus läbib filtreeriva elemendi pilud. Seejuures jäävad mehaanilised lisandid elemendi välispinnale ja selle piludesse.

Puhastatud kütus läheb silindri lainelise pinna soonte kaudu eesmisse kambrisse *5* ja läbi poldis *3* oleva kanali etteandepumpa. Niisuguse konstruktsiooniga filtrit nimetatakse lint-pilufiltriks.

Mootoril КДМ-100 on kütuse jämepuhastuseks sama tüüpi lint-pilufilter (joon. 100, *d*).

Diislitel Д-28 ja Д-48Л koosnevad kütusefiltrid ühest jämepuhastuselemendist *18* (joon. 101, *a*) ja kahest peenpuhastuselemendist *4*. Mootoril Д-28 on need monteeritud ühte vaheseinaga eraldatud korpusesse, mootoril Д-48Л aga teraskuplite *2* ja *21* alla.

Nendel diislitel on kütuse jämepuhastuseks plaat-pilufilter. Filtri asukoht toitesüsteemis on etteandepumba ja peenpuhastusfiltri vahel.

Diislite Д-28 ja Д-48Л jämepuhastusfiltri element on näidatud joonisel 100, *c*. Õõnsale kuuekandilisele vardale *4* on asetatud 282 ümmargust valgevaskplaati paksusega 0,15 mm ja 281 tähekujulist valgevaskplaati paksusega 0,07 mm. Plaadid on lükitud vardale nii, et iga kahe ümmarguse plaadi vahele jääb üks tähekujuline. Tähekujuliste plaatide harud jäävad seejuures ümmarguste plaatide avade vahekohtadesse, nii et avadest moodustuksid piki elementi läbivad kanalid. Et plaadid ei tuleks vardalt ära, on selle otsad laiaks valtsitud.

Kokkupandud filtreeriv element *18* (joon. 101, *a*) asetatakse tikkpoldile *17*, mis on keeratud kütuse jämepuhastusfiltri kaande *16*. Spetsiaalse mutriga *22* surutakse element vastu kaant. Seejuures ühenduvad elemendi kanalid kaane avade kaudu kanaliga *15*. Kuppel *21* surutakse vastu kaant *16* klambri *23* ja tiibmutri *24* abil.

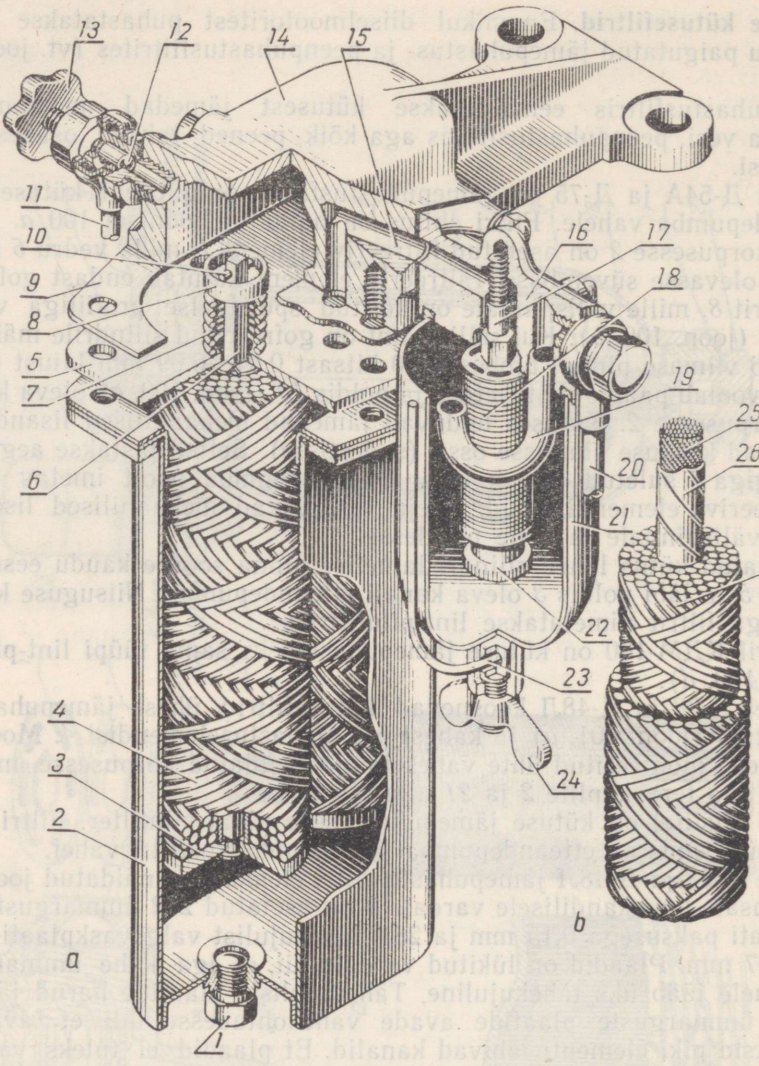
Plaat-pilufiltris toimub kütuse filtreerimine ja settimine samal viisil nagu lint-pilufiltriski.

Kütuse peenpuhastusfiltris on kupli *2* ja kaane *14* vahel plaat *5*, mille külge kinnitatakse kaks ühetaolist paralleelselt töötavat filtreerivat elementi *4*.

Peenfiltri element (joon. 101, *b*) kujutab endast võrktoru *25*, mis on üle mähitud filtripaberiga *26*, millele on paigutatud mitmekihiline puuvill-lõngast ristmähis *27*.

Mõlemad filtreerivad elemendid on asetatud vardale *6* (joon. 101, *a*). Elemendi alumine ots toetub vardale kinnitatud seibile *3*. Varda ülemine ots läbib plaadi *5* ava. Varda otsa on paigutatud vedru *7*, mille alumine ots toetub vastu plaati *5*, ülemine aga vastu seibi *8*, mis on kinnitatud vardale tihvtiga *10*.

Kaanes *14* on ventiil *13* filtritest õhu väljalaskmiseks toru *11* kaudu.



Joon. 101. Mootori Д-48Л kütuse jämepuhastus- ja peenpuhastusfiltrid:
a — kütuse jämepuhastus- ja peenpuhastusfiltrid; *b* — peenpuhastusfiltri element; *1* — kork; *2* — peenpuhastusfiltri kuppel; *3* ja *8* — seibid; *4* — peenpuhastusfiltri element; *5* — tugiplaat; *6* — varras; *7* — vedru; *9* — vahetihend; *10* — tihvt; *11* — toru õhu ärajuhtimiseks; *12* — kuulsulgur; *13* — ventiil; *14* — peenpuhastusfiltri kaas; *15* — peenpuhastusfiltrisse kütuse juhtimise kanal; *16* — jämepuhatusfiltri kaas; *17* — tikkpolt; *18* — jämepuhastusfiltri element; *19* — jämepuhastusfiltrisse kütuse juhtimise toru; *20* — kütuse etteandmise toru jämepuhastusfiltrisse; *21* — jämepuhastusfiltri kuppel; *22* — mutter; *23* — lookklamber; *24* — tiibmutter; *25* — võrktoru; *26* — filterpaber; *27* — lõngast mähis.

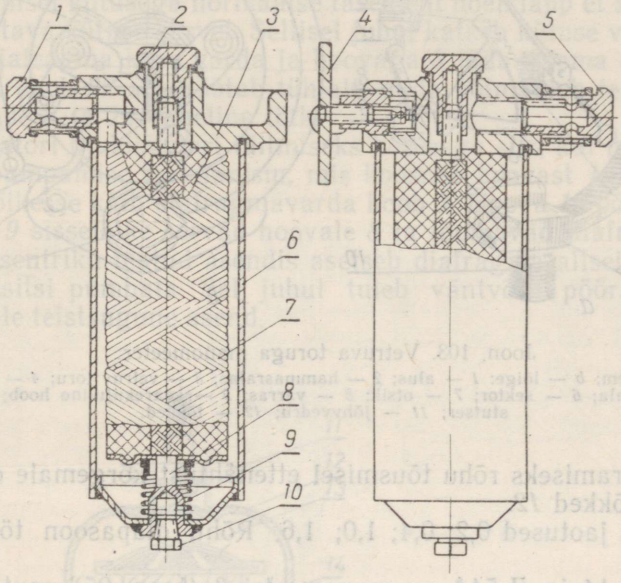
Setted lastakse filtrist välja kuplis *2* oleva ava kaudu, mis on suletud korgiga *1*.

Etteandepumbaga surutav kütus läbib jämepuhastusfiltri ja puhastub seejuures mehaanilistest osakestest, mis on suuremad kui 0,07 mm, ning suundub kanali *15* kaudu kuplisse *2*. Edasi läbib kütus puuvill-lõngast mähise *27* ning filtripaberi ja läheb filtreeriva elemendi võrktoru *25* kaudu kaane *14* ruumi. Viimasest läheb puhastatud kütus kütusepumpa.

Peenpuhastusfiltri elemendid puhastavad kütuse 2—3 mikroni suurustest osakestest.

Diislite Д-28, Д-16, Д-20, СМД-7,Д-54А, Д-75 ja КДМ-100 peenpuhastusfiltrid on analoogilise ehitusega ja töötavad samal viisil kui diisli Д-48Л

filter. Erinevuseks on ainult, et diislite Д-75, Д-16 ja Д-20 filtreeriva elemendi *7* (joon. 102) varras *8* on mõlemast otsast kinnitatud. Seetõttu ei kõigu filtrielement korpuse *6* suhtes traktori töötamisel ega lase filtreerimata kütust elemendi otsa ja filtri pea *3* pinna vahelt läbi.



Joon. 102. Diislite Д-16 ja Д-20 kütuse peenpuhastusfiltrid:
1 ja *5* — kütuse juurde- ja äravoolustutserid; *2* — pingutusmutter; *3* — pea; *4* — läbipuhumisava; *6* — korpus; *7* — filtreeriv element; *8* — varras; *9* — vedru; *10* — kork.

Diislitel Д-16 ja Д-30 on paigutatud ainult üks filtreeriv element, diislil СМД-7 kolm, Д-54А ja Д-75 — neli ja diislil КДМ-100 — kuus elementi.

Kõikidel traktoridiislitel, välja arvatud КДМ-100 on filtrielemendid vastastikku vahetatavad. Diisli КДМ-100 filtrielemendil on pealmiste lõngakihtide all veel teine filtripaberi kiht.

Et pihustite lõtkudest läbitungivat kütust ära kasutada, on mootoritel Д-75 ja Д-54А toru *14* (joon. 95) ühendatud kütuse peenpuhastusfiltri *5* korpusse keeratud torunurgikuga. Kütuse eelsoojendamiseks on mootorite Д-54А ja Д-75 peenpuhastusfiltri korpus ühelt poolt kokkupuutes plokkkarteri kuuma veega. See soodustab kütuse filtreerimist külmal ajal.

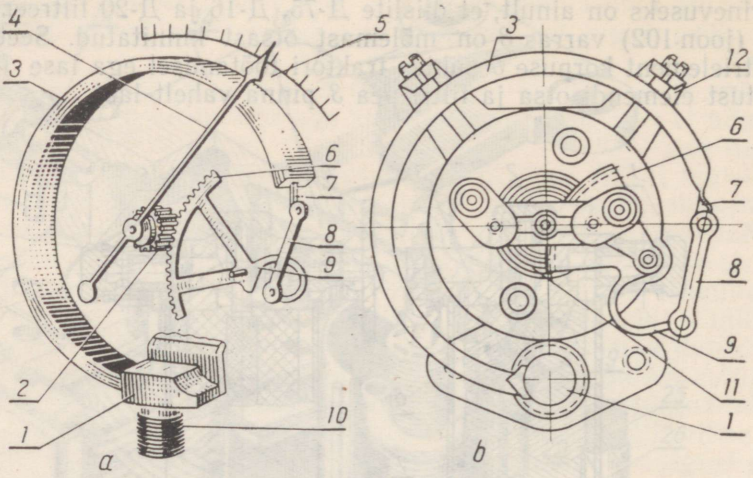
Traktoridiislite kütuse peenpuhastusfiltritele on ühendatud manomeeter, mille näitude järgi määratakse kindlaks filtreerivate elementide mustumise aste; mustumise suurenemisel rõhk langeb.

Vetruva toruga manomeetri skeem on näidatud joonisel 103, *a*, selle ehitus aga joonisel 103, *b*. Otstest suletud vetruva toru *3* üks ots on joodetud metallaluse *1* külge, teises otsas olev otsik *7* on šarniirselt ühenduses ülekandemehhanismi vardaga *8*.

Manomeetri ülekandemehhanism koosneb hammasrattast *2*, hammassektorist *6*, kaarekujulisest hoovast *9* ja vardast *8*.

Vetruva toru *3* sisse pääseb kütus stutseri *10* ja aluses *1* oleva kanali kaudu.

Kui toru *3* sees tekitatakse rõhk, püüab toru sirguda. Seejuures tekkiv liikumine kantakse varda *8* kaudu üle hoovale *9*, mis pöörab sektorit *6*. Viimane pöörab aga hammasratta *2* kaudu osutit *4*. Lõtku ülekandemehhanismis kõrvaldab jõhvvedru *11*, mis on kinnitatud osuti teljele. Vetruva



Joon. 103. Vetruva toruga manomeeter:
a — skeem; *b* — lõige: *1* — alus; *2* — hammasratas; *3* — vetruv toru; *4* — osuti; *5* — skaala; *6* — sektor; *7* — otsik; *8* — varras; *9* — kaarekujuline hoob; *10* — stutser; *11* — jõhvvedru; *12* — tõkked.

toru käigu piiramiseks rõhu tõusmisel ettenähtust kõrgemale on skaalal *5* spetsiaalsed tõkked *12*.

Skaalal on jaotused 0,2; 0,4; 1,0; 1,6. Rõhu diapasoon töötamisel on 0,4—1,0.

Diislitel Д-14 ja Д-54А on manomeetri *3* (joon. 95) osuti kõikumiste kõrvaldamiseks enne manomeetrit paigutatud paak-kompensaator *4*, mis kompenseerib pumba *17* poolt kütuse pulseerivast etteandmisest tingitud rõhu (ja seega ka osuti) kõikumised.

§ 4. Kütuse etteandepumbad

Karburaatormootorites võib paagist kütust karburaatorisse anda kas isevoolu teel (raskusjõu toimel) või surve all (pumbaga).

Autode karburaatormootorites antakse kütus karburaatorisse surve all diafragmapumbaga. Sellisel kütuse etteandmisel võib kütusepaagi autol paigutada karburaatorist madalamale selleks kõige sobivamale kohale.

Et ületada filtrite takistust kütuse liikumisel paagist kütusepumpa on diiselmootorite toitesüsteemi lülitatud spetsiaalne, nn. *etteandepump*.

Karburaatormootorite diafragmapumbad. Mootorite ГАЗ-51А ja М-20 diafragmapumba ehitus on näidatud joonisel 104. Pumba korpus koosneb kahest osast *3* ja *4*, mille vahel on diafragma *19*. Viimane on valmistatud bensiinikindla lakiga immutatud riidest, mis on asetatud mitmekihiliselt. Diafragma *19* on varda *7* abil ühendatud hoobadega *8* ja *22*. Vedru *23* surub hooba *22* pidevalt vastu jaotusvõlli ekstsentrikut. Pumba korpuse ülemises osas on sisselaskeklapp *15* ja väljalaskeklapp *1* ning sisselaskeava *17* ja väljalaskeava *2*. Siin on samuti filtreeriv võrk *13* ja setteklaas *12*.

Diafragma varda hoidjas *20* on nahktihend, mis väldib gaaside tungimist karterist diafragmaalusesse ruumi.

Kõikide automootorite diafragmapumpade töötamise põhimõte on ühesugune. Kui ekstsentrik *21* surub hoovale *22*, tõmbab varras *7* diafragma *19* alla. Ruumala suurenemisel diafragma peal tekib seal teatav alarõhk, mistõttu kütus tungib ava *17*, filtreeriva võrgu *13* ja sisselaskeklapi *15* kaudu diafragmapealsesse ruumi ning täidab selle.

Kui hoob *22* vabaneb ekstsentriku survest, surub vedru *5* diafragma

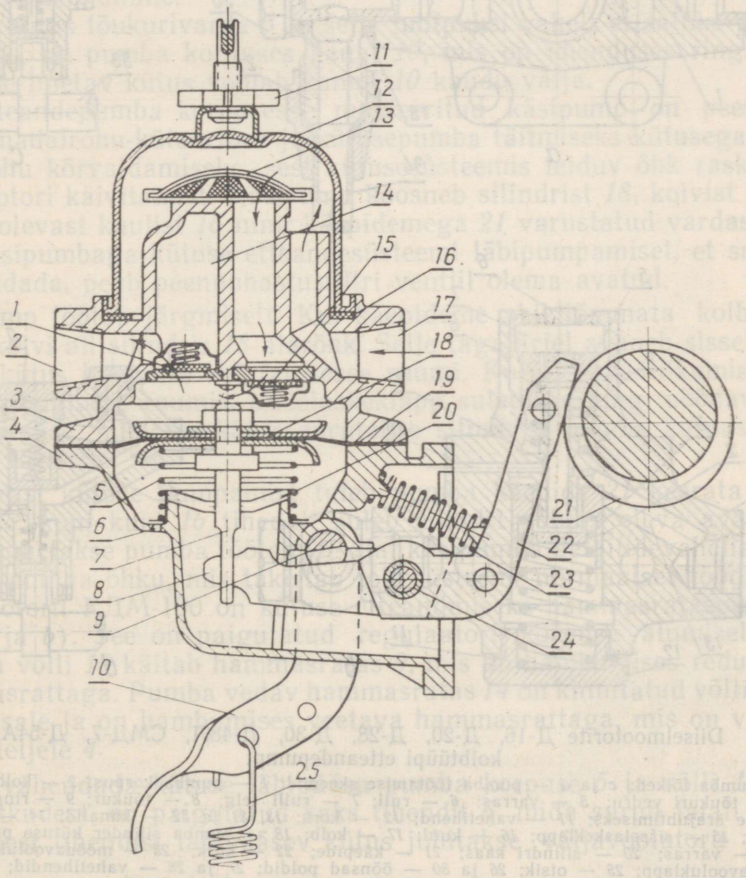
üles ning toimubki survekäik, mille juures sisselaskeklapp *15* suletakse, väljalaskeklapp *1* aga avatakse. Selle tagajärjel surutakse kütus ava *2* ja kütusetoru kaudu karburaatorisse.

Klapi *1* pealses kambris *14* kokkusurutav õhk vähendab etteantava kütuse pulseerimist.

Vedru *5* pingus on valitud sellise arvestusega, et karburaatori ujukiruumi täitumisel kütusega normaalse tasemeni nõelklapp ei avaneks pumba poolt etteantava kütuse survel. Sellisel juhul katkeb kütuse vool ujukiruumi ja pumba diafragma koos varda ja hoovaga *8* jääb seisma alumisse asendisse, ajami hoob *22* aga töötab tühjalt, mida võimaldab teljele *24* paigutatud hoobade *8* ja *22* vaheline lõtk.

Karburaatori ujukikambri täitmiseks kütusega siis, kui mootor ei tööta, on käsitsi pumpamise mehhanism, mis koosneb hoovast *10* ja võllikust *9*, mille sisselõikesse käib diafragmavarda hoob *8*. Hoova *10* pööramisel suruvad võlliku *9* sisselõike servad hoovale *8* ja tõmbavad diafragma alla.

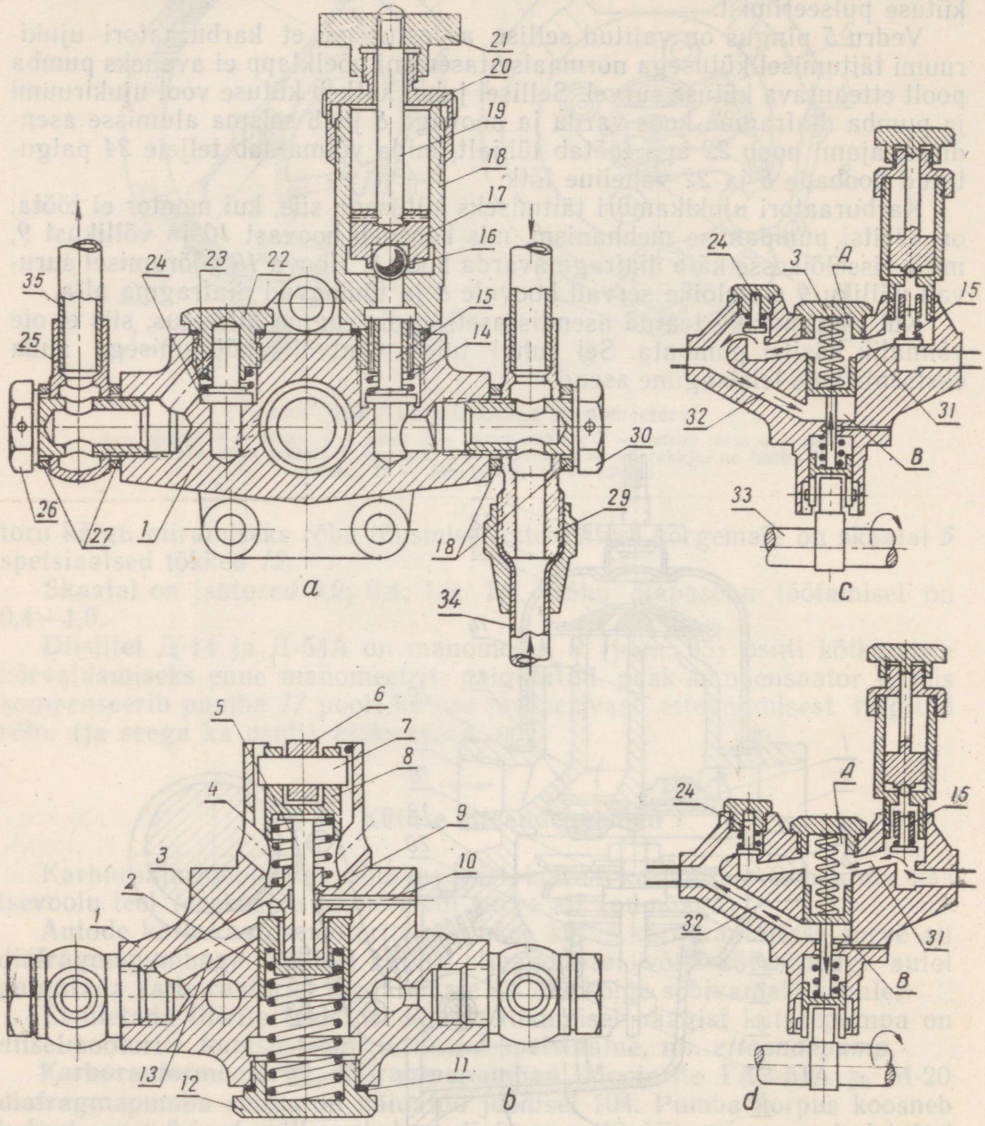
Kui ekstsentriku teatud asendis asetseb diafragma allseisus, siis ei ole võimalik käsitsi pumbata. Sel juhul tuleb väntvõlli pööramisega anda ekstsentrikule teistsugune asend.



Joon. 104. Mootorite ГАЗ-51А ja М-20 diafragmapump:

1 — väljalaskeklapp; *2* — väljalaskeava; *3* ja *4* — korpuse ülemine ja alumine osa; *5* — diafragma vedru; *6* — atmosfääriga ühendav ava; *7* — diafragmavarras; *8* — varda hoob; *9* — käsitsi pumpamise hoova võllik; *10* — käsitsi pumpamise hoob; *11* — setteklaasi kinnitusmutter; *12* — setteklaas; *13* — filtreeriv võrk, *14* — kamber; *15* — sisselaskeklapp; *16* — setteklaasi tihend; *17* — sisselaskeava; *18* — seib; *19* — diafragma; *20* — diafragmavarda tihendi hoidja; *21* — jaotusvõlli ekstsentrik; *22* — ajamihoob; *23* ja *25* — vedrud; *24* — hoobade telg.

Diiselmootorite kütuse etteandepumbad. Mootoritel Д-16, Д-20, Д-28, Д-30, Д-48Л, СМД-7, Д-54А ja Д-75 on ühesuguse konstruktsiooniga kolbpumbad kütuse etteandmiseks, mootoritel КДМ-100 ja Д-48М (ühe plunžriga pumbad) ja ЯМЗ-М — hammasrataspump.



Joon. 105. Diiselmootorite Д-16, Д-20, Д-28, Д-30, Д-48Л, СМД-7, Д-54А ja Д-75 kolbtüüpi etteandepump:

a ja *b* — pumba lõiked; *c* ja *d* — pumba töötamise skeemid: *1* — pumba korpus; *2* — kolb; *3* — kolvi vedru; *4* — tõukuri vedru; *5* — varras; *6* — rull; *7* — rulli telg; *8* — tõukur; *9* — ringsoon; *10* — kanal kütuse ärajuhtimiseks; *11* — vahetihend; *12* — kork; *13*, *31* ja *32* — kanalid; *14* — sisselaskeklapi vedru; *15* — sisselaskeklapp; *16* — kuul; *17* — kolb; *18* — pumba silinder kütuse pumpamiseks käsitsi; *19* — varras; *20* — silindri kaas; *21* — käepide; *22* — kork; *23* — möödavooluklapi vedru; *24* — möödavooluklapp; *25* — otsik; *26* ja *30* — õõnsad poldid; *27* ja *28* — vahetihendid; *29* — otsik; *33* — kütusepumba nukkvõll; *34* ja *35* — kütusetorud.

Kütuse etteandmise kolbpumbad kinnitatakse kütusepumba korpuse külge. Pumba malmkorpuse *1* keskavas (joon. 105, *a* ja *b*) liigub teraskolb *2*. Vedru *3* surub kolbi vastu varda *5* otsa, mille teine ots toetub rulltõukurile *8*. Peale selle mõjub tõukurile vedru jõud.

Korpusesse puuritud pesadesse on paigutatud sisselaskeklapp *15* ja möödavooluklapp *24*, mida suruvad pesadesse vedrud *14* ja *23*.

Kütus juhitakse pumba korpusesse kütusetoru *34*, otsiku *29* ja õõnsa poldi *30* kaudu, pumbast väljub aga kütus õõnsa poldi *26*, otsiku *25* ja kütusetoru *35* kaudu.

Kütusepumba nukkvõlli *33* pöörlemisel surub tõukuri rulli vastu pöörlev nukk tõukurit ja kolbi edasi (joon. 105,*c*). Selle tagajärjel suureneb rõhk kolvi peal (ruumis *A*), kolvi all (ruumis *B*) tekib aga alarõhk. Seetõttu sulgub sisselaskeklapp *15* ja avaneb möödavooluklapp *24* ning kütus voolab ruumist *A* kanali *32* kaudu ruumi *B*.

Kui tõukuri rullile nukkvõlli nuki surve viimase pöördumisel väheneb, liigub kolb vedru *3* mõjul vastupidises suunas (joon. 105, *d*) ning kolvipealses ruumis *A* tekib alarõhk, kolvialuses ruumis *B* aga rõhk suureneb. Sisselaskeklapp *15* avaneb ning kütus imetakse kanali *31* kaudu kolvipealsesse ruumi *A*. Samal ajal aga surutakse kolvialusest ruumist *B* kütus kanali *32* ja kütusetoru kaudu filtrisse.

Kui mingil põhjusel rõhk (mida tekitab vedru *3*) etteandepumbast väljasurutaval kütusel suureneb (näiteks filtri või kütusetoru ummistumise tõttu) ja ületab 1,5—1,7 kg/cm², jääb kolb seisma ja järelikult katkeb kütuse etteandmine.

Et kütus tõukurivarda *5* ja selle juhtpuksi vahelt ei satuks pumba korpusesse, on pumba korpuses kanal *10*, mis on ühenduses ringsoonega *9*. Soonde imetav kütus voolab kanali *10* kaudu välja.

Etteandepumba korpusesse monteeritud käsipump on peenpuhastusfiltri madalrõhu-kütusetoru ja kütusepumba täitmiseks kütusega ning nendest õhu kõrvaldamiseks, sest kütusesüsteemis leiduv õhk raskendab diiselmootori käivitamist. Käsipump koosneb silindrist *18*, kolvist *17* ja selle otsas olevast kuulist *16* ning käepidemega *21* varustatud vardast *19*.

Käsipumbaga kütuse etteandesüsteemi läbipumpamisel, et sellest õhku kõrvaldada, peab peenpuhastusfiltri ventiil olema avatud.

Pump töötab järgmiselt. Kui käepideme abil tõmmata kolb *17* üles, tekib kolvi all silindris *18* alarõhk. Selle tagajärjel avaneb sisselaskeklapp *15* ja kütus imetakse kolvialusesse ruumi. Kolvi tagasiliikumisel tõuseb rõhk kolvialuses ruumis, sisselaskeklapp suletakse ning möödavooluklapp *24* avatakse, mistõttu kütus surutakse silindrist pumba korpuse kanalite kaudu filtrisse.

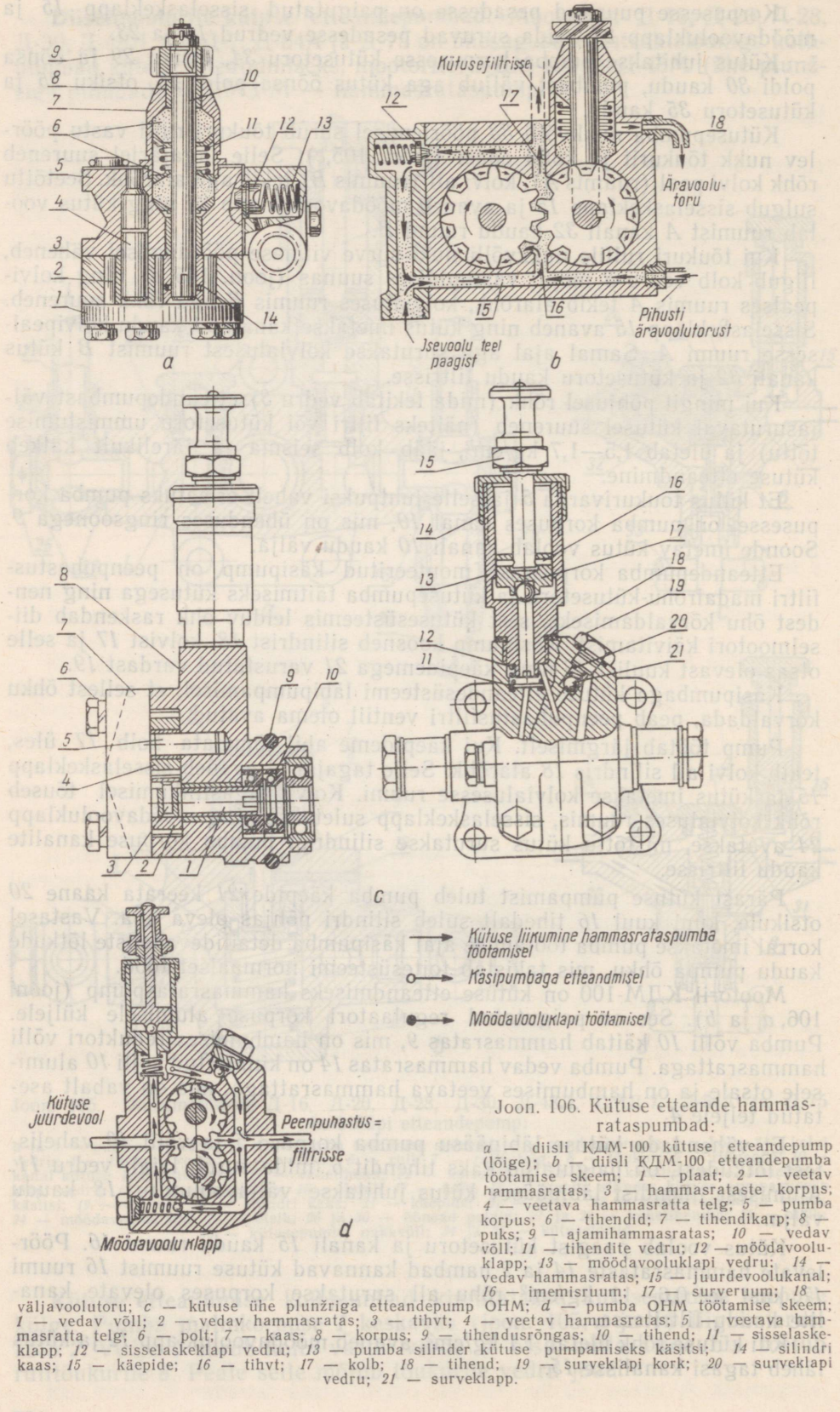
Pärast kütuse pumpamist tuleb pumba käepide *21* keerata kaane *20* otsikule, kuni kuul *16* tihedalt suleb silindri põhjas oleva ava. Vastasel korral imetakse pumba töötamise ajal käsipumba detailidevaheliste lõtkude kaudu pumpa õhku, mis takistab toitesüsteemi normaalset tööd.

Mootoril КДМ-100 on kütuse etteandmiseks hammasrataspump (joon. 106, *a* ja *b*). See on paigutatud regulaatori korpuse alumisele küljele. Pumba võlli *10* käitab hammasratas *9*, mis on hambumises reduktori võlli hammasrattaga. Pumba vedav hammasratas *14* on kinnitatud võlli *10* alumisele otsale ja on hambumises veetava hammasrattaga, mis on vabalt asetatud teljele *4*.

Et vähendada kütuse läbipääsu pumba korpuse *5* ja võlli *10* vahelistest lõtkudest, on paigutatud kaks tihendit *6*, mida surub laiali vedru *11*. Alumisest tihendist läbipääsev kütus juhitakse väljavoolutoru *18* kaudu välja.

Kütus voolab paagist kütusetoru ja kanali *15* kaudu ruumi *16*. Pöörlevate hammasrataste *14* ja *2* hambad kannavad kütuse ruumist *16* ruumi *17*, kust see 0,6—11 kg/cm² rõhu all surutakse korpuses olevate kanalite kaudu filtritesse.

Kui kütuse rõhk ületab 1,1 kg/cm², avaneb möödavooluklapp *12* ja kütus läheb tagasi kanalisse *15*.



Joon. 106. Kütuse etteande hammasrataspumbad:

a — diisli КДМ-100 kütuse etteandepump (lõige); *b* — diisli КДМ-100 etteandepumba töötamise skeem; *1* — plaat; *2* — veetav hammasratas; *3* — hammasrataste korpus; *4* — veetava hammasratta telg; *5* — pumba korpus; *6* — tihendid; *7* — tihendikarp; *8* — puks; *9* — ajamihammasratas; *10* — vedav võll; *11* — tihendite vedru; *12* — möödavooluklapp; *13* — möödavooluklapi vedru; *14* — vedav hammasratas; *15* — juurdevoolukanal; *16* — imemisruum; *17* — surveruum; *18* — väljavoolutoru; *c* — kütuse ühe plunžriga etteandepump ОНМ; *d* — pumba ОНМ töötamise skeem; *1* — vedav võll; *2* — vedav hammasratas; *3* — tihvt; *4* — veetav hammasratas; *5* — veetava hammasratta telg; *6* — polt; *7* — kaas; *8* — korpus; *9* — tihendusrõngas; *10* — tihend; *11* — sisselaskeklapp; *12* — sisselaskeklapi vedru; *13* — pumba silinder kütuse pumpamiseks käsitsi; *14* — silindri kaas; *15* — käepide; *16* — tihvt; *17* — kolb; *18* — tihend; *19* — surveklapi kork; *20* — surveklapi vedru; *21* — surveklapp.

Ühe plunžriga kütuse pumba OHM (joon. 106, *c* ja *d*) etteandepump on hammasratastüüpi. See on paigutatud kütusepumba korpusele. Pumba võll *1* käitatakse regulaatori võllilt. Viimasele on tihvti *3* abil kinnitatud vedav hammasratas *2*. Veetav hammasratas *4* on teljele *5* paigutatud vabalt. Pumba korpusele on asetatud samasuguse konstruktsiooniga käsipump nagu kolbpumbal. Käsipumbal on sisselaskeklapp *11* ja surveklapp *21*. Et etteantava kütuse rõhk püsiks ühtlane 2,5—3 kg/cm² piirides, on kaanes *7* möödavooluklapp.

§ 5. Kütusepaakide, -filtrite ja etteandepumpade hooldamine

Paakide täitmisel on tarvis silmas pidada, et nendesse ei satuks vett ega mustust, mis risustaks kütuse. Enne tankimist on tarvis paagi kaas ja täitetoru suue puhastada tolmust, pesta läbi täitesuudme filter ja kõrvaldada mustus paagi kaane õhuavast. Töötamisel ei tohi lasta paaki täiesti tühjeneda, vaid sellesse peab alati jääma 10—12% kütust, arvestades paagi kogumahust.

Traktorite ja autode perioodilistel tehnilistel hooldamistel tuleb vastavalt tehase eeskirjadele valada paakidest ja filtritest välja setted, pesta paakide täitesuudmete võrkfiltrid, nende kaantes olevad täidised ja kütuse jämepuhastusfiltrid.

Traktoritelt ja autodelt võetakse kütusepaagid perioodiliselt maha ja pestakse hoolikalt puhtaks.

Vastavalt kütuse peenpuhastusfiltri elementide risustumisele väheneb ka nende läbilaskevõime. Selle tagajärjel saab mootor kütust väiksemal hulgal ja tema võimsus langeb.

Kui manomeeter näitab kütuse rõhku 0,2 kg/cm² või alla selle, tuleb filtreerivad elemendid vahetada.

Filtreerivaid elemente, millel on kaks filtripaberikihti, võib kasutada teistkordselt pärast seda, kui neilt on välimine mustunud puuvill-lõnga kiht ja esimene filtripaberi kiht eemaldatud.

Mõnikord võib peenpuhastusfiltri korpuse kaanes leiduda mustuse osakesi. Seda on põhjustanud kütus, mis on voolanud filtreerivast elemendist mööda ja sattunud kaande. Samasugune puudus filtri töös võib esineda siis, kui filtreerivad elemendid on viltu kohale asetatud, kui varras toetub vastu kaant või on vedrud nõrgad.

Filtri kokkupanekul tuleb jälgida, et filtreerivad elemendid asetseksid omavahel paralleelselt ja et need tihedalt liibuksid vastu plaati *5* (joon. 101). Kaas *14* peab samuti olema tihedalt plaadi *5* vastas. Seepärast asetatakse kaas enne lõplikku kohaleasetamist plaadile, kusjuures enne seda võetakse plaadilt tihend *9*. Kaas peab asuma plaadil tihedalt ilma piluta. Vastasel korral antakse kütusepumpa filtreerimata kütust.

Mootoritel Д-14 ja Д-54А tuleb paak-kompensaator *4* (joon. 95, *a*) perioodiliselt kütusest tühjendada.

Diafragmapumba hooldamine seisneb tema ühenduste tiheduse igapäevases kontrollimises, sadesti ja võrkfiltri läbipesemises auto iga 3000—4000 km läbisõidu järel, pumba poolt tekitatava rõhu ja hõrenduse perioodilises kontrollimises manomeetri või spetsiaalseadme abil ning pumba tootlikkuse kontrollimises.

Kütuse etteandmise vähenemist või katkestamist diafragmapumba poolt võib põhjustada õhu sisseimemine liitekohtadest, diafragma rebenemine, diafragma vedru murdumine või klappide ebatihe sulgumine.

Õhu sisseimemise avastamisel tuleb ebatihedus liitekohas kõrvaldada. Rebenenud diafragma või murdunud vedru tuleb vahetada. Kui klapid ei sulgu tihedalt, tuleb pump lahti võtta, klapid ja nende pesad ning vedrud puhastada ja bensiinis puhtaks pesta.

Etteandepumba korratut tööd võib põhjustada klappide vahele sattunud mehaanilised osakesed ning vedrude nõrgenemine. Esimene puudus kõrvaldatakse pumba detailide pesemisega diislikütuses, teine aga vedrude vahetamisega.

X peatükk

ÕHUPUHASTID, SISSE- JA VÄLJALASKETORUSTIK

§ 1. Õhupuhastid

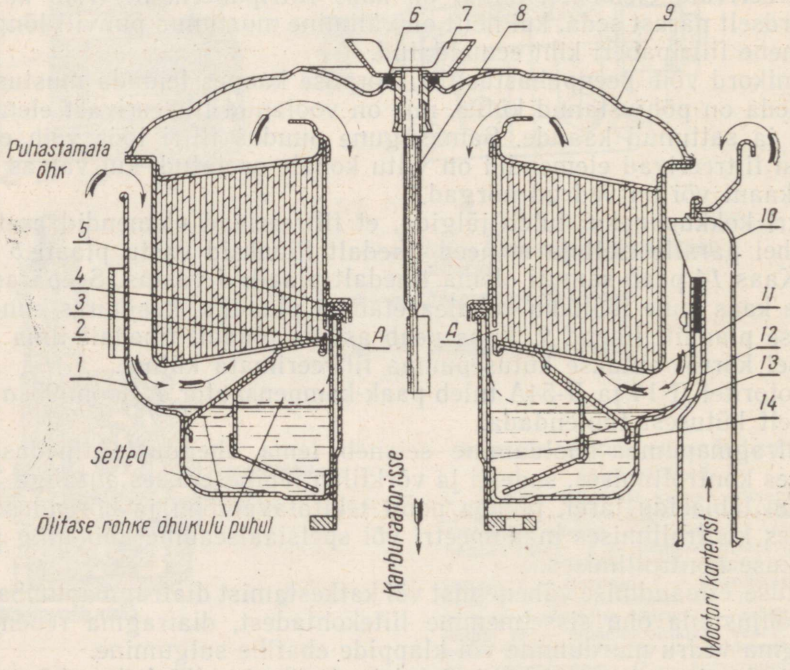
Õhus hõljuv tolm, sattudes mootorisse, seguneb seal õliga. Selle tulemusena moodustub abrasiivne segu, mis kiiresti kulutab mootori koostöötavaid detaile. Seepärast tuleb küttesegu valmistamiseks kasutatav õhk hoolikalt tolmust puhastada. Õhu puhastamiseks on autode ja traktorite mootorid varustatud õhupuhastitega.

Peale hea puhastusvõime peab õhupuhastil olema võimalikult väike takistus, et silindrite kaaluline täitumine ei väheneks.

Puhastusviisi järgi jaotatakse õhupuhastid kolme põhigruppi: inertspuhastid, filtreerivad ja kombineeritud puhastid. Kõige parema puhastuse tagavad kombineeritud õhupuhastid, mistõttu need on ka kõige rohkem kasutamist leidnud.

Automootoritele ja samuti ka käivitusmootorile П-46 on paigaldatud kombineeritud inerts-õliõhupuhastid, milles on filtreeriv võrkelement (joon. 107).

Õhupuhasti ВМ-12 (mootoril ЗИЛ-164) koosneb kolmest põhiosast: õlivannist *1*, mittelahtivõetavast filtrielemendist *2*, mis on monteeritud kaa-



Joon 107. Mootori ЗИЛ-164 inertsõhupuhasti ВМ-12 töötamise skeem:
1 — õlivann; *2* — filtreeriv element; *3* — siirdetoru; *4, 5* ja *6* — tihendvahelehed; *7* — tiibmutter; *8* — pingutuskruvi; *9* — kaas; *10* — karteri tuulutustoru; *11* — juhtrõngas; *12* ja *13* — setteruumid; *14* — tugipuks.

nele *9*, ning siirdetorust *3*. Pingutuskruvi *8*, mis on jäigalt ühendatud siirdetoruga *3*, ja tiibmutter *7* on õhupuhasti detailide ühendamiseks. Õlivanni korpuse külge on kinnitatud karteri tuulutustoru *10*.

Mootori töötamisel sisselasketorustikus tekkiva hõrenduse tagajärjel tungib õhk õlivanni *1* ja filtreeriva elemendi *2* vahelisse ringpilusse, läbib seejärel filtreeriva elemendi ning suundub karburaatorisse.

Esimest korda puhastub õhk tolmust õhuvoolu suuna muutumisel enne filtreerivasse elementi minekut. Kõige suuremad tolmuosakesed, mis ei suuda muuta oma liikumise suunda, langevad siin õli pinnale ning settivad lõpuks õlivanni põhja.

Teist korda puhastub õhk filtreeriva elemendi võrku läbides. Seejuures jäävad peened tolmuosakesed õliga kaetud võrkude pinnale. Võrkudele kantakse õli õhuvoolu toimel.

Vähesel õhu tarbimisel on õlitase ruumides *12* ja *13* praktiliselt ühesugune, kui aga õhuvool tugevneb, muutub nendes õlitase erinevaks. Taseme muutus on tingitud hõrenduse suurenemisest ruumis *13*. Seejuures tekib hõrendus ava *A* juures, mis ühendab ruumi *13* filtreeriva elemendi ruumiga. Kõige suurema õhu tarbimise korral langeb õli tase ruumis *12* juhtrõnga *11* alumise servani, samal ajal aga tõuseb ruumis *13*. Õlitaseme langemine ruumis *12* hoiab ära õli kandumise mootorisse.

Mõnede mootorite (ЯМЗ, М-20 jt.) õhupuhastitel on spetsiaalsed summutid, mis summutavad õhu sisseimemisel tekkiva müra.

Traktorite diiselmootoritele paigutatakse kombineeritud õhupuhastid, milledel on kuiv ja märg inertspuhastus ning märg filtreeriv puhastus. Selline mootori Д-54 õhupuhasti on näidatud joonisel 108.

Õhupuhasti kandvaks osaks on kaanega *2* varustatud korpus *1*, mille keskavasse on paigutatud toru *12*. Korpus ja toru on valmistatud lehterasest.

Toru on keevitatud kaane külge. Toru ülemisse otsa on klambri abil kinnitatud tsentrifugaalpuhasti. See koosneb ühendustorust *3*, juhtvõrest *4*, suunajast *5*, kuplist *6* ja hoidjast *7*. Kõik need detailid on järjekorras üksteise külge keevitatud, mille juures kupli ja suunaja vahele jääb väike pilu, mis läheb üle pikerguseks ruumiks.

Tsentrifugaalpuhasti suunajal *5* on ülemises osas avad ja raadiaalselt asetsevate piludega juhtvõre *4*. Klaasist tolmukoguja *10* on klambri *8* ja mutri *11* abil surutud vastu hoidjat *7*.

Korpuse *1* ja toru *12* vahele on paigutatud neliteist võrkketast *13*. Kettad on valmistatud õhukesest lainjast (gofreeritud) traatvõrgust, mis on keeratud rõngaks. Igaüks seitsmest alumisest kettast on paigutatud raamistusse ja nimetatakse kassetiks.

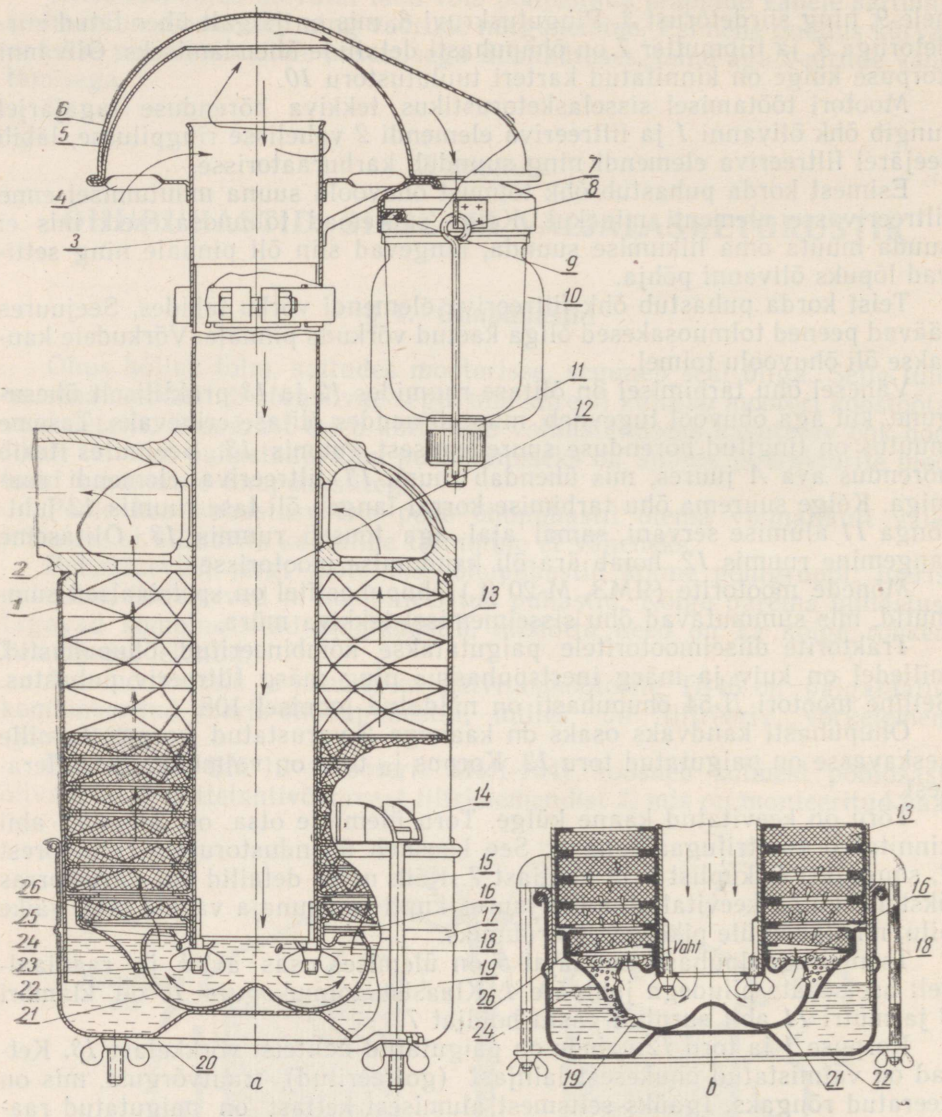
Seitsme ülemise võrkketta kassetid on joodetud korpuse külge ja liikumatult kinnitatud korpusesse, kuus alumist kassetti on vahetatavad. Äärmise alumise kasseti *26* külge on keevitatud suunaja *25* ja lehter *24*. Vahetatavad kassetid on toru *12* külge kinnitatud tikkpoltide *23* ja tiibmutrite abil.

Alt on korpus *1* suletud äravõetava põhjaga *22*, mis on ühtlasi õlireservuaariks. Põhja siseküljele on keevitatud kauss *21*, välisküljele aga liist *20*. Kausi *21* allosas on ava *19*, ülaosas aga kuus ava *18*.

Põhi *22* ja kauss *21* täidetakse õliga kuni põhja külgseinasse stantsitud ringsoone *17* tasemeni. Õhupuhasti korpuse külge on põhi kinnitatud kahe pingutuspoldi *15* ja tiibmutritega.

Lehter *24* ulatub põhja õli tasapinnast madalamale, mistõttu moodustub hüdrauliline lukk, mis takistab tolmuse õhu sissetungimist õhupuhastisse korpuse ja põhja vaheliste pilude kaudu.

Õhupuhastis toimub õhu puhastamine järgmiselt. Sisselasketakti ajal sisseimetav õhk läbib suure kiirusega võre *4* radiaalpilud ja tungib suunaja *5* siseruumi, kus tekivad tugevad pöörised.



Joon. 108. Diisli Д-54 õhupuhasti:

a — õhupuhasti lõikes; *b* — õhu liikumine õhupuhasti kausis ja põhjas mootori töötamise ajal; *1* — korpus; *2* — kaas; *3* — ühendustoru; *4* — juhtvõre; *5* — suunaja; *6* — kuppel; *7* — hoidja; *8* — lookklamber; *9* — vahetihend; *10* — tolmukoguja; *11* — mutter; *12* — toru; *13* — võrkketas; *14* — kõrv; *15* — pingutuspolt; *16* — ringpilu; *17* — ringsoon; *18* ja *19* — avad; *20* — liist; *21* — kauss; *22* — põhi; *23* — tikkpolt; *24* — lehter; *25* — suunaja; *26* — äärmine kassett.

Pöörlevast liikumisest tingitud tsentrifugaaljõudude toimel paisatakse õhus leiduvad raskemad tolmuosakesed vastu suunaja *5* seinu ning tõstetakse koos õhuga üles. Suunaja avade kaudu satuvad tolmuosakesed kupli *6* ja suunaja vahelisse ruumi. Eraldudes õhuvoolust kaotavad nad oma kiiruse ja langevad alla, kogunedes tolmukogujasse *10*.

Suunajas jämedatest tolmuosakestest puhastatud õhk muudab oma liikumise suunda ja liigub pööreldes suure kiirusega toru *12* kaudu alla. Siis muudab õhk jälle oma liikumissuunda ning läheb ringpilu *16* ja kausi *21* avade *18* ja *19* kaudu filtreerivatesse võrkketastesse *13*.

Mootori töötamisel kausis õli ei ole, sest kohe pärast mootori käivitamist tõrjub õhuvool õli kausist välja, kuid kausi sisekülg kattub pidevalt õliga, mis valgub sinna äärmise kasseti ja kausi vahelisest ruumist. Äär-

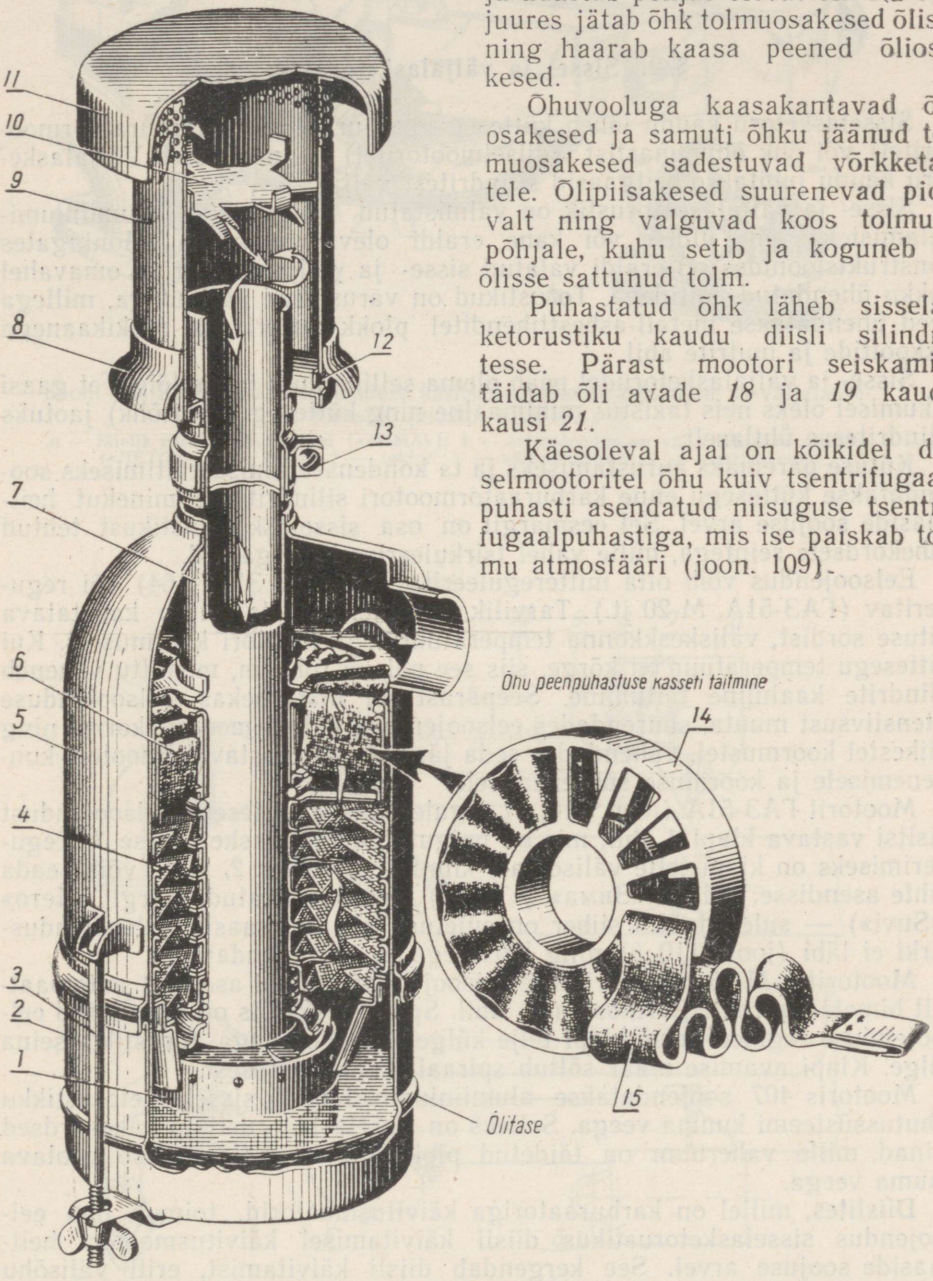
mise kasseti *26* all on hõrendus suurem kui põhjas *22* lehtri *24* taga asuva õli pinnal, mistõttu õli tasapind põhjas lehtri taga langeb, kausi *21* ja lehtri vahel aga tõuseb.

Õhu pöörisliikumine kausis ja õhuvoolu suuna järsk muutumine soodustab tolmuosakeste eraldumist ning need kleepuvad kausi pinnale. Kausi seintelt valgub aga õli avade *18* ja *19* kaudu põhja, kus tolmuosakesed settivad. Ringpilu *16* ja suhteliselt väikesi avasid *18* ja *19* läbiv õhk vahustab ja udustab põhjas olevat õli. Ka seejuures jätab õhk tolmuosakesed õlisse ning haarab kaasa peened õliosakesed.

Õhuvooluga kaasakantavad õliosakesed ja samuti õhku jäänud tolmuosakesed sadestuvad võrkketastele. Õlipiisakesed suurenevad pidevalt ning valguvad koos tolmuga põhjale, kuhu setib ja koguneb ka õlisse sattunud tolm.

Puhastatud õhk läheb sisselasketorustiku kaudu diisli silindritesse. Pärast mootori seiskamist täidab õli avade *18* ja *19* kaudu kausi *21*.

Käesoleval ajal on kõikidel diiselmootoritel õhu kuiv tsentrifugaalpuhasti asendatud niisuguse tsentrifugaalpuhastiga, mis ise paiskab tolmu atmosfääri (joon. 109).



Joon. 109. Mootorite Д-28 ja Д-30 õhupuhasti:

1 — kauss; *2* — põhi; *3* — pingutuspolt; *4* — võrkketas (kassett); *5* — õhupuhasti korpus; *6* — peenpuhastuse filtrielement; *7* — toru; *8* — kaitserõngas; *9* — tsentrifugaalpuhasti korpus; *10* — tiivik; *11* — kuppel; *12* — tolmu väljumisava; *13* — pingutusklamber; *14* — peenpuhastusfiltri kodaratega ketas; *15* — poolvillane vatiin.

Seesugune puhasti töötab järgmiselt. Õhk voolab tsentrifugaalpuhasti korpuse *9* sisse väikeste avade kaudu korpuses ja tiivikus *10*. Läbides tiiviku labade vahelt, saab õhk intensiivse pöörisliikumise. Tsentrifugaaljõudude mõjul paisatakse rasked tolmuosakesed vastu korpuse *9* seina ja nad laskuvad alla kruvijoonelist trajektoori mööda ning heidetakse avast *12* välja. Mootorite Д-28 ja Д-30 õhupuhastites läbib õhk pärast võrkkettaid *4* veel peenpuhastuse filtrielemendi *6*, mis koosneb kettale *14* paigutatud poolvillasest vatiinist *15*.

§ 2. Sisse- ja väljalasketorustik

Sisselasketoru kaudu läheb küttesegu karburaatorist (karburaatormootoritel) või õhk õhupuhastist (diiselmootoritel) silindritesse. Väljalasketoru kaudu juhitakse heitgaasid silindritest välja.

Sisse- ja väljalasketorustik on valmistatud malmist või alumiiniumisulamist kas ühe üldise või kahe eraldi oleva valandina. Mõningates konstruktsioonides on eraldi valatud sisse- ja väljalasketorud omavahel kokku ühendatud poltidega. Torustikud on varustatud äärikutega, millega need ühendatakse metall-asbesttihenditel plokk-karteri või plokikaanega tikkpoltide ja mutrite abil.

Sisse- ja väljalasketorudel peab olema selline kuju ja ristlõige, et gaasi liikumisel oleks neis takistus minimaalne ning küttesegu (või õhk) jaotuks silindritesse ühtlaselt.

Kütuse paremaks aurustamiseks ja ta kondenseerumise vältimiseks soojendatakse küttesegu enne karburaatormootori silindritesse minekut heitgaaside soojuse arvel. Sel eesmärgil on osa sisselasketorustikust tehtud kahekordsete seintega, mille vahel tsirkuleerivad heitgaasid.

Eelsoojendus võib olla mittereguleeritav (mootor ЗИЛ-164) või reguleeritav (ГАЗ-51А, М-20 jt.). Tarvilik eelsoojendusaste sõltub kasutatava kütuse sordist, väliskeskkonna temperatuurist ja mootori koormusest. Kui küttesegu temperatuur on kõrge, siis see paisub rohkem, mistõttu väheneb silindrite kaaluline täitumine. Seepärast on otstarbekas eelsoojenduse intensiivsust muuta, suurendades eelsoojendust külma mootori korral ning väikestel koormustel, vähendades seda järk-järgult vastavalt mootori kuumenemisele ja koormuse suurenemisele.

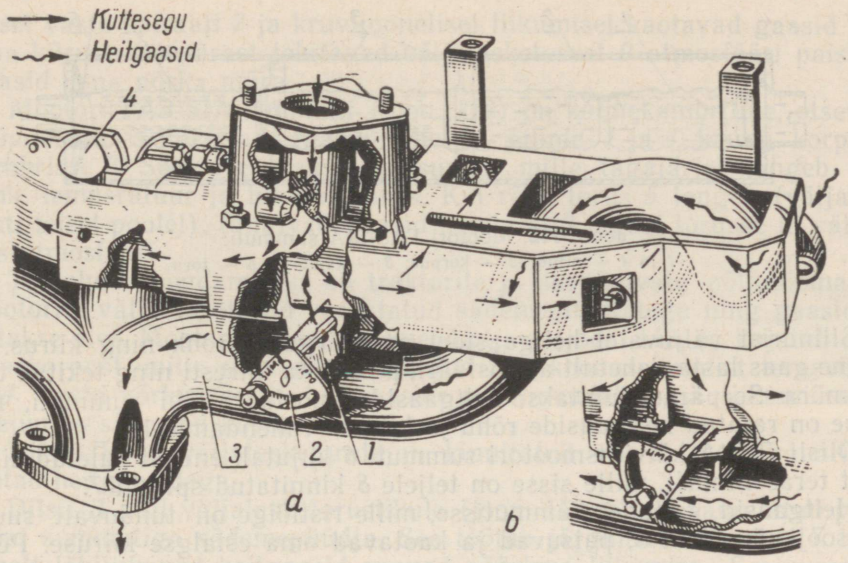
Mootoril ГАЗ-51А (joon. 110, *a*) reguleeritakse küttesegu eelsoojendust käsitsi vastava klapi *1* abil, mis on paigutatud väljalasketorusse *3*. Reguleerimiseks on klapi telje välisotsale kinnitatud sektor *2*, mida võib seada kahte asendisse: märgil «Зима» («Talv») on siiber avatud, märgil «Лето» («Suvi») — suletud. Kui siiber on suletud, siis heitgaasid eelsoojendussärki ei läbi (joon. 110, *b*) ning küttesegu ei eelsoojendata.

Mootorites М-20 reguleeritakse eelsoojendust (klapi asendit) automaatselt bimetallspiraali (termostaadi) abil. Spiraali üks ots on kinnitatud eelsoojenduse reguleerimise klapi telje külge, teine ots aga torustiku seina külge. Klapi avamise määr sõltub spiraali kuumenemisest.

Mootoris 407 soojendatakse alumiiniumisulamist sisselasketorustikku jahutussüsteemi kuuma veega. Selleks on sisselasketorustikul kahekordsed seinad, millе vaheruum on täidetud plokikaanest radiaatorisse voolava kuuma veega.

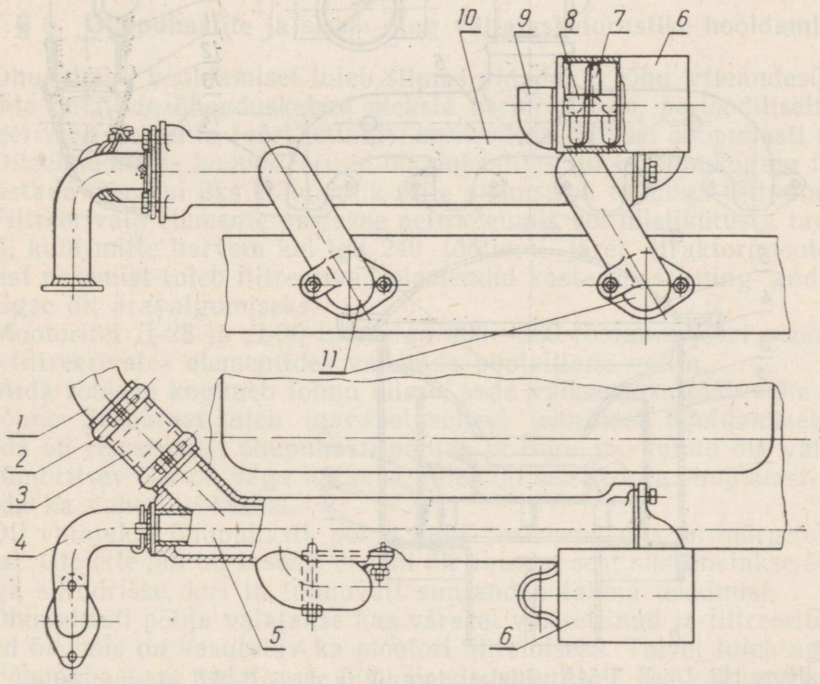
Diislites, millel on karburaatoriga käivitusmootorid, toimub õhu eelsoojendus sisselasketorustikus diisli käivitamisel käivitusmootori heitgaaside soojuse arvel. See kergendab diisli käivitamist, eriti välisõhu madala temperatuuri korral.

Mootoril Д-54А on õhu eelsoojendamiseks käivitamisel sisselasketorustiku *10* (joon. 111) sisse paigutatud soojendustoru *5*, mis on ühendatud käivitusmootori väljalasketoruga *4*.



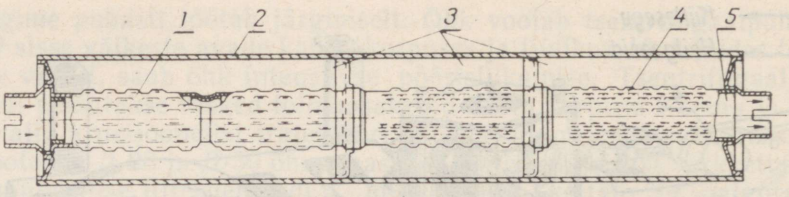
Joon. 110. Küttesegu eelsoojenduse käsitsi reguleerimisega sisse- ja väljalasketorustik (mootor ГАЗ-51А):

a — täielik eelsoojendus talvel («ЗИМА»); *b* — eelsoojendus on välja lülitatud — suvel («ЛЕТО»); *1* — klapp; *2* — sektor; *3* — väljalasketoru; *4* — sisselasketoru.



Joon. 111. Mootori Д-54А sisselasketorustik:

1 — õhutoru; *2* — kammits; *3* — voolik; *4* — käivitusmootori väljalasketoru; *5* — soojendustoru; *6* — käivitusmootori summuti; *7* — summuti spiraal; *8* — telg; *9* — väljalasketoru; *10* — sisselasketoru; *11* — sisselasketoru otsikud.

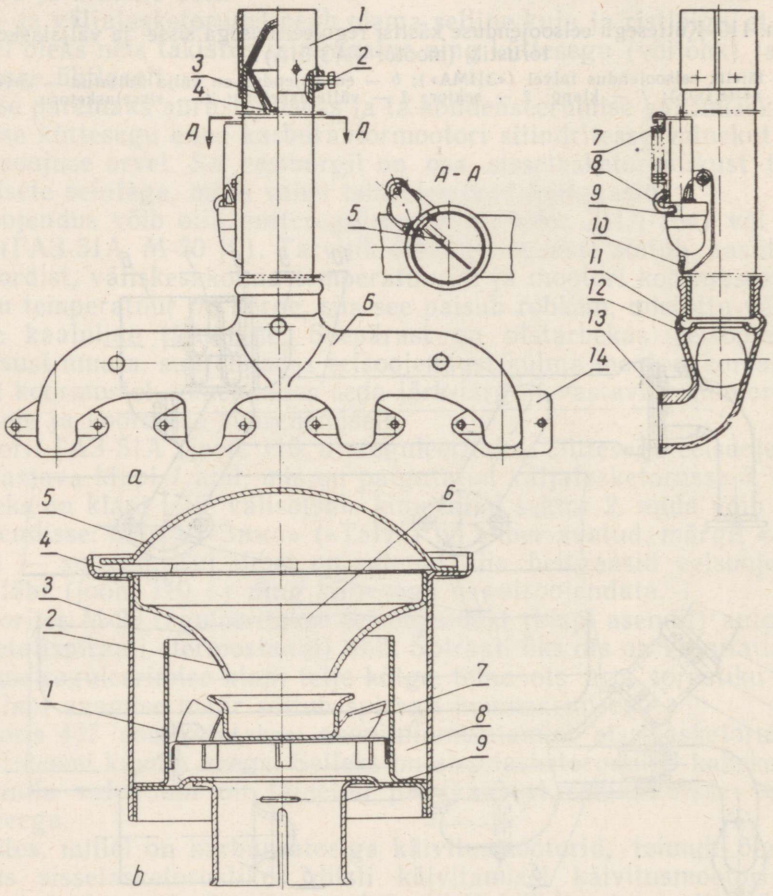


Joon. 112. Mootori ГАЗ-51А summuti:
1 ja *4* — pilud; *2* — korpus; *3* — kambrid; *5* — toru.

Silindrist väljuvatel heitgaasidel on märgatav rõhk ning kiirus. Kui selline gaas lasta vahetult atmosfääri, paisub ta kiiresti ning tekitab tugevat müra. Seepärast juhitakse heitgaasid atmosfääri läbi summuti, mille toime on rajatud heitgaaside rõhu ja kiiruse vähendamisele.

Diisli Д-54А käivitusmootori summuti *6* kujutab endast suletud silindrilist terassilindrit, mille sisse on teljele *8* kinnitatud spiraal *7*.

Heitgaasid, sattudes summutisse, mille ristlõige on tunduvalt suurem kui soojendustorul *5*, paisuvad ja kaotavad oma esialgse kiiruse. Põrku-



Joon. 113. Diisli Д-54А väljalasketorustik ja diisli Д-48Л sädemepüüdja:
a — diisli Д-54А väljalasketorustik: *1* — sädemepüüdja; *2* — polt; *3* — sisemine võrk; *4* — välimine võrk; *5* — klapp; *6* — väljalasketorustik; *7* — vedru; *8* — klapi hoob; *9* — vile; *10* — vile kinnituspolt; *11* — ringruum; *12* — vee äravoolu kanal; *13* — vahetihend; *14* — äärik; *b* — diisli Д-48Л sädemepüüdja: *1* — juhtsilinder; *2* — suunav kauss; *3* — korpus; *4* — pilu; *5* — kaas; *6* — kaane ja kausi vaheline ruum; *7* — keeristi; *8* — tahmaruum; *9* — toruotsik.

misel vastu spiraali *7* ja kruvijoonelisel liikumisel kaotavad gaasid veelgi oma kiirust. Seepärast tekitavad väljalasketorust *9* atmosfääri paiskuvad gaasid üsna nõrka müra.

Mootori ГАЗ-51А summuti (joon. 112) on kolmekambriline, otsevoolutüüpi. Torus *5* liikuvad gaasid lähevad pilude *1* ja *4* kaudu korpuse *2* kambrisse *3*. Seejuures gaasid paisuvad, mille tagajärjel langeb nende rõhk, temperatuur ja liikumiskiirus. Kui rõhk torus *5* langeb (väljalasketakti teisel poolel), tungivad gaasid kambrist *3* tagasi torusse ja väljuvad siis atmosfääri.

Tuleohu vähendamiseks on traktorite ja iseliikuvate põllutöömasinate mootorite väljalasketorud varustatud sädemepüüdjatega ning gaasid suunatakse üles. Mootori Д-54А sädemepüüdja *1* (joon. 113, *a*) kujutab endast teraskorpust, mille sisse on paigutatud neli koonusekujulist terasvõrku *3* ja *4*. Vastu võrku põrkuv heitgaaside vool muudab oma liikumissuunda. Seejuures sädemed kustuvad.

Diisli Д-54А väljalasketorule on kinnitatud vile *9* (helisignaal), mis töötab heitgaasidega.

Diisli Д-48Л väljalasketorustikule (joon. 113, *b*) on paigutatud pööristüüpi summutiga sädemepüüdja. See töötab järgmiselt. Keeristi *7* labade vahelt läbiliikuvad heitgaasid saavad pöörleva liikumise. Seejuures paisatakse kuuma tahma raskemad osakesed tsentrifugaaljõudude mõjul vastu korpuse *3* seina. Põrkudes vastu suunavat kaussi *2*, muudavad nad oma liikumissuunda ja langevad ruumi *8*, heitgaasid aga satuvad ruumi *6*, mis on pilu *4* kaudu ühendatud atmosfääriga. Üle minnes suhteliselt suurest ruumalast kitsasse pilusse ja sellest edasi atmosfääri, muutub gaaside kiirus järsult. See soodustab ka nende sädemete täielikku kustumist, mis ei sattunud ruumi *8*, ning ühtlasi vähendab väljalaskel tekkivat müra.

§ 3. Õhupuhastite ja sisse- ning väljalasketorustike hooldamine

Õhupuhasti hooldamisel tuleb silmas pidada, et õhu etteandesüsteemi kõikide detailide ühenduskohad oleksid hermeetilised, perioodiliselt pesta filtreerivaid elemente (võrkkettaid), kontrollida õlitaset õhupuhasti põhjas.

Diiselmootorite kombineeritud õhupuhastites tuleb tolmukoguja tolmust puhastada siis, kui üks kolmandik selle mahust on tolmuga täitunud.

Filtreerivaid elemente pestakse petrooleumis või diislikütuses tarviduse järgi, kuid mitte harvem kui iga 240 töötunni järel (traktorimootoritel). Pärast pesemist tuleb filtreerivad elemendid kasta õlisse ning anda aega üleliigse õli äravalgumiseks.

Mootoritel Д-28 ja Д-30 tuleb iga 300—360 töötunni järel peenpuhastuse filtreerivates elementides vahetada poolvillane vatiin.

Mida rohkem koguneb tolmu õlisse, seda väiksemaks jääb selle puhastusvõime. Seepärast tuleb igavahetuselisel tehnilisel hooldamisel kontrollida õli risustumist õhupuhasti põhjas ja liiga mustunud õli vahetada. Kui ümbritsev õhk on väga tolmune, tuleb õli seisukorda õhupuhastis kontrollida ka vahetuse keskel.

Õli valatakse õhupuhasti põhja kuni tasemeni, mis on märgitud selle seinal. Üle ettenähtud taseme ei tohi õli valada, sest siis imetakse õli koos õhuga silindrisse, kus ta tunduvalt suurendab tahma tekkimist.

Õhupuhasti põhja valatakse kas värsket või settinud ja filtreeritud töötanud õli, mis on kasutatav ka mootori õlitamiseks. Talvel tuleb aga diislitel õhupuhastisse valatavale õlile lisada mahuliselt üks kolmandik diislikütust.

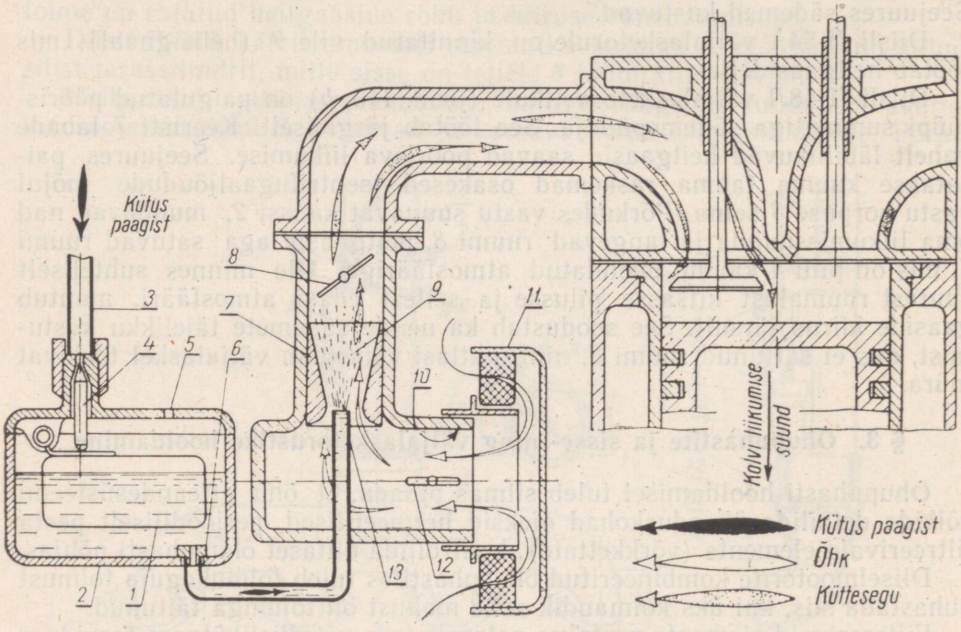
Sisse- ja väljalasketorustiku hooldamine seisneb nende kinnituste ja ühenduste perioodilises järelpingutamises. Väljalasketorusid ja sädemepüüdjaid tuleb perioodiliselt puhastada tahmast.

KARBURAATORID

§ 1. Elementaar-karburaatori töötamise skeem

Küttesegu valmistamist karburaatormootoris nimetatakse karburatsiooniks ja seadet, mis selle protsessi läbi viib — karburaatoriks. Kaasaegsed karburaatorid töötavad pulverisaatori põhimõttel.

Elementaar- (lihtsaim) karburaator (joon. 114) koosneb ujukiruumist *2*, ujukist *1*, nõelklapist *4*, düüsist *6* koos pihustiga *13*, segukoonusest (difuusorist) *7*, seguklapist *8*, õhuklapist *12* ja seguruumist *9*.



Joon. 114. Elementaar-karburaatori töötamise skeem:
1 — ujuk; *2* — ujukiruum; *3* — kütusetoru; *4* — nõelklapp; *5* — ujukiruumi ava; *6* — düüs; *7* — segukoonus; *8* — seguklapp; *9* — seguruum; *10* — õhutoru; *11* — õhupuhasti; *12* — õhuklapp; *13* — pihusti.

Ujukiruum, ujuk ja nõeklapp on kütuse alaliselt kindlal tasemel hoidmiseks pihustites. Ujukiruum on atmosfääriga ühendatud ava *5* kaudu.

Düüs *6* kujutab endast kalibreeritud avaga korki või toru. Düüsid on ette nähtud kütuse, õhu või kütuse emulsiooni (kütusepiisakeste ja õhu segu) doseerimiseks.

Segukoonuse *7* moodustab karburaatoris pidevalt laieneva ristlõikega torulõik. Pihusti *13* kujutab endast toru kütuse pihustamiseks; see on paigutatud segukoonuse tsentrisse.

Seguruumiks *9* nimetatakse karburaatoris piirkonda alates segukoonuse *7* kõige kitsamast kohast kuni seguklapi *8* teljeni.

Kütus voolab mööda kütusetoru *3* paagist ujukiruumi *2* ja täidab selle. Kui kütuse tase ujukiruumis on tõusnud nõutavale kõrgusele, surub ujuk *1* nõelklapi *4* pesasse ja katkestab seega kütusevoolu ujukiruumi. Kütuse tasapinna langemisel laskub ka ujuk allapoole ja avab jälle kütusevoolu ujukiruumi.

Ujukiruumist pääseb kütus düüsi *6* kaudu pihustisse *13*, mille väljumisava asetseb segukoonuse *7* kitsaimas osas. Et kütus ei tilguks pihustist

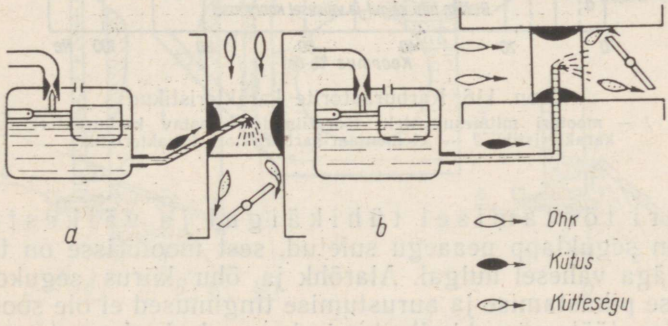
välja ka siis, kui mootor ei tööta, on pihusti väljumisava asetatud 1—2 mm kõrgemale kütuse tasemest ujukiruumis.

Sisselasketakti ajal, kui õhuklapp *12* on avatud, kandub silindris valitsev alarõhk sisselasketoru kaudu seguruumi *9* ja põhjustab siin õhuvoolu nooltega näidatud suunas. Alarõhku seguruumis on võimalik reguleerida seguklapi *8* ja õhuklapi *12* abil.

Mootori silindrisse imetav õhk läbib järjekorras õhupuhasti *11* toru *10* ja segukoonuse *7*. Et segukoonuse suudmes õhu läbivoolu ava ristlõige väheneb, siis õhu kiirus selles kasvab ja alarõhk suureneb. Vahe tõttu ujukiruumis valitseva atmosfääri rõhu ja segukoonuses valitseva alarõhu vahel hakkab kütus purskuma pihustist. Õhuvoolu kiirus segukoonuses on umbes 25 korda suurem kui pihustist väljuvate kütusetilgakeste kiirus. Seetõttu pihustatakse kütus peenteks piisakesteks. Viimased moodustavad õhuga segunedes küttesegu, mis läheb edasi mootori silindritesse.

Pihustamise tagajärjel suureneb kütuseosakeste kokkupuutepind õhuga, mistõttu kütus intensiivselt aurustub.

Karburaatoris valmistatud küttesegu pole ühtlane. See koosneb kütuseaurude ja aurustumata kütusepiisakeste ning õhu segust. Et kindlustada kütuse võimalikult täielikku aurustumist, soojendatakse tavaliselt sisselasketorustikku heitgaasidega. Õhupuhasti *11* mustumisel rõhkude vahe ujukiruumis ja segukoonuses suureneb (alarõhu suurenemine segukoonuses), mille tagajärjel suureneb kütusekulu düüsi *6* kaudu. Selle puuduse kõrvaldamiseks on paljudes karburaatorites ujukiruum ühendatud mitte atmosfääriga, vaid karburaatori õhutoruga *10*. Sellist ujukiruumi nimetatakse *tasakaalustatuks* (balanseeritud ujukiruumiks).



Joon. 115. Karburaatorite skeemid:
a — küttesegu langevvoolu; *b* — küttesegu horisontaalvoolu.

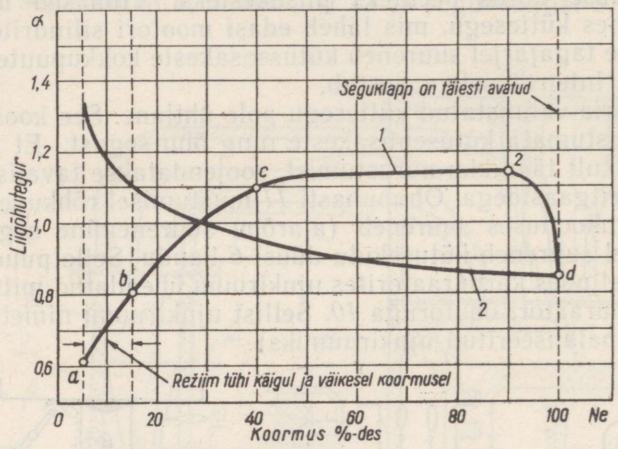
Õhuvoolu ja küttesegu liikumise suuna järgi on karburaatorid tõusevvooluga (joon. 114), langevvooluga (joon. 115, *a*) ja horisontaalvooluga (joon. 115, *b*). Kõige rohkem on levinud (kõikidel automootoritel) langevvooluga karburaatorid. Nende kasutamine parandab segu moodustamist ja suurendab mootori silindrite täiteastet. Selle tagajärjel mootori ökonoomsus mõnevõrra tõuseb.

§ 2. Karburaatori töötamine mootori mitmesugustel töörežiimidel

Autode ja traktorite karburaatormootorid töötavad järgmistel põhilistel režiimidel: 1) käivitus; 2) tühikäik ja väike koormus; 3) keskmine koormus; 4) täiskoormus. Et mootor töötaks maksimaalse efektiivsusega, peab küttesegu süütamise momendil elektrisädemega täielikult vastama mootori antud töörežiimile. Küttesegu peab olema homogeenne ning kütus segus aurustunud.

Külma mootori käivitamisel halveneb segu moodustamine, sest alarõhk segukoonuses on puudulik, õhu kiirus väike ning mootori detailid jahedad. Seepärast tuleb külma mootori käivitamisel silindritesse anda rikast küttesegu ($\alpha = 0{,}2—0{,}6$), selleks et segus oleks süttimiseks küllaldasel hulgal kergeid, kiiresti aurustuvaid kütusefraktsioone. Elementaar-karburaator ei kindlusta aga mootori käivitamiseks vajaliku rikka küttesegu saamist.

Graafikut mootori silindritesse antava küttesegu koostise muutumise kohta sõltuvalt mootori koormusest nimetatakse karburaatori *karakteristikuks*. Et tagada mootori kõige efektiivsemat tööd, peab karburaatori karakteristik vastama joonisel 116 kujutatud kõverale *1*.



Joon. 116. Karburaatorite karakteristikud:
1 — mootori mitmesugustele töörežiimidele vastav karburaatori karakteristik; *2* — elementaar-karburaatori karakteristik.

Mootori töötamisel tühikäigul ja väikestel koormustel on seguklapp peaaegu suletud, sest mootorisse on tarvis anda küttesegu väga vähesel hulgal. Alarõhk ja õhu kiirus segukoonuses on väike. Kütuse pihustamise ja aurustumise tingimused ei ole soodsad. Mootori stabiilse töötamise kindlustamiseks peab karburaator valmistama rikastatud segu liigõhuteguriga $\alpha = 0{,}6—0{,}8$ (kõver *1*, lõik *a—b*).

Vastavalt koormuse suurenemisele (lõik *b—c*) avatakse seguklappi, õhu kiirus ja alarõhk suureneb, sisselasketorustiku temperatuur tõuseb ja järelikult paraneb ka segu moodustamine. Seepärast peab küttesegu järk-järgult lahjenema, liigõhutegur aga pidevalt suurenema kuni väärtuseni 1,1.

Mootori keskmistel koormustel (lõik *c—z*), s. o. umbes 40—90% mootori täiskoormusest, tuleb silindritesse anda küttesegu erinevates kogustes, kuid selle koostis peab kogu aeg jääma püsivaks ning kergelt lahjendatuks ($\alpha = 1{,}1—1{,}15$), et mootor töötaks kõige ökonoomsemalt.

Mootori täiskoormustel (seguklapp on täielikult avatud, lõik *z—d*) peab mootori maksimaalse võimsuse saamiseks küttesegu olema rikastatud ($\alpha = 0{,}85—0{,}90$).

Elementaarkarburaator muudab aga küttesegu koostist nimetatud režiimidel (kõver *2*) just vastupidi sellele, mis nõutakse.

Et mootori pöörded kiiresti suureneksid ja võimsus kasvaks, s. o. et mootoril oleks hea tundlikkus, tuleb seguklapi järsul avamisel anda silindritesse rikastatud segu. Elementaar-karburaatoris seguklapi järsul avamisel küttesegu lahjeneb.

§ 3. Nõutava koostisega küttesegu valmistava karburaatori ehitus

Et karburaator valmistaks nõutava koostisega küttesegu automootori erinevatel töörežiimidel, on elementaar-karburaatorit täiustatud järgmiste lisaseadmetega:

1) *käivitusseade;*

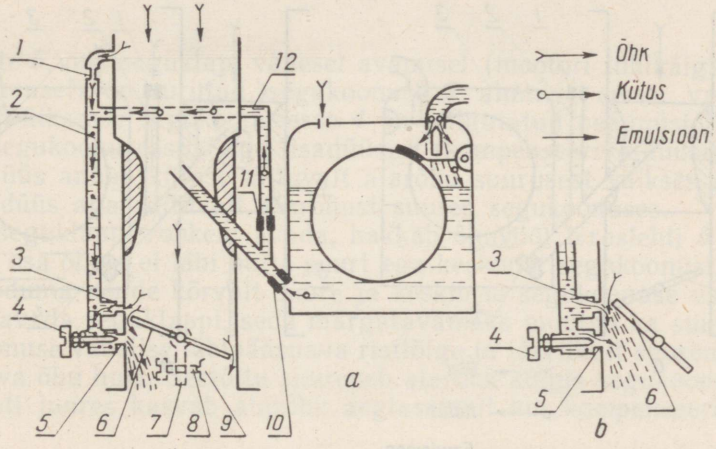
2) *tühikäiguseade* (-süsteem) mootori töötamiseks tühikäigul ja väikestel koormustel;

3) *peadoseeriv seade,* mis mootori keskmiste koormuste laias diapasoonis tagab püsiva lahjendatud (ökonoomse) küttesegu koostise;

4) *ökonomaiser* — seade segu rikastamiseks mootori töötamisel suurtel koormustel täiendava hulga kütuse andmise teel seguruumi;

5) *kiirenduspump* — seade täiendavaks segu rikastamiseks seguklapi järsul avamisel.

Tühikäigusüsteem. Mootori töötamisel tühikäigul või väikestel koormustel on seguklapp *6* (joon. 117, *a*) peaaegu täiesti suletud. Seepärast on õhuvoolu kiirus ja alarõhk segukoornuses niivõrd väike, et peadüüsist *10* väljavoolavast kütusest ei piisa vajaliku koostisega küttesegu moodustamiseks. Samal ajal tekib aga seguklapi *6* taga suur alarõhk. Niisugustes tingimustes tagab kohase küttesegu moodustamise tühikäigusüsteem.



Joon. 117. Karburaatori tühikäigusüsteemi skeem:
1 — õhudüüs; *2* — kanal; *3* ja *5* — pihustusavad; *4* — reguleerimiskruvi; *6* — seguklapp; *7* — hoob; *8* — seguklapi kruvi; *9* — karburaatori kere nukk; *10* — peadüüs; *11* — düüs; *12* — kanal.

Alarõhu tõttu seguklapi taga imetakse kütust düüsi *11* ja kanali *12* kaudu kanalisse *2*, kuhu õhudüüsi *1* kaudu voolab ka õhk. Segunedes õhuga, moodustab kütus emulsiooni, mis ava *5* kaudu tungib sisselasketorusse. Et üleminek tühikäigult koormusega töötamisele toimuks sujuvalt, on kanalil *2* kaks ava *5* ja *3*, milledest üks ava *3* on ülalpool, teine ava *5* aga suletud seguklapi servast allpool.

Tühikäigul, kui seguklapp on peaaegu täielikult suletud, tungib ava *5* kaudu sisselasketorusse emulsioon, kanalisse *2* aga ava *3* kaudu õhk, mis vähendab alarõhku kanalis. Selle tagajärjel väheneb kütuse hulk emulsioonis ja paraneb segu valmistamine.

Üleminekuks töötamisele väikesel koormusel tuleb seguklappi veidi avada. Seejuures katab seguklapi serv esialgu kinni ava *3* ning õhuvool selle kaudu kanalisse *2* lakkab, mistõttu avast *5* aga hakkab väljuma tunduvalt kütuserikkam emulsioon. Nüüd jäävad juba mõlemad avad seguklapi taha (joon. 117, *b*) ning emulsioon väljub suurel hulgal mõlema ava

kaudu. Edasisel seguklapi avamisel hakkab aga kütuse emulsiooni väljumine tühikäigusüsteemi kaudu järk-järgult vähenema.

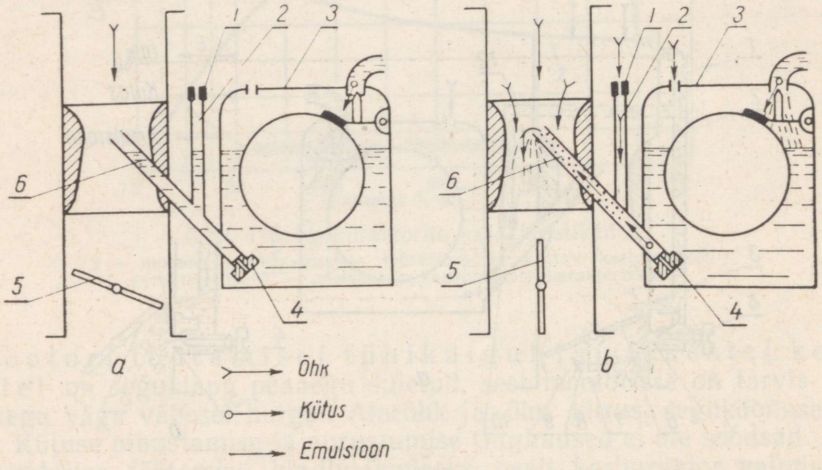
Küttesegu koostise reguleerimiseks tühikäigul (kvalitatiivseks reguleerimiseks) on ava *5* kohal kruvi *4*. Viimase sissekeeramisel väheneb ava *5* ristlõige ja seega ka emulsiooni läbipääs. Õhuava ristlõige jääb muutumatuks. Seetõttu langeb alarõhk kanalis *2* ning küttesegu lahjeneb.

Et mootori väntvõlli pöörlemiskiirus tühikäigul oleks minimaalne, tuleb seguklapp avada täpselt kindlaksmääratud ulatuses. Sel eesmärgil on seguklapi hoovale *7* paigutatud reguleerimiskruvi *8*. Seisus, kus mootor minimaalsetel pööretel töötab stabiilselt, peab kruvi *8* ots toetuma karburaatori korpusel olevale spetsiaalsele nukile *9*. Kruvi *8* sisse- või väljapoole keerates võib leida seguklapi asendi, kus mootor töötab tühikäigu minimaalsetel pööretel stabiilselt.

Peadoseeriv seade. Vaadeldavate mootorite karburaatorites kasutatakse järgmist tüüpi peadoseerivaid seadmeid:

1) alarõhu muutumisega kütusedüüsi juures (kütuse pneumaatilise pidurdusega) (karburaatorid K-16, K-25Г ja K-82);

2) lisakütusedüüsiga ja hõrenduse reguleerimisega segukoonuses (kompenseerivate seadmetega) (kaburaator K-22Г).



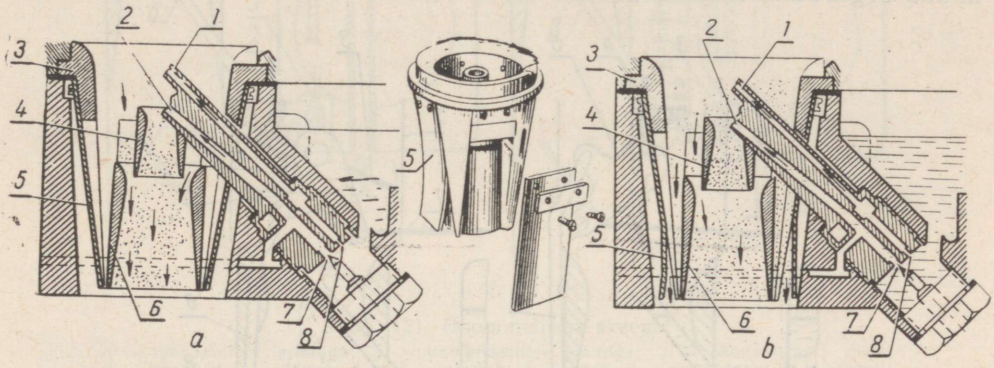
Joon. 118. Langevvoolu karburaatori pneumaatilise pidurdusega peadoseeriva süsteemi skeem:

a — mootor ei tööta; *b* — mootor töötab koormusega; *1* — õhudüüs; *2* — kaev; *3* — ujukiruum; *4* — peadüüs; *5* — seguklapp; *6* — pihusti.

Pneumaatilise pidurdusega langevvoolu karburaatoril on kütusedüüs *4* (joon. 118) ja kaev *2*, mille ülemises otsas on õhudüüs *1*. Kui mootor ei tööta, on kütus ujukiruumis *3*, kaevus *2* ja pihustis *6* ühel ja samal tasemel (joon. 118,*a*).

Mida rohkem avada seguklappi *5*, seda suurem on alarõhk segukoonuses ning pihustist *6* hakkab väljuma kütus. Seejuures langeb kütuse tase kaevus *2* kiiresti. Kui kütus kaevust *2* on ära kulutatud, hakkab kaevu õhudüüsi *1* kaudu tungima õhk, mis vähendab alarõhku kütusedüüsi *4* juures. Selle tagajärjel aeglustub kütuse väljavool ning küttesegu lahjeneb (joon. 118, *b*). Õhu- ja kütusedüüsi ristlõike vastava valiku teel võib küttesegu koostist lähendada soovitavale (vt. joon. 116, kõver *1*). Sellise peadoseeriva süsteemi korral ei välju pihusti *6* kaudu segukambrisse mitte kütus, vaid selle emulsioon, mis moodustub kütuse segunemisel pihustisse tunginud õhuga.

Kompenseerivate seadmetega peadoseeriv süsteem on näidatud joonisel 119. Karburaatori seguruumis on kolm segukoonust. Välimine, kõige suurem segukoonus *3*, on paigutatud väikesest *4* ja ja keskmisest segukoonusest *6* kõrgemale. Segukoonuse *3* külgedele on kinnitatud neli vetruvat



Joon. 119. Hõrendust reguleerivate segukoonustega ja abipihustiga peadoseeriv seade: *1* — abipihusti; *2* — peapihusti; *3* — suur segukoonus; *4* — väike segukoonus; *5* — vetruvad teraslehed; *6* — keskmine segukoonus; *7* — peadüüs; *8* — lisadüüs.

teraslehte *5*, mis seguklapi vähesel avamisel (mootori tühikäigul ja väikesel koormusel) on surutud segukoonuse *6* alumise serva vastu (joon. 119, *a*). Väiksesse segukoonusesse *4* on paigutatud peadüüsi *7* pihusti *2*, suurde segukoonusesse *3* aga lisadüüsi *8* (kompenseeriva düüsi) pihusti *1*.

Peadüüs annab kütust sõltuvalt alarõhu suurusest väikses segukoonuses, lisadüüs aga sõltuvalt alarõhust suures segukoonuses.

Kui seguklappi rohkem avada, hakkab õhuvool teraslehti *5* laiali lükkama ja osa õhust ei läbi mitte suurt ega keskmist segukoonust, vaid hakkab mööduma nende kõrvalt suure ja keskmise segukoonuse vahelt. Mida rohkem avada seguklappi, seda märgatavamaks muutub ka suure ja keskmise koonuse vahelise läbipääsuava ristlõige ja järelikult suureneb ka seda ava läbiva õhu hulk. Seetõttu suureneb alarõhk kõigis segukoonustes, kuid peapihusti juures kasvab alarõhk aeglasemalt kui kompenseeriva pihusti juures.

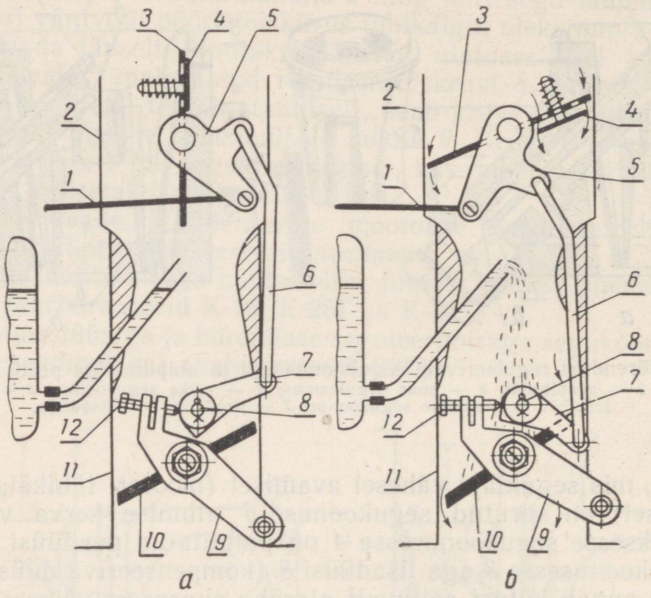
Seepärast lahjendabki peadüüs seguklapi avamisel küttesegu, lisadüüs aga, mis töötab elementaar-karburaatorina, rikastab seda.

Pea- ja kompenseeriva düüsi tootlikkus ning teraslehtede elastsus võetakse selline, et küttesegu koostis seguklapi mitmesugusel avamisel (keskmistel koormustel) oleks stabiilne ja veidi lahjendatud mootori ökonoomseks töötamiseks.

Mitme segukoonuse kasutamine parandab segu moodustamist karburaatoris. Düüsist väljuv kütus pihustatakse kõigepealt selles segukoonuses, millesse on vastav pihusti paigutatud. Siis aga, kui juba moodustatud segu läbib keskmise segukoonuse, pihustatakse kütus täiendavalt veel peenemateks osakesteks seda segukoonust läbivas õhuvoolus.

Käivitusseade. Käivitamisel on mootori väntvõlli pöörlemiskiirus väike, mistõttu alarõhk segukambris ei ole küllaldane ning tühikäigusüsteem ja samuti peadoseeriv süsteem ei taga küttesegu tarvilikku rikastamist. Kaasaegsetel mootoritel kasutatakse käivitusseadmena õhuklappi *3* (joon. 120, *a*), mis on paigutatud sisselasketorusse *2*. Õhuklapi sulgemisel (joon. 120, *b*) suureneb alarõhk seguruumis *11*. Selle tagajärjel segu rikastub kütuse intensiivse väljumise tõttu peapihusti ja tühikäigupihusti suudmetest. Küttesegu moodustamiseks vajalik õhk siseneb õhuklapi servade vaheliste pilude kaudu.

Pärast mootori käivitumist suureneb alarõhk seguruumis järsult ja küttesegu ülerikastumise tõttu mootor võib seisma jääda. Seepärast on enamasti õhuklapp varustatud automaatklapiga *4*, mis liigse alarõhu tekkimisel seguruumis avaneb atmosfääri survel. Nii tungib automaatklapi kaudu seguruumi lisaõhku, mis ei lase segu ülirikastuda.



Joon. 120. Karburaatori õhuklapi töötamise skeem:
a — õhuklapp on avatud; *b* — õhuklapp suletud; *1* — õhuklapi tross; *2* — õhu sisselaske toru; *3* — õhuklapp; *4* — automaatklapp; *5* — õhuklapi hoob; *6* — varras; *7* — vahehoob; *8* — vahehoova telg; *9* — seguklapi hoob; *10* — seguklapp; *11* — seguruum; *12* — tühikäigu reguleerimise kruvi seguklapi avamiseks.

Mootori käivitamisel peab seguklapp *10* olema veidi avatud. Et õhuklapi sulgemisel seguklapp veidi avaneks, on need klapid hoobade ja varraste kaudu ühendatud.

Õhuklapi juhtimine toimub enamikel karburaatoritel käsitsi trossiga *1*, mis ulatub juhikabiini vastava nupu külge.

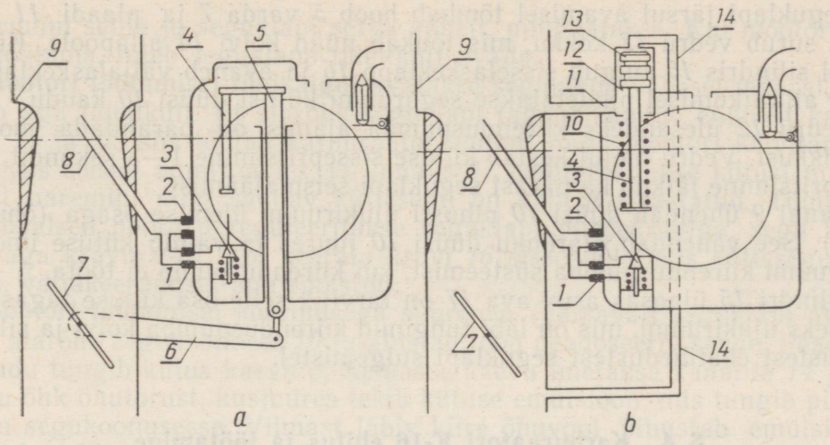
Ökonomaiser koosneb düüsist *1* (joon. 121) ja klapist *3*, mida vedru surub pesale. Klapi käitamine võib toimuda kas mehaaniliselt või pneumaatiliselt.

Mehaanilise ajamiga ökonomaiser (joon. 121, *a*) töötab järgmiselt. Kui seguklapi avamine ligineb maksimaalseisule, nihutab hoob *6* varrast *5* nii palju alla, et tõukevarras *4* avab klapi *3* ning kütus voolab sel perioodil segukambrisse peadüüsist *2* ja ökonomaiseri düüsist *1* pihusti *8* kaudu.

Pneumaatilise ajamiga ökonomaiseril (joon. 121, *b*) on tõukevarras *4* varustatud kolviga *13*, mis asub silindris *12*. Vedru *10* surub varrast *4* alla. Silindri *12* alumine osa on kanali *11* kaudu ühendatud õhutoruga *9*, ülemine osa aga kanali *14* kaudu seguklapi taguse ruumiga.

Kui mootori töötamisel seguklapp *7* on keskmiselt avatud, on alarõhk seguklapi taga ja järelikult ka kolvi *13* kohal suurem kui õhutorus *9*. Seepärast tõuseb kolb *13* vedru *10* survet ületades üles.

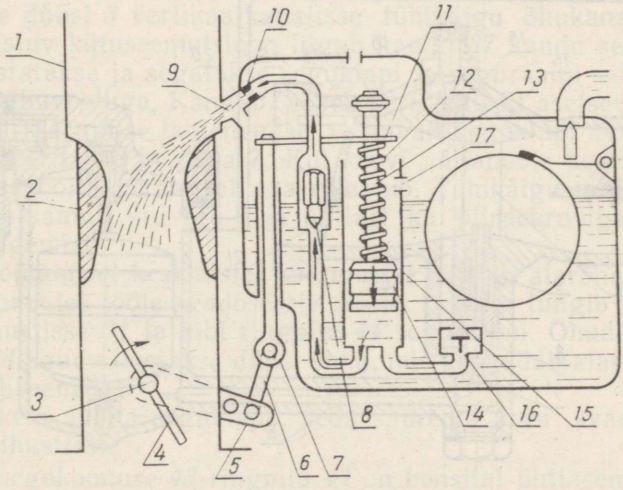
Kui seguklapp on peaaegu täielikult avatud, muutub ka hõrendus õhutorus ja seguklapi taga peaaegu võrdseks ning kolb *13* koos vardaga *4* läheb vedru *10* survel alla. Seejuures varras *4* avab klapi *3* ning pihustisse *8* voolab täiendav hulk kütust ökonomaiseri düüsi *1* kaudu.



Joon. 121. Ökonomaiseri skeem:
a — mehaanilise ajamiga; *b* — pneumaatilise ajamiga; *1* — ökonomaiseri düüs; *2* — peadüüs; *3* — klapp; *4* ja *5* — vardad; *6* — hoob; *7* — seguklapp; *8* — pihusti; *9* — õhutoru; *10* — vedru; *11* ja *14* — kanalid; *12* — silinder; *13* — kolb.

Pneumaatilise ajami eelised, võrreldes mehaanilise ajamiga, on järgmised. Mehaanilise ajami korral lülitatakse ökonomaiser töösse ainult seguklapi kindlaksmääratud avatud oleku korral, sõltumata mootori väntvõlli pöörlemiskiirusest. Pneumaatiline ajam lülitab aga ökonomaiseri sisse seguklapi mitmesuguste seisude puhul, sõltuvalt mootori väntvõlli pöörlemiskiirusest. Mida väiksemad on mootori pöörded, seda väiksem on seguklapi avatud oleku nurk ökonomaiseri rakendumisel. Niisugused ökonomaiseri omadused tagavad segu õigeaegse rikastumise mootori koormuse suurenemisel.

Mehaanilise ajamiga **kiirenduspump** on kõige rohkem levinud. Mõnikord on see ühendatud ökonomaiseriga. Kui sulgeda seguklapp *4* (joon. 122) tõstab hoob *5* varda *7* ja plaadi *11* kaudu kolvivarda *13* koos kolviga *14* üles. Seejuures tungib kütus ujukiruumist sisselaskeklapi *16* kaudu silindrisse *15*. Väljalaskeklapp *8* on silindri täitumise ajal suletud.



Joon. 122. Mehaanilise ajamiga kiirenduspumba skeem:
1 — õhutoru; *2* — segukoonus; *3* — telg; *4* — seguklapp; *5* — hoob; *6* ja *7* — vardad; *8* — väljalaskeklapp; *9* — kanal; *10* — düüs; *11* — liistplaat; *12* — vedru; *13* — kolvivarras; *14* — kolb; *15* — silinder; *16* — sisselaskeklapp; *17* — kütuse äravoolu ava.

Seguklapi järsul avamisel tõmbab hoob *5* varda *7* ja plaadi *11* alla. Plaat surub vedru *12* kokku, mis tõukab nüüd kolvi *14* allapoole. Kütuse survel silindris *15* sulgub sisselaskeklapp *16* ja avaneb väljalaskeklapp *8*. Kolvi allaliikumisel pihustatakse seguruumi kütust düüsi *10* kaudu.

Vedru *12* ülesandeks kiirenduspumba ajamis on parandada mootori tundlikkust. Vedru mõjul kestab kütuse sissepritsimine 1—3 sekundit, s. o. sissepritsimine jätkub ka pärast seguklapi seismajäämist.

Kanal *9* ühendab düüsi *10* pihusti ujukiruumi ülemise osaga (õhuruumiga). See vähendab alarõhku düüsi *10* juures ja väldib kütuse imemist seguruumi kiirenduspumba süsteemist, kui kiirenduspump ei tööta.

Silindri *15* ülaosas asuv ava *17* on tarvilik selle osa kütuse tagasivoolamiseks ujukiruumi, mis on läbi tunginud kiirenduspumba kolvi ja silindri vahelistest ebatihedustest seguklapi sulgemistel.

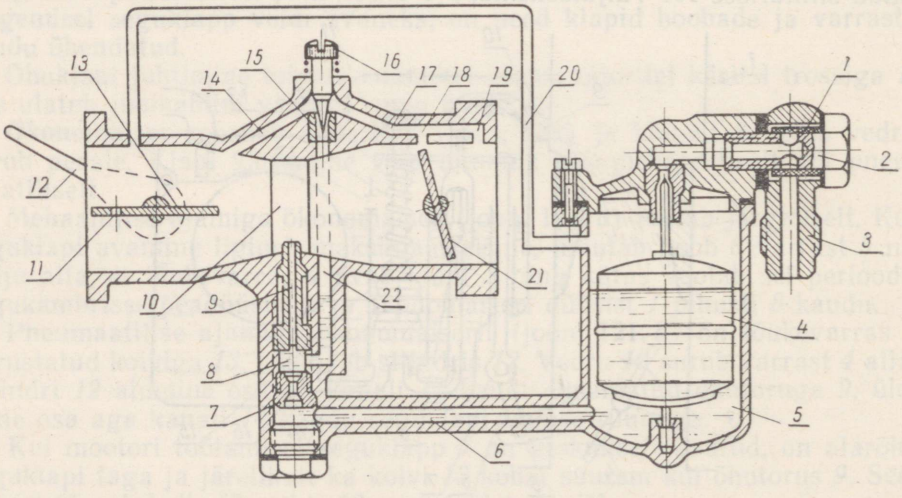
§ 4. Karburaatori K-16 ehitus ja töötamine

Mootori ПД-10М karburaator K-16 (joon. 123) on ühe segukoonusega, tasakaalustatud ujukiruumi ja horisontaalse seguruumiga ning reguleeritava käivitus- ja tühikäigusüsteemiga. Karburaatori peadoseeriv seade töötab kütuse pneumaatilise pidurdamise põhimõttel.

Ujukiruumi *5* tuleb kütus toru *3*, filtri *1* ja stutseri *2* kanali kaudu. Tarvilik kütuse püsiv tase ujukiruumis hoitakse ujuki *4* ja nõelklapi abil.

Ujukiruumist tungib kütus kanali *6* ja peadüüsi *7* kaudu kaevu *8*, pihustisse *9* ja tühikäigukanalisse *22*. Kütuse tase pihustis ning tühikäigukanalis on samal kõrgusel mis ujukiruumiski.

Mootori käivitamisel suletakse õhuklapp *13* ja avatakse veidi seguklappi *21*. Väikese alarõhu tõttu segukoonuses *10* ei välju kütus peadüüsi *7* ja pihusti *9* kaudu. Samal ajal tekib seguklapi taga suur alarõhk, mis kandub tühikäigukanalitesse *17*, *14* ja *22*. Alarõhu mõjul imetakse kütus kanalist *22* tühikäigu düüsi *15* kaudu kanalisse *17*, kus see emulgeerub vähese hulga õhuga, mis tuleb õhutorust kanali *14* kaudu. Sellesse õhutoru ossa imetakse õhk õhuklapi avast *11*. Moodustuv emulsioon läheb avade *18* ja *19* kaudu seguklapi *21* taha, kus see õhuvoolus, mis tungib sisse



Joon. 123. Karburaatori K-16 skeem:

1 — filter; *2* — stutser; *3* — kütusetoru; *4* — ujuk; *5* — ujukiruum; *6* — kanal; *7* — peadüüs; *8* — kaev; *9* — pihusti; *10* — segukoonus; *11* — ava õhuklapis; *12* — õhuklapi juhtimispide; *13* — õhuklapp; *14, 17* ja *22* — tühikäigusüsteemi kanalid; *15* — tühikäigudüüs; *16* — tühikäigu reguleerimise kruvi; *18* ja *19* — tühikäigu pihustusavad; *20* — ujukiruumi tasakaalustuskanal; *21* — seguklapp.

seguruumi seina ja seguklapi serva vahelt, pihustatakse. Kui mootor hakkab töötama, tuleb seguklapp täielikult avada.

Mootori töötamisel tühikäigul avatakse seguklapp vähesel määral, õhuklapp aga täielikult. Et alarõhk seguklapi tagant kandub endiselt kanalitesse *14* ja *22*, siis töötab karburaator samuti nagu mootori käivitamisel. Erinevus seisab ainult selles, et kanalis *17* emulgeeritakse kütust märgatavalt paremini ning saadav küttesegu on vähem rikastatud. Tühikäigu minimaalsed pöörded reguleeritakse seguklapi piirdekruviga, segu kvaliteeti aga kruviga *16*. Kui keerata kruvi *16* sissepoole, siis küttesegu lahjeneb, väljakeeramisel aga rikastub.

Mootori töötamisel koormusega suureneb (vastavalt seguklapi avamisele) alarõhk segukoonuses *10* ja alustab tööd peadoseeriv seade. Peadüüsi *7* kaudu tungib kütus kaevu *8*. Samasse kaevu imetakse kanalite *14* ja *22* kaudu õhk õhutorust, kusjuures tekib kütuse emulsioon, mis tungib pihusti kaudu segukoonusesse. Viimast läbiv kiire õhuvool pihustab emulsiooni.

Mida rohkem avada seguklapp, seda suurem on alarõhk segukoonuses, kuid ühtlasi suureneb ka kaevu *8* tungiva õhu hulk. Selle tagajärjel aga väheneb alarõhk peadüüsi juures ning segu lahjeneb.

§ 5. Karburaatori K-82 ehitus ja töötamine

Mootori ЗИЛ-164 * karburaator K-82 (joon. 124) on kahe segukoonusega, langevvooluga ning tasakaalustatud ujukiruumiga. Karburaatoril on reguleeritav tühikäigusüsteem, pneumaatilise pidurdusega peadoseeriv seade, kaks ökonomaiserit (mehaanilise ja pneumaatilise ajamiga), kiirenduspump ja käivitusseade.

Külma mootori käivitamisel suletakse õhuklapp *1*, mille juures seguklapp *33* hoobade ja varraste süsteemi kaudu veidi avatakse. Väntvõlli pööramisel väljub kütus (bensiin) peadoseeriva seadme pihusti *31* ja tühikäigu süsteemi (düüs *3* kanal *37*) kaudu. Õhuklapil on automaatklapp *2*. Enne käivitamist rikastatakse küttesegu täiendavalt kiirenduspumba abil. Selleks on tarvis kaks-kolm korda järsult vajutada gaasipedaalile.

Mootori töötamisel tühikäigul on õhuklapp avatud täielikult, seguklapp aga ainult vähe avatud. Seguklapi *33* taga tekkiva alarõhu toimel tungib bensiin ujukiruumist *17* düüside *29* ja *32* kaudu tühikäigudüüsi *3*. Samal ajal imetakse düüsi *3* vertikaalkanalisse tühikäigu õhukanali *16* kaudu õhku. Moodustuv kütuseemulsioon liigub kanali *37* kaudu seguklapi taha, kus see pihustatakse ja segatakse seguklapi ja seguraami seina vahelisest pilust tuleva õhuvooluga. Kanal *37* lõpeb vertikaalselt asetseva piluga, mis tagab segu järkjärgulise lahjenemise, vastavalt seguklapi avamisele. Segu koostist reguleeritakse kruviga *7*. Kui kruvi väljapoole keerata, siis segu lahjeneb, sissepoole keeramisel aga rikastub. Tühikäigu minimaalpöörded reguleeritakse samuti kruviga *7* ja ühtlasi ka piirdekruviga, mis piirab seguklapi sulgemist.

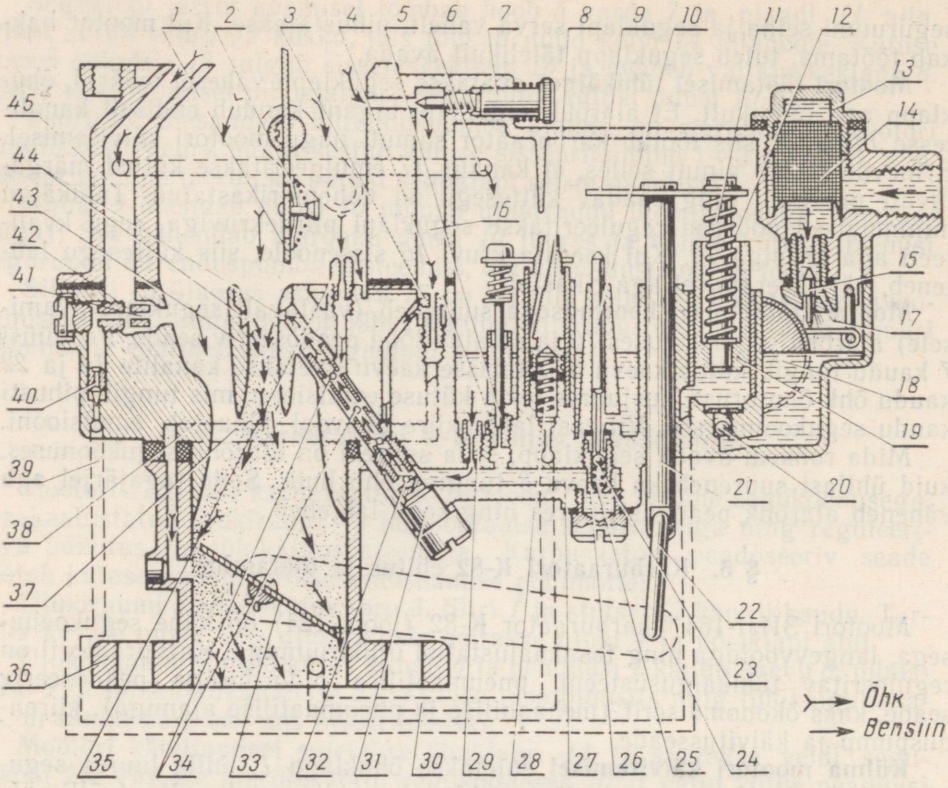
Mootori töötamisel keskmistel koormustel hakkab alarõhu suurenemise tõttu segukoonustes tööle peadoseeriv seade. Bensiin tungib düüside *29* ja *32* kaudu pihustisse *31* ja läbi ringpilu *44* seguruumi. Õhudüüsi *35* ja pihusti avade *34* kaudu imetakse düüsi õhku, mis vähendab alarõhku pihustis ja emulgeerib bensiini.

Mida rohkem avada seguklapp, seda suurema arvu avade *34* kaudu tungib õhk pihustisse.

Väikeses segukoonuse *43* ringpilu *44* on bensiini ühtlasemaks jaotamiseks õhuvoolus, mis soodustab selle aurustumist. Teine (suur) segukoonus *38* aitab aga kaasa bensiini paremale pihustamisele.

---

* Alates 1960. aasta lõpust paigutatakse mootorile ЗИЛ-164 täiustatud karburaator K-82M, mille töötamise skeem on samasugune nagu K-82.



Joon. 124. Karburaatori K-82 skeem (mootor töötab keskmistel koormustel):
1 — õhuklapp; *2* — automaatklapp; *3* — tühikäigudüüs; *4* — pneumaatilise pidurdusega ökonomaiseri düüs; *5* — nõel; *6* — ujukiruumi tasakaalustuskanal; *7* — reguleerimiskruvi; *8* — ökonomaiseri kolb; *9* — liist; *10* — tõukur; *11* — kolvivarras; *12* — vedru; *13* — kork; *14* — filter; *15* — nõelklapp; *16* — tühikäigu õhukanal; *17* — ujukiruum; *18* — ujuk; *19* — kiirenduspumba kolb; *20* — kiirenduspumba kuulklapp; *21* — kiirenduspumba ajami varras; *22* — varras; *23* — mehaanilise ajamiga ökonomaiseri kuulklapp; *24* — hoob; *25* — vedru; *26* — mehaanilise ajamiga ökonomaiseri düüs; *27* — kütusekanal; *28* — vedru; *29* — peadüüs; *30* — õhukanal; *31* — pihusti; *32* — pihusti düüs; *33* — seguklapp; *34* — pihusti avad; *35* — õhudüüs; *36* — seguruumi korpus; *37* — tühikäigukanal; *38* — suur segukoonus; *39* — kiirenduspumba kütusekanal; *40* — kiirenduspumba nõelklapp; *41* — kiirenduspumba düüs; *42* — õhuava; *43* — väike segukoonus; *44* — ringpilu; *45* — õhukanal.

Auto liikuma hakkamisel, eriti aga auto kiiruse suurendamisel rikastatakse küttesegu pneumaatilise ajamiga ökonomaiseriga. Auto kiiruse suurendamisel kõrgematel käikudel, alates 15—25 km/h, väheneb juba seguklapi vähesel avamisel alarõhk selle taga ja järelikult ka kanalis *30* niivõrd, et kolb *8* liigub vedru *28* mõjul üles ning nõel *5* avab ökonomaiseri düüsi *4*. Seejuures tungib täiendav kogus bensiini düüsi *4* ja kanali *27* kaudu pihustisse *31*. Segu mõnevõrra rikastub.

Mootori töötamisel täiskoormustel, kui seguklapp on täiesti või peaaegu täiesti avatud, liigub tõukur *10* hoova *24* ja liistu 9 mõjul alla. Seejuures avab tõukur mehaanilise ajamiga ökonomaiseri kuulklapi *23* ning täiendav kogus bensiini voolab düüsi *26* ja kanali *27* kaudu pihustisse *31*, rikastades küttesegu. Düüside *29*, *4* ja *26* kaudu pihustisse minevat bensiini doseeritakse düüsiga *32*, mille ava ristlõige on valitud selline, et oleks tagatud mootori töötamine täisvõimsusega.

Seguklapi järsul avamisel surub hoob *24* liistu *9* kaudu kiirenduspumba vedru *12* kokku (kolvivars läheb vabalt läbi liistus oleva ava) ja kolb *19* liigub alla. Seejuures surutakse kuulklapp *20* pesasse, bensiin aga kanalis *39* avab surve mõjul nõelklapi ning tungib kiirenduspumba düüsi *41* kaudu segukambrisse. Ühtlasi emulgeeritakse bensiin eelnevalt ava *42* kaudu düüsi *41* tungiva õhuga. Peen bensiinijuga põrkub vastu segukoo-

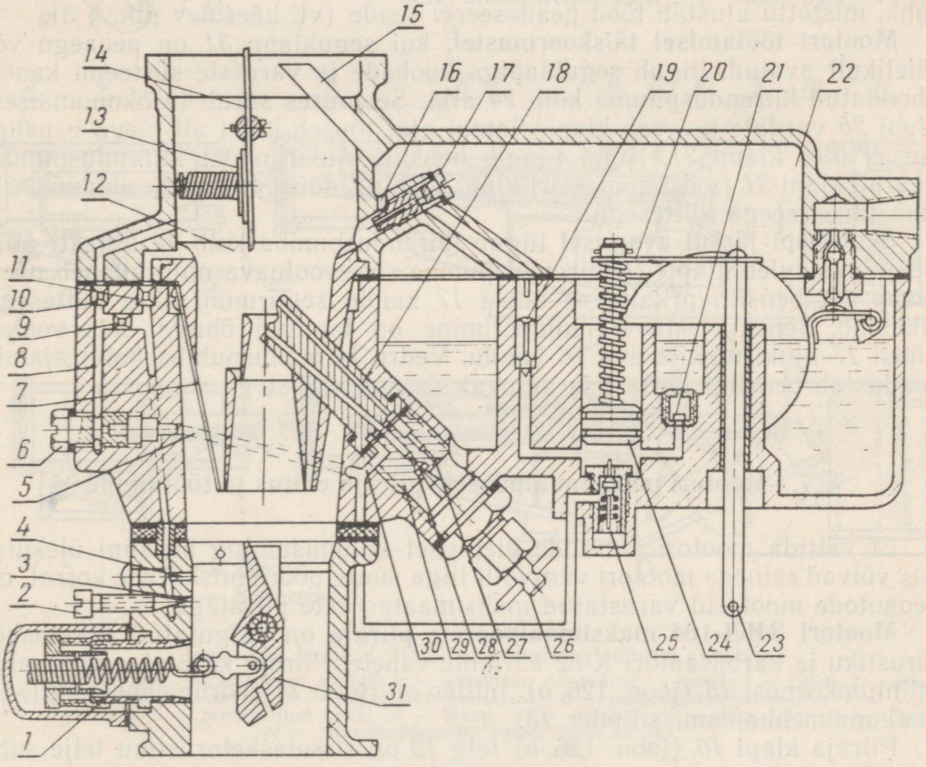
nuse *43* seina, pihustub seejuures üliväikesteks osakesteks ja seguneb läbiva õhuvooluga. Seega moodustub rikastatud küttesegu, mis annab mootorile hea kiirenduse.

Mootori töötamisel suurtel pööretel, kui seguklapi seisu ei muudeta, väldib bensiini juurdevoolu düüsi *41* kaudu klapp *40*, sulgedes kanali *39* ja vähendades alarõhku selle düüsi juures. Vedru *12* tagab kolvi sujuva allaliikumise kiirenduspumba kaevus. Seega saavutatakse bensiini sujuv sissepritsimine ning välditakse liiga suur ja järsk kolvi surve bensiinile, mis võiks pidurdada seguklapi avanemist.

§ 6. Karburaatormootori K-22Г ehitus ja töötamine

Mootori ГАЗ-51А * karburaator К-22Г (joon. 125) on kolme segukoonusega, langevvooluga ja tasakaalustatud ujukiruumiga. Karburaatoril on reguleeritav tühikäigusüsteem, abidüüsiga peadoseeriv seade alarõhu reguleerimisega segukoonuses, mehaanilise ajamiga ökonomaiser, kiirenduspump ja käivitusseade.

Külma mootori käivitamisel suletakse õhuklapp *14*, kusjuures varraste



Joon. 125. Karburaatori К-22Г skeem:

1 — mootori maksimaalpöörete piiraja; *2* — tühikäigu reguleerimiskruvi; *3* ja *4* — tühikäigupihusti avad; *5* ja *8* — kanalid; *6* — tühikäigu düüs; *7* — vetruv plaat; *9* — emulsioonidüüs; *10* ja *11* — õhudüüsid; *12* — segukoonuste plokk; *13* — õhuklapi automaatklapp; *14* — õhuklapp; *15* — ujukiruumi tasakaalustustoru; *16* — õhuava; *17* — kiirenduspumba düüs; *18* — pea- ja abipihustite düüside plokk; *19* — kiirenduspumba nõelklapp; *20* — liist; *21* — kiirenduspumba sisselaskeklapp; *22* — ujukiruum; *23* — varras; *24* — kiirenduspumba kolb; *25* — ökonomaiseri klapp; *26* — peadüüsi reguleerimisnõel; *27* — abidüüs; *28* — peadüüs; *29* — pea- ja abidüüsi plokk; *30* — ökonomaiseri düüs; *31* — seguklapp.

* Autode М-20, ГАЗ-69, УАЗ-450 ja М-21 «Volga» mootorite karburaatorid К-22А, К-22Д, К-22Е, К-22Ж ja К-22И on ehituselt ja töötamiselt analoogilised karburaatoriga К 22Г ning erinevad ainult düüside läbilaskevõime, mootori pöörete piiraja puudumise ja mõningate mõõtmete poolest.

ja hoova kaudu avatakse mõnevõrra seguklappi *31*. Seguruumis tekkiv alarõhk põhjustab bensiini väljavoolu peadüüsi *28*, abidüüsi *27* pihustitest ning tühikäigusüsteemi avast *3*. Õhuklapil on automaatklapp *13*. Õhuklapi telg on toru tsentri suhtes nihutatud ning vedru kaudu sidestatud õhuklapi ajamihoovaga. Kui pärast mootori käivitamist õhuklappi õigeaegselt ei avatud, siis avaneb see suurenenud õhurõhu toimel klapi suuremale poolele. Rõhk ületab vedru vastumõju, mis püüab õhuklappi hoida suletuna.

Mootori töötamisel tühikäigul tungib bensiin ujukiruumi *22* abidüüsi *27*, kanali *5* ja tühikäigudüüsi *6* kaudu kanalisse *8*, kus see emulgeeritakse düüsi *10* kaudu sissetungiva õhuga. Emulsioon läbib emulsioondüüsi *9* ja seguneb uuesti õhuga, mis voolab düüsi *11* ja pilukujulise ava *4* kaudu. Seejärel tungib emulsioon väljumisava *3* kaudu seguklapi taha, kus pihustub ja seguneb seguklapi ja seguruumi seina vahelisest pilust voolava õhuga.

Kui seguklappi avada rohkem, hakkab emulsioon väljuma mõlemast avast *3* ja *4*, mis tagab mootori sujuva ülemineku töötamisele keskmistel koormustel.

Ava *3* läbivat emulsioonihulka reguleeritakse kruviga *2*.

Mootori töötamisel keskmistel koormustel suureneb segukoonustes alarõhk, mistõttu alustab tööd peadoseeriv seade (vt. käesolev ptk. § 3).

Mootori töötamisel täiskoormustel, kui seguklapp *31* on peaaegu või täielikult avatud, liigub seguklapiga hoobade ja varraste süsteemi kaudu ühendatud kiirenduspumba kolb *24* alla. Seejuures surub ta ökonomaiseri klapi *25* vardale ja avab klapi. Samal ajal tõuseb kolvi all oleva bensiini survel üles klapp *21*. Nüüd tungib bensiin ujukiruumist kiirenduspumba avatud klapi *21* ja ökonomaiseri klapi *25* ning düüsi *30* kaudu abidüüsi *27*, rikastades seega küttesegu.

Seguklapi järsul avamisel liigub kiirenduspumba kolb *24* kiiresti alla. Seejuures suleb klapp *21* kiirenduspumba sissevooluava ning avaneb nõelklapp *19*, bensiin pritsitakse düüsi *17* kaudu seguruumi ning küttesegu rikastub. Bensiini eelnev emulgeerimine on tagatud õhuga, mis voolab düüsi *17* ujukiruumist ava *16* kaudu. Vedru kiirenduspumba kolvi ajamis soodustab bensiini ühtlast ja sujuvat sisse pritsimist.

§ 7. Mootori maksimaalpöörete piiraja ehitus ja töötamine

Et vältida mootori detailide üleliigset kulumist ning bensiini ülekulu, mis võivad esineda mootori väntvõlli liiga suure pöörlemiskiiruse korral, on veoautode mootorid varustatud maksimaalpöörete piirajaga.

Mootori ЗИЛ-164 maksimaalpöörete piiraja on paigutatud sisselasketorustiku ja karburaatori K-82 äärikute vahele. Piiraja kujutab endast alumiiniumkorpust *15* (joon. 126, *a*), milles on ruum *14* vedrumehhanismile ja vaakuummehhanismi silinder *13*.

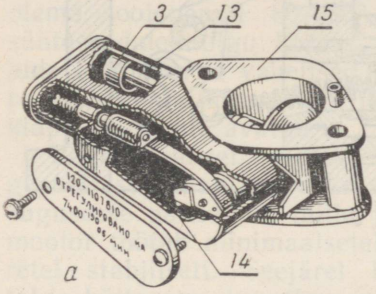
Piiraja klapi *10* (joon. 126, *b*) telg *12* on sisselasketorustiku telje suhtes nihutatud ning klapp on asetatud 9° alla seguvoolu suuna suhtes. Klapiga on šarniirselt ühendatud vaakuummehhanismi silindrisse *13* paigutatud kolvi *3* varras *4*. Silindri vasakpoolne ruum on filtriga *1* varustatud ava kaudu ühendatud atmosfääriga, parempoolne aga kanali *A* kaudu sisselasketorustikuga.

Seguvoolu survel ja rõhkude vahest kolvi *3* otstele mõjuva jõu tõttu püüab varras *4* sulgeda klappi *10*. Nendele jõududele töötab vastu vedru *7*, mis on lintvarda *8* kaudu ühendatud erikujulise (profileeritud) nukiga *9*. Kui mootori väntvõll saavutab ettenähtud maksimaalpöörded, ületavad seguvoolu ja varda *4* surve vedru elastsusjõu ning klapp *10* sulgub (joon. 126, *c*). Seejuures väheneb küttesegu vool mootori silindritesse ning moo-

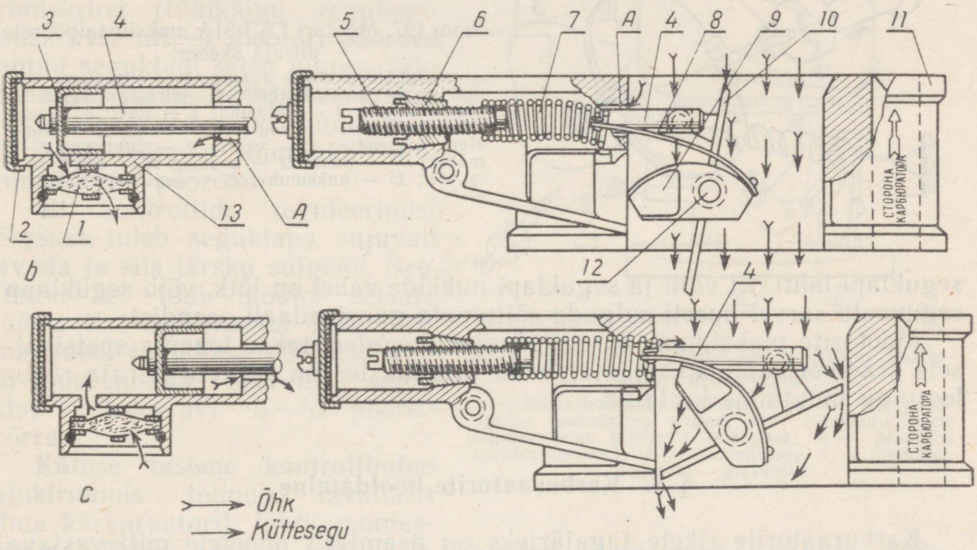
tori pöörlemiskiirus enam ei suurene. Ettenähtud maksimaalpöörete arv mootoril reguleeritakse kruviga *5* (joon. 126, *b*) ja mutriga *6*.

Silindrisse *13* kanali *A* kaudu kanduva alarõhu tõttu kindlustab vaakuummehhanism mootorile püsiva pöörlemiskiiruse mitmesugustel koormustel. Peale selle summutab vaakuummehhanism klapi *10* kõikumist (vibreerimist).

Mootori ГАЗ-51 maksimaalpöörete piiraja on konstruktiivselt ühendatud karburaatoriga. Seguklapp *5* (joon. 127, *a*) on paigutatud teljele *3* nõellaagril *4*. Seguklapi telg on seguruumi telje suhtes nihutatud. Seguvoolu poolsel küljel on seguklapil kaldpind *1*, vastasküljel aga paksendus *7*, mis väldib keeriste tekkimist segu voolamisel. Et suletud seisus klapp segutorusse kinni ei kiiluks, on paksendus *7* jaotatud sisselõikega kahte ossa ning vastu segutoru liibub ainult paksenduse ülemine osa (joon. 127, *b*).



Lüli *6* kaudu on seguklapiga šarniirselt ühendatud vedru *8* üks ots. Vedru



Joon. 126. Mootori ЗИЛ-164 maksimaalpöörete piiraja:

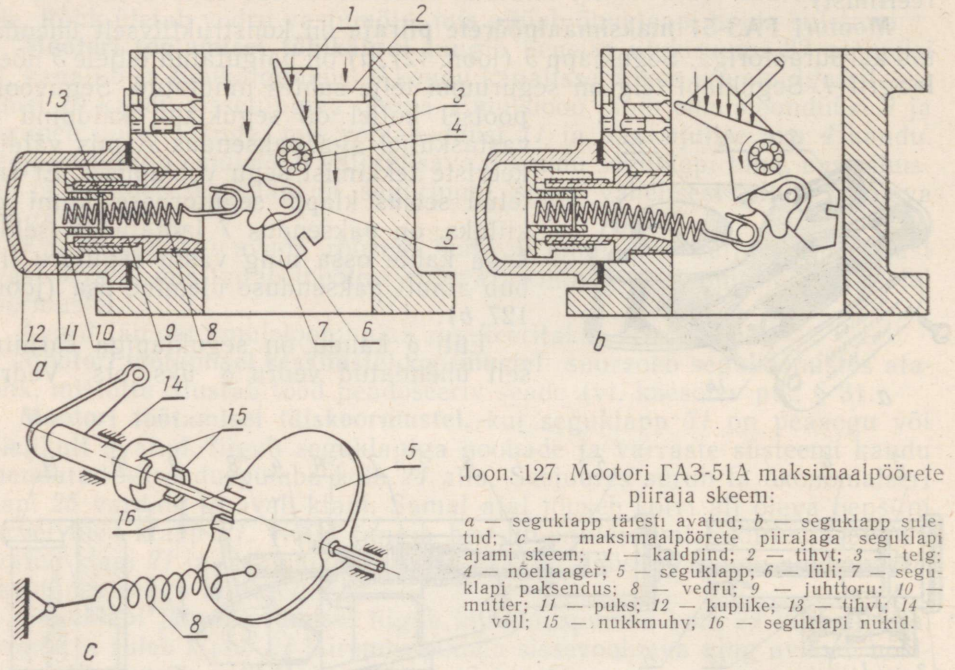
a — üldvaade; *b* — seguklapp on avatud; *c* — seguklapp suletud; *A* — kanal; *1* — filter; *2* — piiraja kaas; *3* — kolb; *4* — varras; *5* — jämereguleerimiskruvi; *6* — peenreguleerimismutter; *7* — vedru; *8* — lintvarras; *9* — profileeritud nukk; *10* — klapp; *11* — korpus; *12* — klapi telg; *13* — silinder; *14* — vedrumehhanismi ruum; *15* — korpus.

teine ots on tihvtiga *13* kinnitatud puksi *11*. Puksi asendit reguleeritakse mutriga *10*, mida võib juhttoru *9* keermetatud osal edasi või tagasi keerata. Vedru pingutamise mehhanism on kaetud kupliga *12*, mis toetub selle sees asuva mutri *10* ja puksi *11* kuuskantpeade tahkudele.

Vedru *8* püüab seguklappi hoida alati täiesti avatuna, mida piirab aga tihvt *2*. Kui pöörete arv suureneb üle ettenähtud piiri, suureneb sisselasketorus küttesegu kiire liikumise tõttu surve, mis mõjub seguklapi kaldpinnale *1* (joon. 127, *b*) ning ületades vedru *8* vastupanu, suleb seguklapi.

Selleks et seguklapp juhi poolt seatud igasuguses seisus automaatselt sulguks seguvoolu mõjul, on see ajamivõlli *14* (joon. 127, *c*) kaudu ühenda-

tud nukkmuhviga *15*. Ajamivõlli *14* nukid *15* asetsevad seguklapi *5* nukkide *16* vahel lõtkuga. Kui gaasipedaal tagasi lasta, pöördub võll *14* vastupäeva ning selle nukid *15* suruvad seguklapi nukkidele *16*, sulgedes seega seguklapi ning pingutades vedru *8*. Gaasipedaalile vajutamisel pöördub võll *14* päripäeva ning nukid *15* eemalduvad nukkidest *16*, vedru *8* aga tõmbab



Joon. 127. Mootori ГАЗ-51А maksimaalpöörete piiraja skeem:

a — seguklapp täiesti avatud; *b* — seguklapp suletud; *c* — maksimaalpöörete piirajaga seguklapi ajami skeem; *1* — kaldpind; *2* — tihvt; *3* — telg; *4* — nõellaager; *5* — seguklapp; *6* — lüli; *7* — seguklapi paksendus; *8* — vedru; *9* — juhttoru; *10* — mutter; *11* — puks; *12* — kuplike; *13* — tihvt; *14* — võll; *15* — nukkmuhv; *16* — seguklapi nukid.

seguklapi lahti. Et võlli ja seguklapi nukkide vahel on lõtk, võib seguklapp seguvoolu survel uuesti sulguda sõltumata gaasipedaali asendist.

Mootorite maksimaalpöörete piirajaid reguleeritakse tehases spetsiaalsete seadmete abil. Ekspluatatsiooni tingimustes on pöörete piiraja reguleeringu muutmine keelatud.

§ 8. Karburaatorite hooldamine

Karburaatorite rikete tagajärjeks on peamiselt nõuetele mittevastava küttesegu moodustamine: valmistatav segu on kas liiga rikas või liiga lahja.

Liiga rikka segu moodustamise põhjused võivad olla järgmised: kütuse liiga kõrge tase karburaatori ujukiruumis, puudulikult avatud õhuklapp, düüside läbilaskevõime suurenemine, ökonomaiseri või kiirenduspumba klappide ebatihe sulgumine jne. Küttesegu liigset lahjenemist võivad esile kutsuda kütusefiltrite, karburaatori düüside ja kanalite ummistumine, puudulik kütuse etteandmine bensiinipumba rikete tõttu, välisõhu sissepääsemine karburaatori kinnitusäärikute vahelt.

Karburaatori hooldamine seisneb detailide puhastamises, kinnituste kontrollimises ja bensiini läbiimmitsemise kõrvaldamises, sette väljalaskmises ujukiruumist ja filtri pesemises.

Karburaatori detailid pestakse puhtaks bensiinis. Kokku- ja lahtimonteerimisel peavad kõik tihendusvahelehed terveks jääma. Tarbe korral võib düüse ja kanaleid puhastada suruõhuga läbipuhumise teel. Seejuures ei tohi kokkupandud karburaatorit läbi puhuda kütuse sissevooluava ega

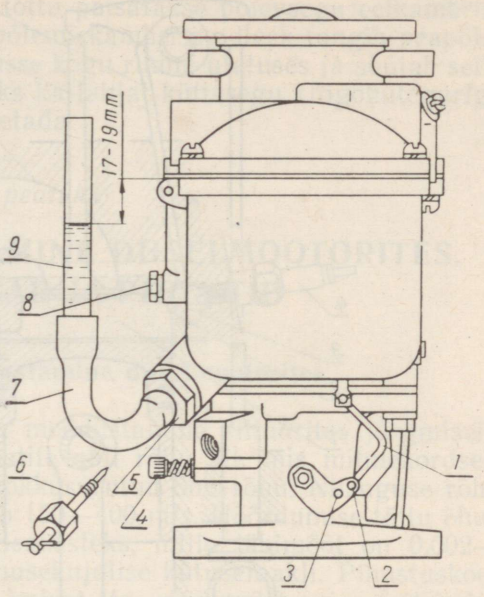
ujukiruumi tasakaalustamiskanali kaudu, sest selle tagajärjel võiks rikneda ujuk. Düüse ja avasid ei tohi puhastada traadi või metallesemetega.

Perioodiliselt (vastavalt tehase eeskirjadele) tuleb teha järgmised kontroll-reguleerimistööd: tühikäigupöörete ning õhu- ja gaasiklapi ajami reguleerimine, kütuse taseme kontrollimine ujukiruumis, karburaatori doseerivate elementide läbilaskevõime kontrollimine, peadüüsi nõela asendi reguleerimine.

Tühikäigu pöörete reguleerimine sooritatakse selleks, et mootor töötaks tühikäigul võimalikult väikestel pööretel stabiilselt ja kulutaks seejuures võimalikult vähe kütust. Reguleerimisel mootor töötab, jahutusvedelik peab olema soojenenud 80—90°, kõik süüteseadmed olgu korras, klappide ja tõukurite vahelised lõtkud peavad olema normaalsed ja õhuklapp täielikult avatud.

Reguleerimisel seatakse kõigepealt seguklapi piirdekruvi niisugusesse asendisse, mille juures mootor töötab minimaalsetel pööretel stabiilselt. Seejärel keeratakse küttesegu koostise reguleerimiskruvi (tühikäigu reguleerimiskruvi) nii, et mootori pöörded antud seguklapi seisu juures oleksid maksimaalsed. Siis keeratakse seguklapi piirdekruvi, kuni mootor jääb töötama võimalikult minimaalsetel pööretel.

Et kontrollida reguleerimise õigsust, tuleb seguklapp sujuvalt avada ja siis järsku sulgeda. Seejuures ei tohi mootor seisma jääda. Kui aga mootor jääb seisma, tuleb tühikäigu pöördeid veidi suurendada, keerates seguklapi piirdekruvi $^1/_3$—$^1/_4$ pöörde võrra.



Joon. 128. Kütusetaseme kontrollimine karburaatori ujukiruumis:

1 — kiirenduspumba varras; *2* ja *3* — kiirenduspumba ajamihoova augud; *4* — tühikäigupöörete reguleerimise kruvi; *5* — stutser; *6* — peadüüsi reguleerimisnõel; *7* — kummitoru; *8* — tühikäigu düüs; *9* — klaastoru.

Kütuse taseme kontrollimine ujukiruumis toimub tavaliselt ilma karburaatorit lahti monteerimata lihtsa seadise abil, mis koosneb klaastorust *9* (joon. 128), kummitorust *7* ja reguleerimisnõela korpusesse keeratud stutserist *5*. Hoides klaastoru vertikaalasendis, täidetakse karburaatori ujukiruum kütusega käsipumba abil. Bensiini tuleb pumbata mõned minutid, kusjuures selle tase peab jääma tehase eeskirjades ette nähtud kõrgusele. Kui tase on kõrgem, siis peab ujukiruumi nõelklapp olema ebatihe; sel juhul tuleb sulgnõela soveldada pesasse või nõel koos pesaga vahetada. Bensiini taset ujukiruumis on võimalik reguleerida ka sulgnõela pesa all oleva vahelehe paksuse muutmise või ujukihoova painutamisega. Viimasel juhul tuleb aga pärast reguleerimist kontrollida, et ujuk vabalt liiguks.

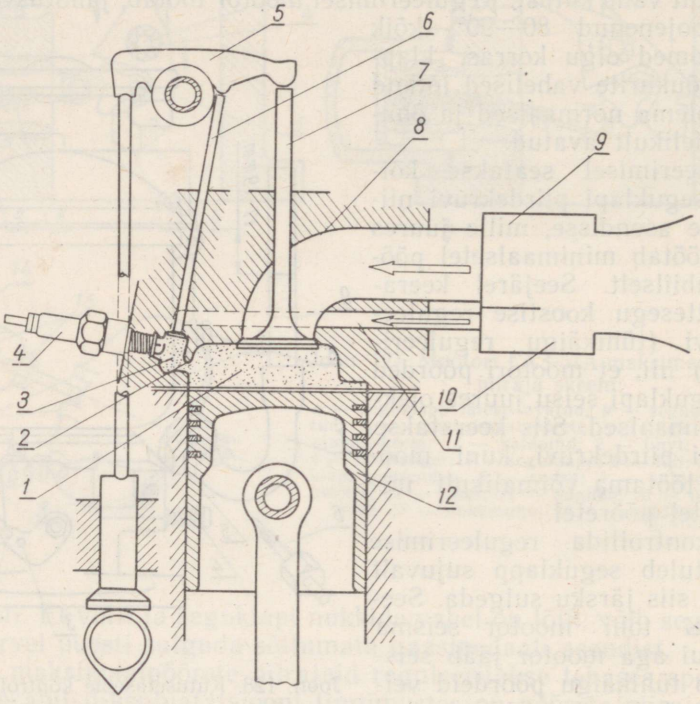
Peadüüsi reguleerimine toimub täiesti kuumenenud mootori puhul nõela *6* abil. Nõela kõige kohasem asend on sõltuv kasutatava bensiini sordist ja auto ekspluatatsioonitingimustest. Praktiliste kogemuste kohaselt tuleb karburaatoril K-22Г nõel kõigepealt täiesti kinni ja siis $1^3/_4$—2 pööret lahti keerata.

Karburaatori düüside läbilaskevõimet kontrollitakse spetsiaalsetel seadmetel.

§ 9. Leeksüütega karburaatormootori töötamine

Tavalistes karburaatormootorites lahja küttesegu kasutamisel, mille liigõhutegur α on üle 1,15, langeb mootori ökonoomsus, sest põlemisfrondi levimiskiirus väheneb.

Seoses sellega on käesoleval ajal masstootmiseks ette valmistatud auto ГАЗ-52, millel on leeksüütega karburaatormootor. See mootor töötab keskmistel koormustel lahjal küttesegul ning ainult maksimaalse või sellele lähedase võimsuse saamiseks rikastatakse segu kuni $\alpha<1$.



Joon. 128A. Leeksüütega mootori skeem:

1 — peapõlemiskamber; *2* — ava; *3* — eelkamber; *4* — süüteküünal; *5* — nookur; *6* — eelkambri sisselaskeklapp; *7* — peapõlemiskambri sisselaskeklapp; *8* — sisselasketoru; *9* — karburaatori põhiosa; *10* — karburaatori abiosa; *11* — kanal, mis ühendab karburaatori abiosa eelkambriga; *12* — kolb.

Leeksüütega mootori töötamisel lahjal segul suureneb ökonoomsus umbes 10—15% võrra peamiselt põlemisfrondi kiire levimise ja kütuse täieliku põlemise tõttu.

Niisuguse mootori põhimõtteline skeem on näidatud joonisel 128*A*. Kolvi *12* peal asetseva peapõlemiskambri *1* kõrval on väike lisapõlemiskamber *3*, mida nimetatakse eelkambriks. Eelkamber on peapõlemiskambriga ühendatud kahe väikese läbimõõduga ava *2* kaudu ja sellel on täiendav sisselaskeklapp *6*, mis pannakse tööle üheaegselt põhilise sisselaskeklapiga *7* gaasijaotusmehhanismi nookuriga *5*. Eelkambrisse on keeratud süüteküünal *4*.

Mootorile on paigutatud kahe seguruumiga langevvoolu karburaator K-104, mis töötab nagu kaks ühekambrilist karburaatorit seguklappide üheaegse avamisega. Karburaatori põhiline osa *9* annab küttesegu ette sisselasketoru *8* kaudu põlemiskambrisse *1*, karburaatori abiosa *10* annab aga küttesegu sisselasketorus ja plokikaane spetsiaalse kanali *11* kaudu eelkambrisse *3*.

Et saada nõutava koostisega küttesegu, on karburaatori põhilises osas *9* käivitusseade, tühikäigusüsteem, peadoseeriv seade, ökonomaiser ja kiirenduspump. Karburaatori abiosas *10* on ainult doseeriv seade. Karburaatori põhilise ja abiosa doseerivad seadmed töötavad küttesegu pneumaatilise pidurdamise põhimõttel.

Karburaatori abiosa tagab rikastatud küttesegu valmistamise eelkambri jaoks mootori igasugustel töörežiimidel. Rikastatud segu süttib hõlpsasti süüteküünla *4* elektrisädemest.

Keskmistel koormustel töötamisel valmistab karburaatori põhiline osa lahjat segu, mis juhitakse peapõlemiskambrisse.

Kütuse põlemisel eelkambris tekib tunduvalt suurem gaaside rõhk kui peapõlemiskambris. Rõhkude vahe tõttu paisatakse põlevsegu eelkambrist avade *2* kaudu tõrviku leegina peapõlemiskambrisse. Leek tungib peapõlemiskambris kokkusurutud küttesegusse kogu ruumi ulatuses ja süütab selle põlema. Sel viisil osutus võimalikuks ka lahjat küttesegu (liigõhuteguriga $\alpha = 1{,}4—1{,}8$) kiiresti süüdata ja põletada.

XII peatükk

KÜTTESEGU MOODUSTAMINE DIISELMOOTORITES. KÜTUSEPUMBAD JA PIHUSTID

§ 1. Küttesegu moodustamine diiselmootorites

Diiselmootoris toimub küttesegu moodustamine silindrites järgmiselt. Kütus pritsitakse silindritesse pihustite abil rõhu all, mis mitmekordselt ületab silindrites survetakti lõpul kokkusurutud õhu rõhu. Niisuguse rõhu all väljavoolava kütuse kiirus ulatub 150—400 m/s. Hõõrdumise tõttu õhus puruneb kütusejuga ülipeenteks piisakesteks, mille läbimõõt on 0,002—0,003 mm ja mis moodustavad koonusekujulise kütusefaakli. Pihustuskoonuse nurk sõltub põhiliselt düüsi kujust ja mõõtmeist, sissepritsimise rõhust, kütuse viskoossusest ja õhurõhust silindris.

Segu valmistatakse diiselmootori silindris väga lühikese aja jooksul. See asjaolu ja samuti ka diislikütuse madal auruvus raskendavad küttesegu moodustumise protsessi.

Et saada küttesegu, mis kiiresti ja täielikult ära põleks, on tarvis kütus pihustada võimalikult peenteks piisakesteks (kõige peenemateks), nii et iga säärane piisake oleks ümbritsetud tema täielikuks põlemiseks vajaliku hapnikuhulgaga. Niisugust pihustatud kütuse ühtlast jagunemist põlemiskambris olevas õhus on aga väga raske saavutada. Seepärast antakse diiselmootori silindrisse õhku rohkem, kui seda teoreetiliselt tarvis oleks ($\alpha = 1{,}20—1{,}65$).

Liigõhuteguri vähendamiseks ja seega diiselmootori keskmise efektiivrõhu ning liitervõimsuse suurendamiseks tuleb parandada segumoodustamist. Selleks tuleb täita järgmised tingimused:

1) põlemiskambri kuju ja pihustitest väljuva kütusefaakli kuju peavad olema kooskõlastatud;

2) põlemiskambris tuleb tekitada intensiivne õhuvool (pöörised), mis soodustab kütuse segunemist õhuga enne isesüttimist ja viib tarvitamata hapnikuosakesed põlevate kütuseosakeste lähedale;

3) kütus tuleb pihustada ülipeeneks;

4) kütus peab olema pihustatud ühtlaselt, s. o. pihustatud kütuse piisakesed peavad olema suuruselt ühesugused;

5) kütusefaakli läbitungivus peab olema küllaldane, s. o. kütuseosakesed peavad tungima küllalt sügavale silindris kokkusurutud õhku.

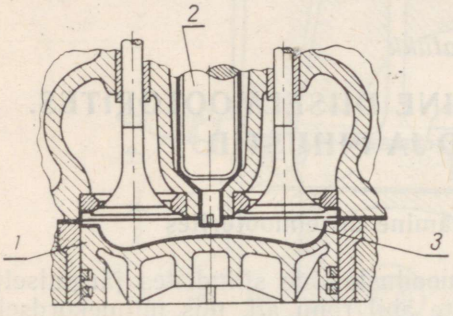
Esimesed kaks tingimust, või äärmisel juhul üks nendest, täidetakse spetsiaalse kujuga põlemiskambri kasutamisega.

Kütuse pihustamise peensust ja ühtlust parandatakse kahel viisil: a) sissepritsimise rõhu suurendamisega, sest siis kasvab ka kütusejoa kiirus; b) pihusti düüsi läbimõõdu ja kütuse viskoossuse vähendamise teel.

Kütusejoa ulatus (sügavus) peab olema niisugune, et kõik kütuseosakesed jõuaksid ära põleda enne põlemiskambri seina vastu põrkumist. Kütuse sissepritsimise rõhu ja mootori pöörlemiskiiruse suurendamisel suureneb ka kütusejoa ulatus, sest tema voolamise kiirus kasvab. Põlemiskambris kokkusurutud õhu rõhu suurenemisel väheneb kütusejoa ulatus, sest õhk takistab nüüd rohkem kütuseosakeste sissetungimist.

Põlemiskambrite tüübid. Konstruktsioonilt on kaasaegsete diiselmootorite põlemiskambrid kahte tüüpi: jaotamata ja jaotatud põlemiskambrid.

Jaotamata põlemiskamber kujutab endast ühtainust ruumi, mis on piiratud kolvi põhja, silindri ja plokikaane seintega (joon. 129). Sellesse ruumi pritsitakse pihusti abil kütus ühe või mitme joana ning siin toimub nii segu moodustumine kui ka põlemine. Et paremini ära kasutada silindrisse laaditud õhku, sobitatakse jaotamata põlemiskambri kuju pihusti kütusejoa kujuga.



Joon. 129. Jaotamata põlemiskamber (diisel ЯМЗ):
1 — kolb; *2* — pihusti; *3* — põlemiskamber.

Jaotamata põlemiskambritega (kütuse vahetu sissepritsimisega) diiselmootorite põhilisteks eelisteks on suur ökonoomsus ja suhteliselt kerge käivitamine. Viimane asjaolu on seletatav põlemiskambri kompaktsusega (igale mahuühikule vastab võrdlemisi väike pind) ning intensiivse pöörisliikumise puudumisega. Seda tüüpi mootorid paistavad silma kütuse väikese erikulu (160—190 g/hjh) poolest. Kuid nad on nõudlikumad kütuse ja kütuseaparatuuri suhtes.

Jaotamata põlemiskambriga diiselmootorite puudusteks on suhteliselt jäik töötamine ja kõrge rõhk kütuse sissepritsimisel.

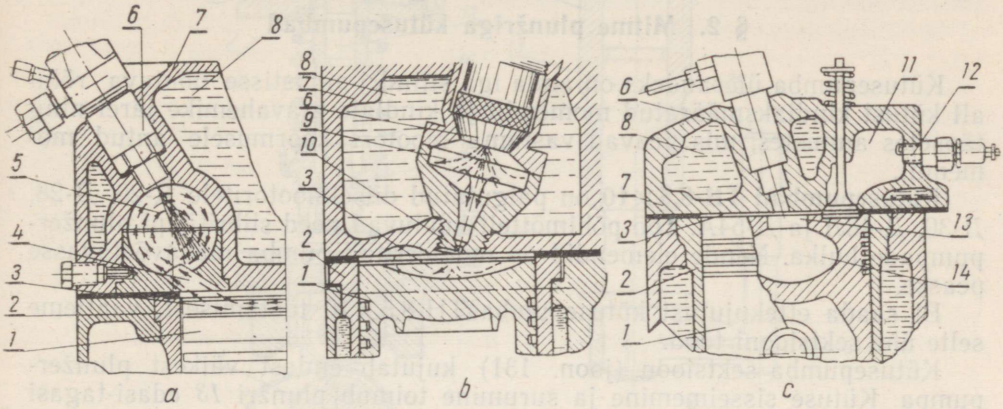
Jaotatud põlemiskambrid koosnevad kahest osast: peakambrist *3* (joon. 130), mis on piiratud kolvi põhja ja plokikaanega, ning lisakambrist, mis on paigutatud plokikaande või kolvipõhjasse. Pea- ja lisakambrid on omavahel ühendatud ühe või mitme kanali või suudme kaudu.

Sõltuvalt seguvalmistamise parandamise viisidest kasutatakse kolme tüüpi jaotatud põlemiskambreid: a) pööriskambrid; 2) eelkambrid ja 3) kolvipõhjas olevad kambrid.

1. Pööriskambriga diisli põlemiskamber (joon. 130, *a*) koosneb peakambrist *3* ja pööriskambrist *5*, mis on omavahel ühendatud difuusoriga *4*. Pööriskamber on enamasti kerakujuline (Д-48Л, Д-28) või lamedaks litsutud kera taoline (Д-54А). Pööriskambri maht on 60—70% kogu põlemiskambri mahust. Survetaktil surub kolb õhu silindrist difuusori *4* kaudu pööriskambrisse *5*. Viimase kuju soodustab siin intensiivsete õhu pöörisvoolude tekkimist. Pihustist *6* pritsitav kütus haaratakse õhuvoolu poolt kaasa. Seejuures seguneb kütus hästi õhuga ja süttib. Kütuse põlemisel suureneb pööriskambris gaaside (põlemisproduktide) temperatuur ja rõhk ning need tungivad koos põlemata kütuseosakestega peapõlemiskambrisse ning segunevad seal leiduva värske õhuga. Peapõlemiskambris põleb kütus täielikult ära. Pööriskambritega diislites on õhu intensiivne pöörisliikumine surve- ja põlemisprotsesside ajal põhiliseks teguriks, mis tagab kvaliteetse küttesegu moodustamise.

Pööriskambrite peamised eelised, võrreldes jaotamata põlemiskambriga, on järgmised: 1) segu moodustatakse suhteliselt madala sissepritsimisrõhu puhul (110—130 kg/cm²) ja 2) diisel töötab pehmelt; rõhu kasv ei ületa 2—3 kg/cm² 1° kohta.

Pööriskambrite puudused on järgmised: esiteks — kütuse erikulu suurenemine (190—220 g/hjh) võrreldes jaotamata põlemiskambritega mootoritega, mis on tingitud suurtest hüdraulilistest ja termilistest kadudest gaaside voolamisel, ja teiseks — diisli raskem käivitamine gaaside suurema soojusülekande tõttu põlemiskambri seintele.



Joon. 130. Jaotatud põlemiskambrite skeemid:

a — pööriskamber (diisel Д-48Л); *b* — eelkamber (diisel КДМ-100); *c* — põlemiskamber kolvi põhjas (diisel Д-20); *1* — kolb; *2* — silinder; *3* — peapõlemiskamber; *4* — difuusor; *5* — pööriskamber; *6* — pihusti; *7* — plokikaas; *8* — veesärk; *9* — eelkamber; *10* — ühenduskanal; *11* — lisakamber surveastme alandamiseks; *12* — süüteküünal; *13* — suue; *14* — ellipsoidkamber kolvi põhjas.

2. Eelpõlemiskambriga diiselmootori põlemiskamber (joon. 130, *b*) koosneb peapõlemiskambrist *3* ja eelkambrist *9*. Eelkambri maht moodustab 25—40% põlemiskambri üldmahust.

Eelkambriga diiselmootoris toimub küttesegu moodustamine järgmiselt. Survetaktil voolab osa õhku silindrist ühenduskanali *10* kaudu eelkambrisse. Kütus, mis pihusti *6* abil pritsitakse eelkambrisse, kohtub vastuvoolava õhuga ja pihustub selle toimel veelgi peenemateks piisakesteks ning süttib. Et eelkambris on ainult väike osa silindri õhulaengust, siis põleb ka selles ainult osa sissepritsitavast kütusest. Seejuures temperatuur ja rõhk eelkambris kasvab ning gaasid koos põlemata kütusega voolavad ühenduskanali *10* kaudu suure kiirusega (200—300 m/sek) peapõlemiskambrisse *3*. Siin tekib intensiivne pöörisliikumine, mistõttu veel põlemata kütus seguneb hästi õhuga ja põleb ära.

Eelkambriga diislid КДМ-100, Д-30 ja Д-16 töötavad sissepritsimisrõhul 100—130 kg/cm². Nende mootorite eelised ja puudused on samad mis pööriskambritega mootoritel.

3. Kolvi põhjas oleva põlemiskambriga diislid on ökonoomsemad kui eespool kirjeldatud jaotatud põlemiskambriga diislid ning nende plokikaane konstruktsioon on lihtsam (joon. 130, *c*).

Mootoritel Д-20 pritsitakse kütus pihustiga *6* survetakti lõpul laia ristlõikega suudme *13* kaudu kolvi *1* põhjas olevasse kambrisse *14*. Viimasel on pöördellipsoidi kuju ja tema maht moodustab 70% kogu põlemiskambri mahust. Survetakti ajal tungib kokkusurutud õhk kolvipealsest ruumist kambrisse *14* ja tekitab seejuures keerulise pöörisliikumise. Sellesse kambrisse pritsitud kütus seguneb hästi õhuga ja põleb osaliselt ära. Rõhu suurenemise tõttu kolvi põhjas olevas kambris tungivad gaasid ja põlemata

kütus suudme *13* kaudu kolvipealsesse ruumi, kus põlemisprotsess lõpeb. Traktori T-108 ja КДМ-100М mootoril on erinevalt mootorist КДМ-100 kamber paigutatud kolvi põhja sisse ja selle kuju on samasugune kui mootoril Д-20. Selline konstruktsioon võimaldas vähendada kütuse erikulu.

Suurt mõju diiselmootori tööle avaldab kütuse eelsisspritsimise nurk. Kui kütus pritsitakse pihustist põlemiskambrisse liiga vara, töötab mootor jäigalt, kui aga liiga hilja, toimub põlemine veel töötakti (gaaside paisumise) ajal. Sellisel juhul suurenevad soojuse kaod jahutava keskkonna ja heitgaaside kaudu, mis vähendab mootori võimsust ja ökonoomsust.

§ 2. Mitme plunžriga kütusepumbad

Kütusepumba ülesandeks on anda iga silindri pihustisse nõutava rõhu all kütust kindlaksmääratud momendil ja kindlate ajavahemike järel ning täpsetes annustes, mis peavad vastama mootori koormusele antud momendil.

Kütusepumbad ТН-8,5×10 on paigutatud diiselmootoritele Д-20, Д-28, Д-30, Д-48Л ja Д-54А. Töö põhimõttelt kuuluvad need siibritüüpi plunžerpumpade hulka. Nende elemendid on monteeritud pumba mahavõetavasse peasse.

Et saada ettekujutust kütusepumba ТН-8,5×10 töötamisest, vaatleme selle ühe sektsiooni tööd.

Kütusepumba sektsioon (joon. 131) kujutab endast väikest plunžerpumpa. Kütuse sisseimemine ja surumine toimub plunžri *13* edasi-tagasi liikumisel hülsis *14*. Jaotushammasrataste kaudu käitab diiselmootori väntvõll nukkvõlli *1*. Tõukuri veereva rulli *20* nukkvõlli nuki alt läbi liikudes tõstab nukk tõukuri *19* üles. Koos tõukuriga tõuseb ka plunžer *13*, mida vedru *15* surub tõukuri reguleerimispoldi otsa vastu. Kui nukkvõlli nukk pöördub tõukuri alt ära, surub vedru plunžri ja tõukuri jälle alla esialgsesse asendisse.

Plunžri ülesliikumisel toimub kütuse surumine, allaliikumisel — imemine. Plunžri läbimõõt on 8,5 mm ja käigu pikkus 10 mm.

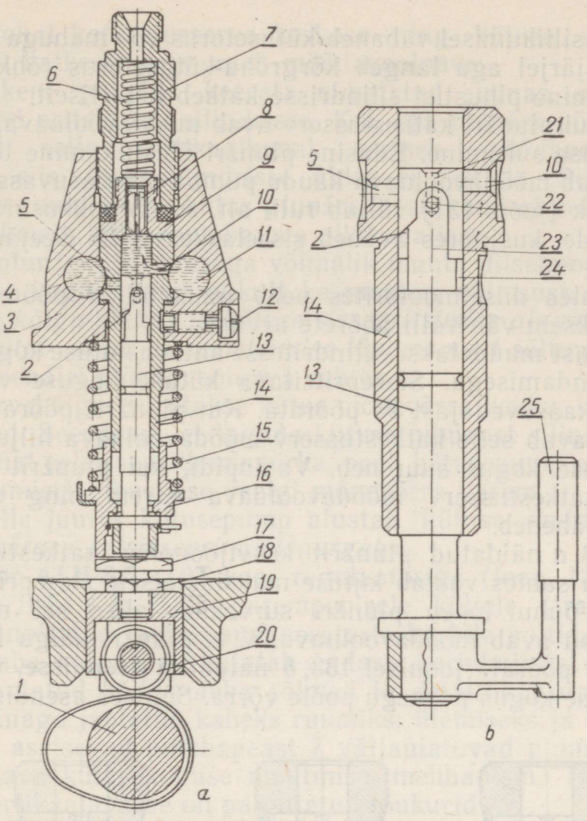
Hülsis *14* on kaks läbivat ava, sisselaskeava *10* ja möödavooluava *5*. Sisselaskeava asetseb mõnevõrra kõrgemal möödavooluavast. Pumba sektsiooni hülsid on paigaldatud ühisesse peasse *3*, millede pikikanalid *11* ja *4* on täidetud peenpuhastusfiltrist tuleva kütusega. Iga hülsi sisselaskeava on ühendatud kanaliga *11*, möödavooluava aga kanaliga *4*.

Hülsi ülemine väljavooluava on suletud surveklapiga *8*, mis on paigutatud pesasse *9*. Klapipesa surutakse vastu hülssi pumba peasse keeratud stutseriga *7*, surveklapp aga pesasse stutserisse paigutatud vedruga *6*.

Plunžri allaliikumisel hakkab kütus sisselaskeava *10* avanemise momendil (joon. 132, *a*) kanalist *11* sisse voolama ja täidab hülsis oleva ruumi plunžri peal. Plunžri ülesliikumisel surutakse kütust esialgu sisselaskeava kaudu tagasi kanalisse *11*. Kui aga plunžri ülemine serv suleb sisselaskeava, hakkab kütuse rõhk plunžri peal olevas ruumis tõusma. Rõhu mõjul avaneb klapp *8* (joon. 132, *b*) ning kütus surutakse kütusetoru kaudu pihustisse.

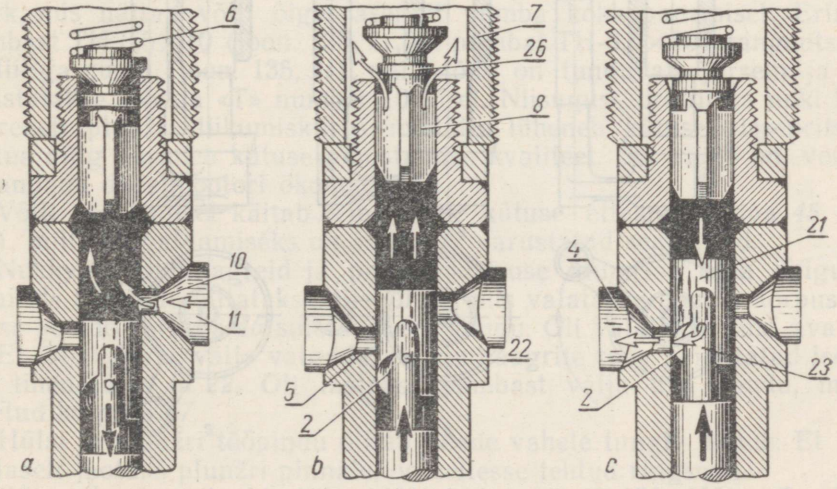
Plunžri edasisel liikumisel avab selle kruvijooneliselt lõigatud serv *2*, nn. *katkestusserv* (joon. 132, *c*) möödavooluava *5*. Plunžripealses ruumis valitseva suure rõhu tõttu hakkab kütus plunžri tsentraalse vertikaalava *21*, radiaalava *22* ja vertikaalsoone *23* kaudu tungima läbi möödavooluava *5* pumba sees olevasse kanalisse *4*. Rõhu langemise tõttu plunžri peal surub vedru *6* surveklapi vastu pesa *9* ning klapp lahutab plunžripealse ruumi kõrgrõhu-kütusetorust kütuse möödavoolu ja imemise perioodil.

Surveklapi sulgumisel siseneb pessa kõigepealt klapi silindriline vöö *26*, mida nimetatakse *lahtikoormamisvööks*. Viimane töötab nagu väike



Joon. 131. Kütusepumba TH-8,5×10 sektsioon:

a — kütusepumba sektsioon; *b* — plunžer ja hülss (plunžripaar); *1* — nukkvõll; *2* — kruvijooneline serv (katkestusserv); *3* — kütusepumba pea; *4* ja *11* — kütusepumba pea pikikanalid; *5* — möödavooluava; *6* — surveklapi vedru; 7 — stutser; *8* — surveklapp; *9* — surveklapi sadul; *10* — sisselaskeava; *12* — seadekruvi; *13* — plunžer; *14* — hülss; *15* — vedru; *16* — plunžri taldrik; *17* — reguleerimispolt; *18* — kontramutter; *19* — tõukur; *20* — tõukuri rull; *21* — plunžri vertikaalne keskava; *22* — plunžri radiaalne ava; *23* — plunžri vertikaalne soon (süvend); *24* — plunžri ringsüvend; *25* — kaasavedaja.



Joon. 132. Kütusepumba TH 8,5×10 sektsiooni täpsete paaride (plunžer — hülss, surveklapp — sadul) töötamine kütuse sissepritsimisel; *26* — surveklapi silindriline vöö (ülejäänud detailide nimetused on toodud joon. 131 all).

kolb, mille tagasiliikumisel vabaneb kütusetorus vöö mahuga võrduv ruumala. Selle tagajärjel aga langeb kõrgrõhu-kütusetorus rõhk järsult ning kütuse pihustamine pihustist silindrisse katkeb hetkeliselt.

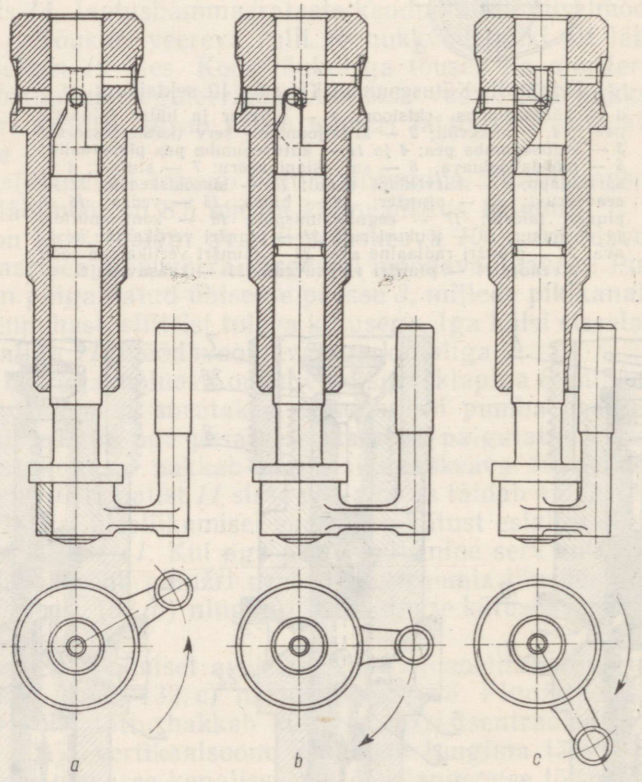
Momendil kui plunžri katkestusserv avab möödavooluava, lõpeb pumba töökäik — kütuse surumine. Edasine plunžri ülesliikumine toimub tühjalt, sest kütus voolab möödavooluava kaudu pumba peas asuvasse kanalisse *4*. Kui võlli *1* nukk (joon. 131) väljub rulli alt, surub kokkusurutud vedru *15* plunžri allapoole, kusjuures avaneb sisselaskeava *10*. Seejärel kogu protsess kordub.

Neljataktilistes diiselmootorites peab nukkvõlli *1* pöörete arv olema kaks korda väiksem väntvõlli pöörete arvust.

Diisli võimsust muudetakse silindritesse antava kütuse koguse suurendamise või vähendamisega. Sissepritsitava kütuse koguse vähendamiseks tuleb plunžrit kaasavedajast *25* pöörata. Kui plunžrit pöörata vastupäeva (joon. 133, *a*), avab selle katkestusserv möödavooluava hiljem ning sissepritsitava kütuse kogus suureneb. Vastupidi, kui plunžrit pöörata päripäeva, avab katkestusserv möödavooluava varem ning sissepritsitava kütuse kogus väheneb.

Joonisel 133, *a* näidatud plunžrit kruvijoonelise katkestusserva asend möödavooluava suhtes vastab kütuse maksimaalsele sissepritsimisele. Niisuguse asendi puhul lõpeb plunžri survekäik alles sel momendil, kui plunžri ringsoon avab möödavooluava, s. o. plunžri käigu lõpul.

Kui plunžer pöörata joonisel 133, *b* näidatud asendisse, väheneb sissepritsitava kütuse kogus peaaegu poole võrra. Sellises asendis asetseb möö-



Joon. 133. Plunžri asend hülsis kütuse mitmesugusel etteandmisel:

a — maksimaalne etteandmine; *b* — osaline etteandmine; *c* — kütust ette ei anta.

davooluava kohal katkestusserva keskosa ning kütuse surumine lõpeb momendil, kui katkestusserv avab möödavooluava.

Mida rohkem plunžrit keerata nimetatud suunas, seda väiksemad kütuse kogused pritsitakse silindrisse. Kui aga plunžer pöörata sellisesse asendisse, et selle vertikaalkanal asetseb möödavooluava kohal (joon. 133, *c*), siis kütust silindrisse üldse ei pritsita. Sel juhul voolab plunžripealses ruumis olev kütus plunžri ülesliikumisel selle vertikaal- ja radiaalavade kaudu kütusepumba pea pikikanalisse.

Seega on plunžri pööramisega võimalik muuta diiselmootori silindrisse antavat kütuse kogust ja järelikult ka mootori võimsust. *Seejuures jääb plunžri üldine käigu pikkus ja kütuse sissepritsimise algmoment konstantseks ning muutub ainult sissepritsimise lõppmoment* sõltuvalt plunžri katkestusserva asendist möödavooluava suhtes.

Pumba survekäigul surutakse kütus mõnevõrra kokku, kütusetorud aga veidi laienevad. Seepärast, et tagada kütuse pihustist silindrisse andmisel kõige soodsamat eelsissepritsimisnurka, peab kütusepump alustama kütuse andmist (surumist) pihustisse veelgi mõnevõrra varem.

Nurka, mille juures kütusepump alustab kütuse andmist pihustisse, nimetatakse *kütuse eelsissepritsimisnurgaks*.

Kütusepump 4TH-8,5×10T koos regulaatoriga (joon. 134) on paigutatud mootorite Д-54А ja Д-75 parempoolsele küljele (traktori liikumise järgi) ning kinnitatud jaotushammasrataste karbile poltide abil.

Kütusepumba korpus *16* kujutab endast karbikujulist malmvalandit, kuhu on paigutatud kõik pumba sõlmed ja detailid. Korpus on horisontaalse vaheseinaga jaotatud kaheks ruumiks: ülemiseks ja alumiseks. Ülemises ruumis asetsevad pumbapeast *7* väljaulatuvad plunžripaaride osad ja sissepritsitava kütusekoguse muutmise mehhanism. Horisontaalvaheseina nelja vertikaalavasse on paigutatud tõukurid *19*.

Pumba korpuse seinaava, mis võimaldab juurde pääseda sissepritsimise reguleerimise mehhanismile ja tõukuritele, on suletud kaanega *43*.

Korpuse eesmise seina külge on kruvidega kinnitatud plaat *13* ja seadeäärik *12*, tagumise seina külge aga karbikujuline äärik *23* regulaatori kinnitamiseks.

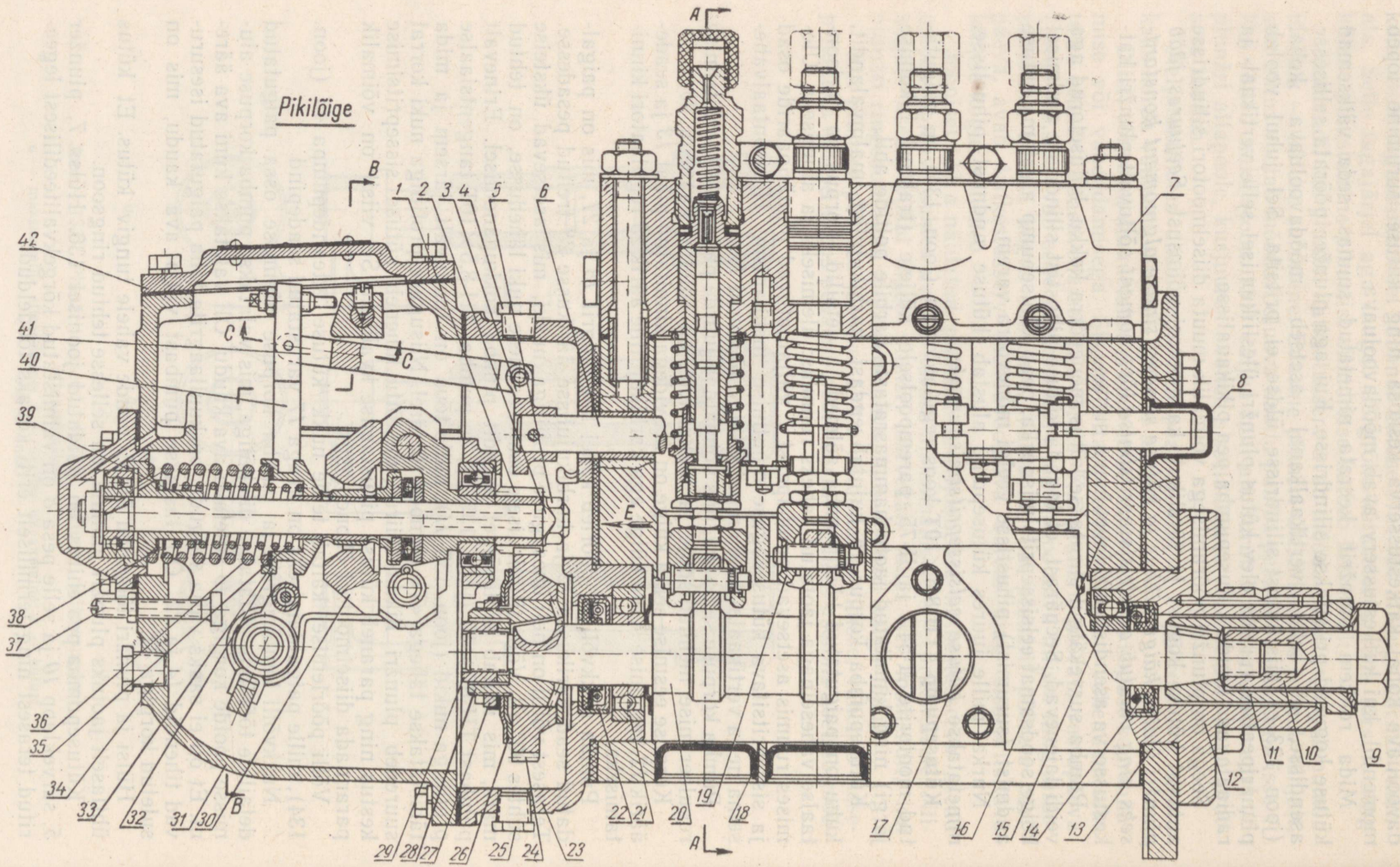
Pumba nukkvõll *20* pöörleb kahel kuullaagril *15* ja *21*, mis on paigaldatud seadeäärikusse *12* ja karbikujulisse äärikusse *23* treitud pesadesse. Terasest võllil on neli ühesuguse profiiliga nukki, mis asetsevad üksteise suhtes 90° all. Võlli silindrilisele osale, esimese nuki lähedusse, on tehtud märk, mis näitab võlli õiget asendit pumba kokkupanemisel. Erinevalt pumbast TH-8,5×10 (joon. 135, *I*), on pumbal TH-8,5×10T tangentsiaalse profiiliga nukid (joon. 135, *II*), mille tõus on tunduvalt järsem ja mida tähistatakse tähega «T» number 10 järel. Niisuguse profiiliga nuki korral suureneb plunžri liikumiskiirus, mistõttu lüheneb kütuse sissepritsimise kestus ning paraneb kütuse pihustamise kvaliteet. Sel viisil on võimalik parandada diiselmootori ökonoomsust.

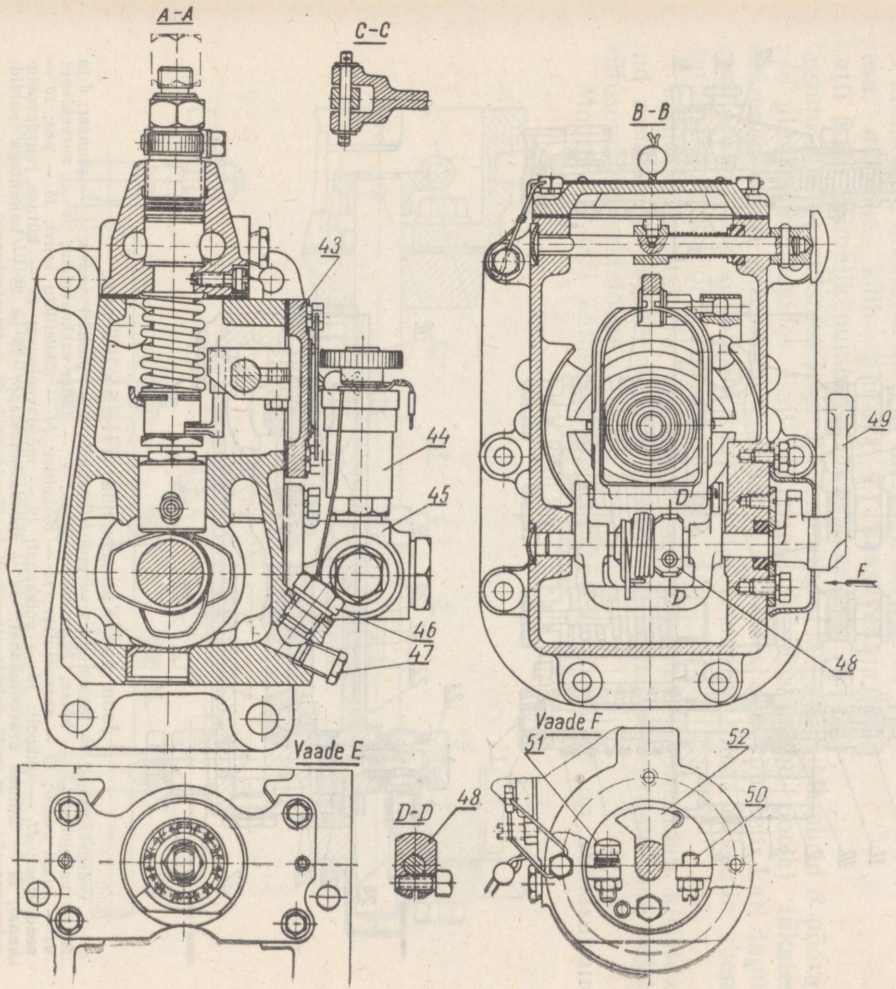
Võlli pöörlemisel käitab teine nukk kütuse etteandepumpa *45* (joon. 134), mille paigaldamiseks on avaga *17* varustatud seadepind.

Nukkvõlli kuullaagreid ja pumba korpuse alumisse ossa paigutatud detailide tööpindu õlitatakse diisliõliga, mis valatakse pumba korpuse alumisse poolde korgiga *46* suletava ava kaudu. Õli valatakse kuni ava ääreni. Et õli ei saaks välja valguda, on kuullaagrite taha paigutatud isesuruvad tihendid *14* ja *22*. Õli lastakse pumbast välja ava kaudu, mis on suletud korgiga *47*.

Hülsi ja plunžri tööpindu õlitab nende vahele tungiv kütus. Et kütus ühtlaselt jaotuks plunžri pinnale, on sellesse tehtud ringsoon.

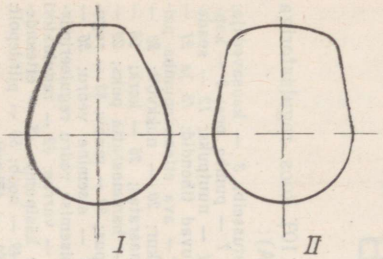
Kütusepumba pea ehitus on näidatud joonisel 136. Hülss *7*, plunžer *5*, surveklapp *10* ja selle pesa *8* on valmistatud kõrgekvaliteedilisest legeeritud terasest ning termiliselt eriti kõvaks töödeldud.


Pikilõige
A
B
C
C
E
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42



Joon. 134. Kütusepump 4TH-8,5×10T koos regulaatoriga (diisli Д-54A):

1 — veetav hammasratas; *2* — lukustusseib; *3* — kaasavedaja; 4 — kork; *5* — mutter; *6* — pumbalatt; *7* — pumba pea; *8* — kapsel; *9* — lukustusseib; *10* — mutter; *11* — nuutpuks; *12* — seadeäärik; *13* — plaat; *14* ja *22* — isesuruvad tihendid; *15* ja *21* — kuullaagrid; *16* — pumba korpus; *17* — ava etteandepumba paigaldamiseks; *18* — kaaned; *19* — tõukur; *20* — nukkvõll; *23* — karbikujuline äärik; *24* — vedav hammasratas; *25* — kork; *26* — lehtvedrud; *27* — vedrude mutter; *28* — hammasratta puks; *29* — mutter; *30* — viht; *31* — regulaatori korpus; *32* — muhv; *33* — reguleeritav tihend; *34* — kontrollkork; *35* — sisemine vedru; *36* — välimine vedru; *37* — tõkkepolt; *38* — sisemise vedru reguleerimisvahelehed; *39* — võll; *40* — kahvel; *41* — varras; *42* — regulaatori korpuse kaas; *43* — kaas; *44* — kütuse käsipump; *45* — etteandepump; *46* ja *47* — korgid; *48* — puks; *49* — hoob; *50* — piirdepolt; *51* — reguleerimispolt; *52* — tõkesti.



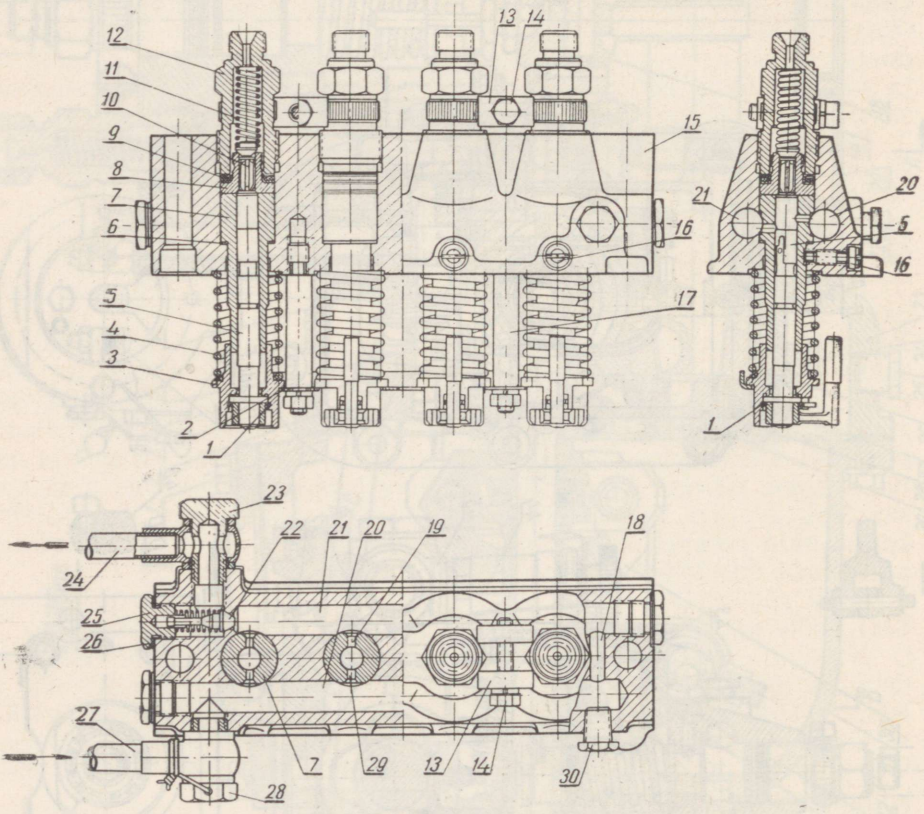
Joon. 135. Nukkide profiile:
I — pumbal TH-8,5×10; *II* — pumbal TH-8,5×10T.

Et kõrgete rõhkude (200 kg/cm² ja rohkem) juures tagada plunžripaari nõutavat hermeetilisust, poleeritakse nende detailide pinnad eriti hoolikalt ja sovel datakse teineteisega. Paaris plunžer-hülss peab diametraallõtk olema 0,001—0,002 mm piirides. Paaride komplektsus tuleb säilitada.

Hülsid on paigutatud pumba pea vertikaalaukudesse. Iga hülss kinnitatakse ettenähtud asendis pumba peasse seadekruvi *16* abil, mis läheb hülsi välispinna soonde. Tihendamiseks on hülsi tugiäärise alla asetatud vaskvaheleht *6*.

Et pumba pea mahavõtmisel või korpusele asetamisel plunžer ja vedru *4* püsiksid kokkupanduna, on vedru taldrikud alt fikseeritud ühise liistuga *2*, mis on kinnitatud mutritega tikkpoltidele *17*. Surveklapi hermeetilisuse tagamiseks sobitatakse ja soveldatakse klapp *10* ja pesa *8* teineteisega, kusjuures nende komplektsus tuleb samuti säilitada.

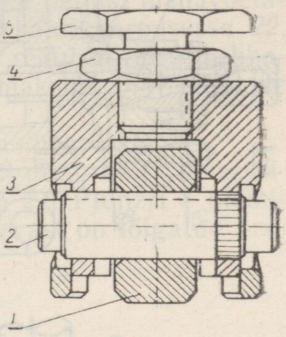
Pesa *8* ääriku ja stutseri *12* alumise otspinna vahele on asetatud fiiber-vaskvaheleht *9*. Stutseri *12* ülemisele osale keeratakse mutter pihusti



Joon. 136. Kütusepumba 4TH-8,5×10T pea:
1 — vedrurõngas; *2* — tõkkeliist; *3* — plunžri taldrik; *4* — plunžri vedru; *5* — plunžer; *6* ja *26* — vahelehed; *7* — hülss; *8* surveklapi pesa; *9* — fiiber-vaskvaheleht; *10* — surveklapp; *11* — klapi vedru; *12* — surveštutser; *13* — tõkkeliist; *14* — tõkkeliistu kruvi; *15* — pea; *16* — seadekruvi; *17* — tikkpolt; *18* — põikkanal; *19* — möödavooluava; *20* — kütuse juurdevoolukanal; *21* — kütuse äravoolukanal; *22* — möödavooluklapp; *23* ja *28* — kanalitega poldid; *24* ja *27* — kütusetorud; *25* ja *30* — korgid; *29* — sisselaskeava.

kütusetoru kinnitamiseks. Stutseripaaride meelevaldset lahtipöördumist välditakse kahe tõkkeliistuga *13*, mis tõmmatakse ligi kruviga *14*. Pumba peas on kaks pikikanalit *20* ja *21*, mis on omavahel ühendatud põikkanaliga *18*.

Peenpuhastusfiltrist läheb kütus kütusetoru *27* ja polti *28* puuritud augu kaudu kanalisse *20*. Diisli töötamiseks on tarvis aga ainult osa sellest kütusest, mida etteandepump annab. Seepärast on pumba pea kanalisse *21* paigutatud möödavooluklapp *22*, mis kütuse rõhul 0,5—0,9 kg/cm² avaneb ja laseb liigse kütuse toru *24* kaudu tagasi etteandepumpa.



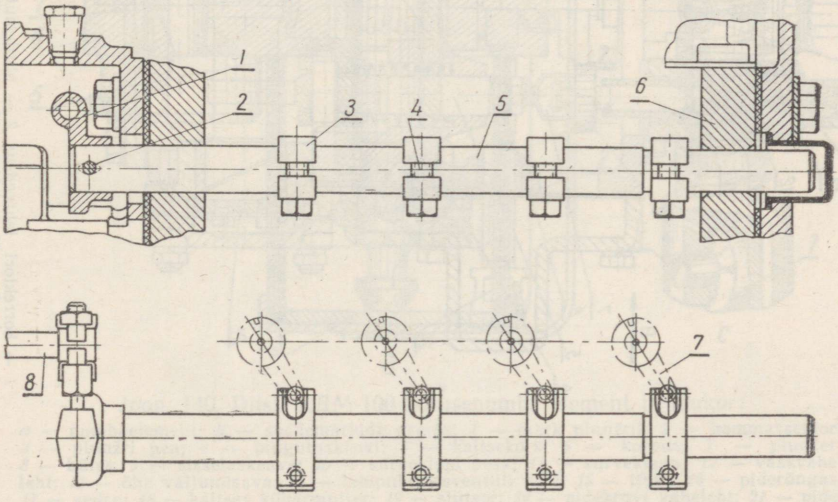
Joon. 137. Kütusepumba 4TH-8,5×10T tõukur:
1 — rull; *2* — telg; *3* — korpus; *4* — kontramutter; *5* — reguleerimispolt.

Pumba tõukur koosneb korpusest *3* (joon. 137), teljest *2*, rullist *1* ja reguleerimispoldist *5*, mis on varustatud kontramutriga *4*. Kõik tõukuri detailid on terasest ja termiliselt töödeldud. Kütusepumba sektsiooni sissepritsimise algus reguleeritakse poldiga *5*. Tõukurist poldi väljapoole keeramisel algab kütuse sissepritsimine varem, s. o. kütuse eelsissepritsimise nurk suureneb, poldi sissekeeramisel aga algab sissepritsimine hiljem (ülemise surnud seisule lähemal) ja järelikult eelsissepritsimise nurk väheneb.

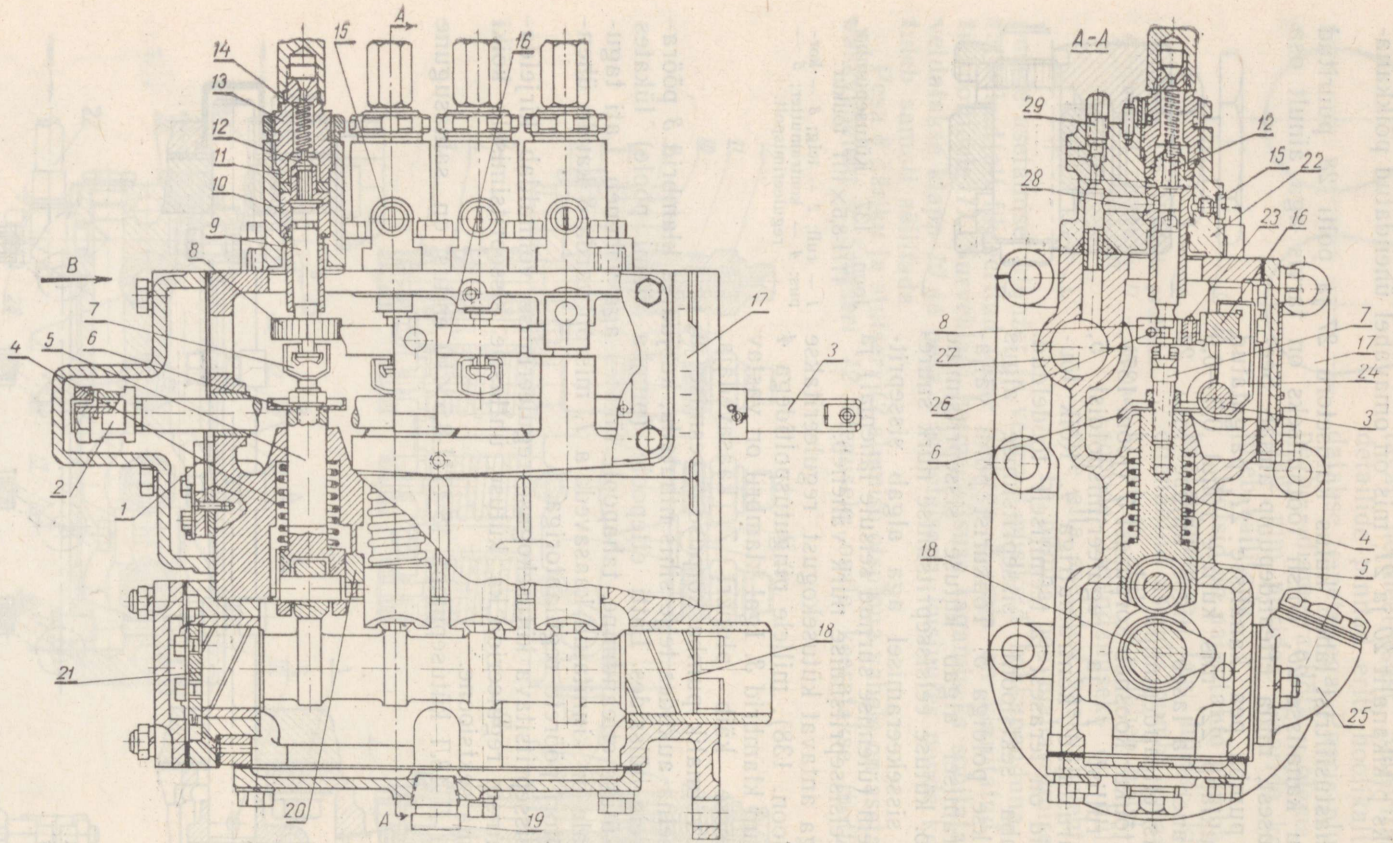
Pumbaga antavat kütusekogust reguleeritakse latiga *5* (joon. 138), millele pingutuspoltidega *4* on kinnitatud klambrid *3*. Igal klambril on vastav pesa, millesse käib plunžri *7* kaasavedaja. Latti *5* on võimalik pumba korpuse *6* eesmise ja tagumise seina aukudes telje sihis nihutada, kusjuures klambrid *3* pööravad plunžreid hülssides. Latti ettepoole (pumba ajami poole) lükates suureneb kütuse etteandmine, tahapoole lükates aga väheneb. Lati tagumisele otsale on kinnitatud kaasavedaja *1*, mis on varda *8* kaudu ühendatud mootori pöörete regulaatoriga.

Peale sissepritsitava kütusekoguse reguleerimise võimaldab kirjeldatud mehhanism reguleerida ka kütuse ühtlasele sissepritsimisele kõiki kütusepumba sektsioone.

Mootori Д-48Л kütusepumba 48-4TH-8,5×10 ehitus on samasugune



Joon. 138. Kütuse etteande reguleerimise mehhanism pumbal 4TH-8,5×10T:
1 — kaasavedaja; *2* — tihvt; *3* — klamber; *4* — polt; *5* — pumba latt; *6* — kütusepumba korpus; *7* — plunžri kaasavedaja; *8* — regulaatori varras.



Joon. 139. Diisli КДМ-100 kütusepump:

1 — korrektori lehtvedru; *2* — piirdemutter; *3* — varras; *4* — tõukuri vedru; *5* — tõukur; *6* — renn; *7* — reguleerimispolt; *8* — hammassektor; *9* — plunžer; *10* — hülss; *11* — pesa; *12* — klapp; *13* — stutser; *14* — vedru; *15* — pidekruvi; *16* — hammaslatt; *17* — plokk; *18* — nukkvõll; *19* — kork; *20* — tõkesti; *21* — ketas; *22* — pumbaelemendi korpus; *23* — neet; *24* — kaasavedaja; *25* — suue; *26* — pingutuspolt; *27* — kanal; *28* — sisselaskeava; *29* — läbipuhumisventiili nõel.

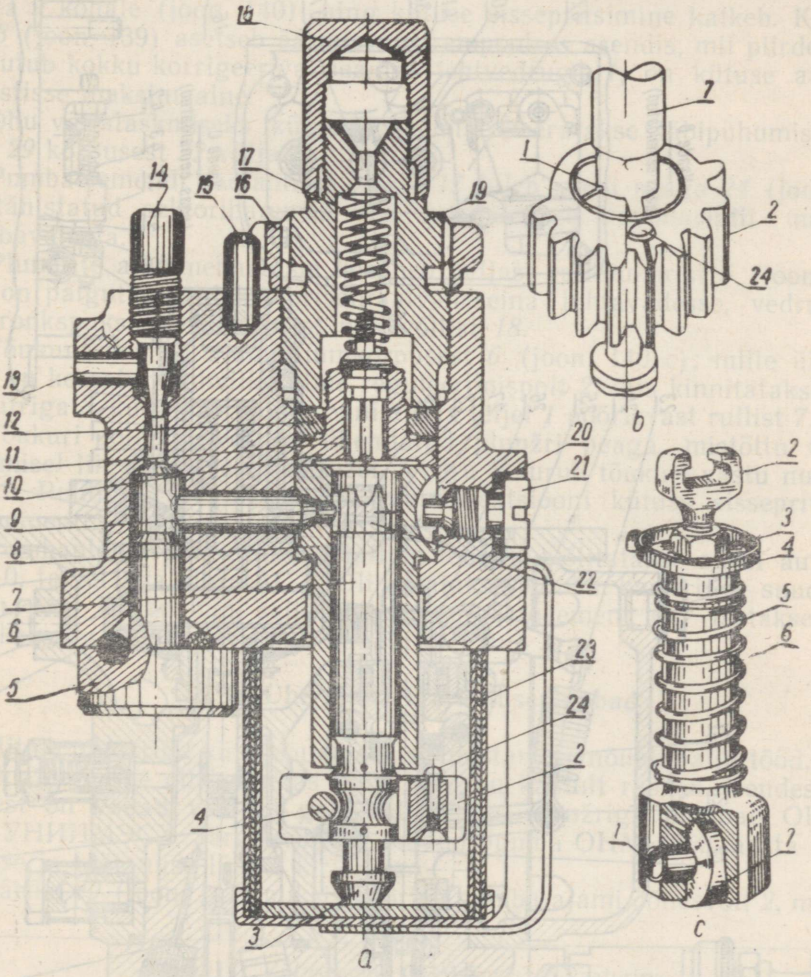
kui diislite Д-54А ja Д-75 pumbal 4TH-8,5×10T. Viimase erinevusteks on võlli nukkide tangentsiaalne profiil ja plunžri katkestusserva tõus 48°20′. Pumbal 48-4TH-8,5×10 on see tõus aga 33°20′. Peale selle tuleb pumbal 48-4TH-8,5×10 möödavooluklapp reguleerida rõhule 0,7—0,9 kg/cm².

Diislitele Д-28 ja Д-20 paigutatakse kütusepumbad, mille enamik detaile on unifitseeritud pumba 4TH-8,5×10T detailidega.

Mootori КДМ-100 kütusepump (joon. 139) koosneb neljast mahavõetavast pumbaelemendist, mis igaüks on monteeritud eraldi korpusesse *22*, plunžrite ajamimehhanismist, kütuse sissepritsimise reguleerimise mehhanismist, kütuse etteande korrektorist ja kütuse maksimaalse etteande piirajast mootori sissetöötamisel.

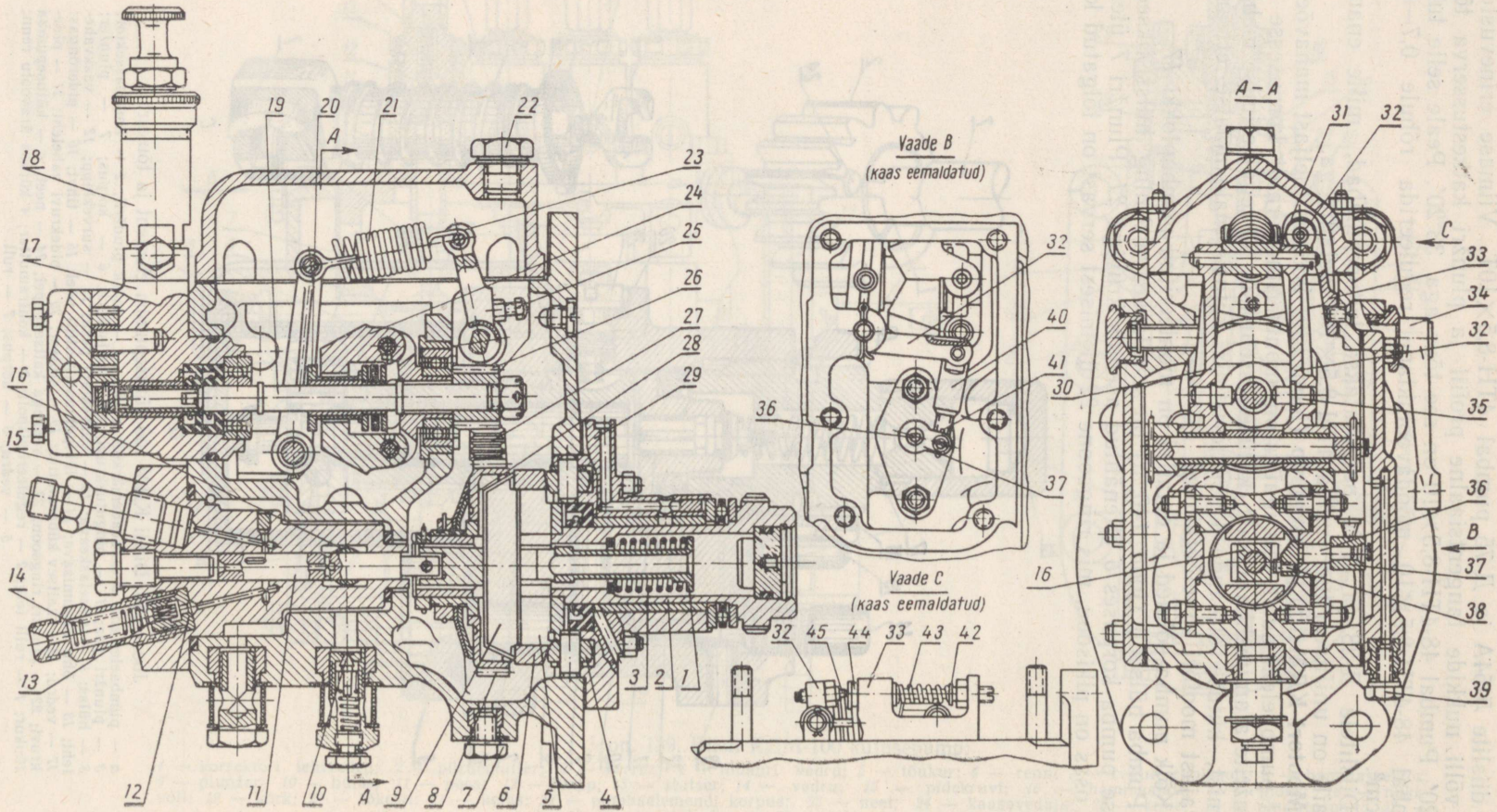
Kõik pumba sõlmed ja detailid on monteeritud pumbaplokki *17*.

Pumba hülsis *8* (joon. 140, *a*) on sisselaskeava *9* ning hülss fikseeritakse pumba korpuses *6* ettenähtud asendis kruviga *21*. Plunžri *7* ülemises osas on pikisoon, mis ringsoone *22* ülemisest servast on lõigatud kru-



Joon. 140. Diisli КДМ-100 kütusepumba element ja tõukur:

a — pumbaelement; *b* — seademärkide asetus; *1* — märk plunžril; *2* — hammassektor; *3* — plunžri pea; *4* — pingutuskruvi; *5* — kaitsekork; *6* — korpus; *7* — plunžer; *8* — hülss; *9* — sisselaskeava; *10* — surveklapi pesa; *11* — surveklapp; *12* — vaskvaheleht; *13* — õhu väljumisava; *14* — läbipuhumisventiili nõel; *15* — tihvt; *16* — piderõngas; *17* — vedru; *18* — kaitsev kübarmutter; *19* — stutser; *20* — pidekruvi vaheleht; *21* — pidekruvi; *22* — plunžri ringsoon; *23* — vedruga kaitsekuppel; *24* — neet; *c* — kütusepumba tõukur; *1* — rulli telg; *2* — reguleerimispolt; *3* — kontramutter; *4* kütuse äravoolu renn; *5* — vedru; *6* — korpus; *7* — rull.


A
A – A
Vaade B
(kaas eemaldatud)
Vaade C
(kaas eemaldatud)
B
C
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45

vijoone (spiraali) järgi. Pingutuskruviga *4* on plunžrile kinnitatud hammassektor *2*.

Surveklapp *11* on surutud pessa *10* vedruga *17*. Selle klapi ülesanne on sama mis pumba 4TH-8,5×10 surveklapil. Surveklapi pesa on vastu hülsi otsa surutud stutseriga *19*, mis kinnitub kohale rihveldatud rõnga *16* ja tihvti *15* abil.

Plunžri allaliikumisel läheb kütus kanali *27* (joon. 139) ning sisselaskeava *28* kaudu plunžripealsesse ruumi. Ülesliikumisel suleb plunžer sisselaskeava. Kütuse survel avaneb surveklapp ning kütus tungib kõrgrõhukütusetoru kaudu pihustisse.

Pihustisse antavat kütuse kogust muudetakse hammaslati *16* nihutamisega plunžrit pöörates. Latt on hambumises hammassektoriga *8*. Kaasavedaja *24* ja varda *3* abil on hammaslatt *16* ühendatud regulaatoriga.

Kui nihutada varrast *3* paremale, suureneb sissepritsitava kütuse kogus, vasakule nihutamisega kütuse andmine aga väheneb. Varda *3* äärmise vasakpoolse asendi puhul asetub plunžri pikikanal hülsi sisselaskeava *9* kohale (joon. 140), ning kütuse sissepritsimine katkeb. Kui varras *3* (joon. 139) asetseb äärmises parempoolses asendis, mil piirdemutter *2* puutub kokku korrigeeriva seadise lehtvedruga *1*, on kütuse andmine pihustisse maksimaalne.

Õhu väljalaskmiseks kütusesüsteemist keeratakse läbipuhumisventiili nõel *29* korpusest *22* välja.

Pumbaelemendi asetamisel plokki *17* tuleb needi peaga *24* (joon. 140, *b*) tähistatud sektorihammas viia hambumisse hammaslatil märgitud hambavahega.

Plunžrite ajammehhanism koosneb neljast rulltõukurist *5* (joon. 139), mis on paigutatud ploki horisontaalvaheseina juhtavadesse, vedrudest *4* ja pronkspuksides pöörlevast nukkvõllist *18*.

Tõukur koosneb alumiiniumkorpusest *6* (joon. 140, *c*), mille ülemisse otsa on keeratud kahvlikujuline reguleerimispolt *2*, mis kinnitatakse kontramutriga *3*, kütuse äravoolurennist *4* ja teljel *1* pöörlevast rullist *7*.

Tõukuri poldi kahvel on ühendatud plunžri peaga, mistõttu tõukuri liikumisel liigub kaasa ka plunžer. Vedru *5* surub tõukuri vastu nukkvõlli nukki. Poldiga *2* reguleeritakse pumbasektsiooni kütuse sissepritsimise algmomenti.

Pumbaplokki paigutatud detailide tööpindu õlitatakse suvel autoõliga AK-10, talvel aga õliga AC-5. Õli valatakse pumba karterisse suudme *25* (joon. 139) kaudu kuni selle ülemise serva tasemeni. Õli lastakse välja aga korgiga *19* suletava ava kaudu.

§ 3. Ühe plunžriga kütusepumbad

Mitme plunžriga kütusepumpade valmistamine nõuab palju tööd, nende ekspluateerimine on keerukas ning need on kaalult rasked. Nendest puudustest on vabad väikese gabariidiga ühe plunžriga pumbad OHM ja ХТЗ-УНИИМЭСХ. Järgnevalt on toodud pumba OHM 1960. aasta mudeli ehituse ja töötamise lühike kirjeldus.

Ääriku *29* (joon. 141) puksis pöörleb pumba ajami õõnesvõll *2*, mis ees-

---

Joon. 141. Kütusepump OHM koos regulaatoriga:

1 — tõukur; *2* — pumba võll; *3* — tõukuri vedru; *4* — rull; *5* — friktsioonmuhv; *6* — nukkseib; *7* ja *22* — korgid; *8* — regulaatori ajami hammasratas; *9* — tugi; *10* — möödavooluklapp; *11* — plunžer, *12* — klapi pesa; *13* — surveklapp; *14* — surveklapi vedru; *15* — pumba pea; *16* — reguleerimismuhv; *17* — kütuse etteandepump; *18* — käsipump kütuse etteandmiseks; *19* — regulaatori võll; *20* — regulaatori muhv; *21* — regulaatori vedru; *23* — vedru hoob; *24* — viht; *25* — reguleerimispolt; *26* — regulaatorivõlli hammasratas; *27* — vahehammasratas; *28* — friktsioonseadis; *29* — pumba ajami äärik; *30* — regulaatori vasakpoolne hoob; *31* — sõrm; *32* — regulaatori parempoolne hoob; *33* — korrigeeriva seadise kronstein; *34* — hoob; *35* — regulaatori hoova kaasavedaja; *36* — kaasavedaja; *37* — kaasavedaja hoob; *38* — liugur; *39* — kontrollkork; *40* — ülemine lüli; *41* — alumine lüli; *42* — korrektori vedru tugi; *43* — korrektori vedru; *44* — varras; *45* — hoova tugi.

mise otsa nuutide ja nuutseibi abil ühendatakse diisli kütusepumba ajami hammasrattaga. Võlli *2* teise otsa lamendusele on paigutatud friktsioonmuhv *5* ning kinnitatud mutri abil. Friktsioonmuhvi silindrilisele pinnale on eelnevalt asetatud nukkseib *6*. Friktsioonmuhvile on samuti vabalt asetatud regulaatori ajami vedav hammasratas *8*, mis surutakse friktsioonseadise *28* abil muhvi äärise vastu.

Ääriku telgedele on kinnitatud neli rulli *4*.

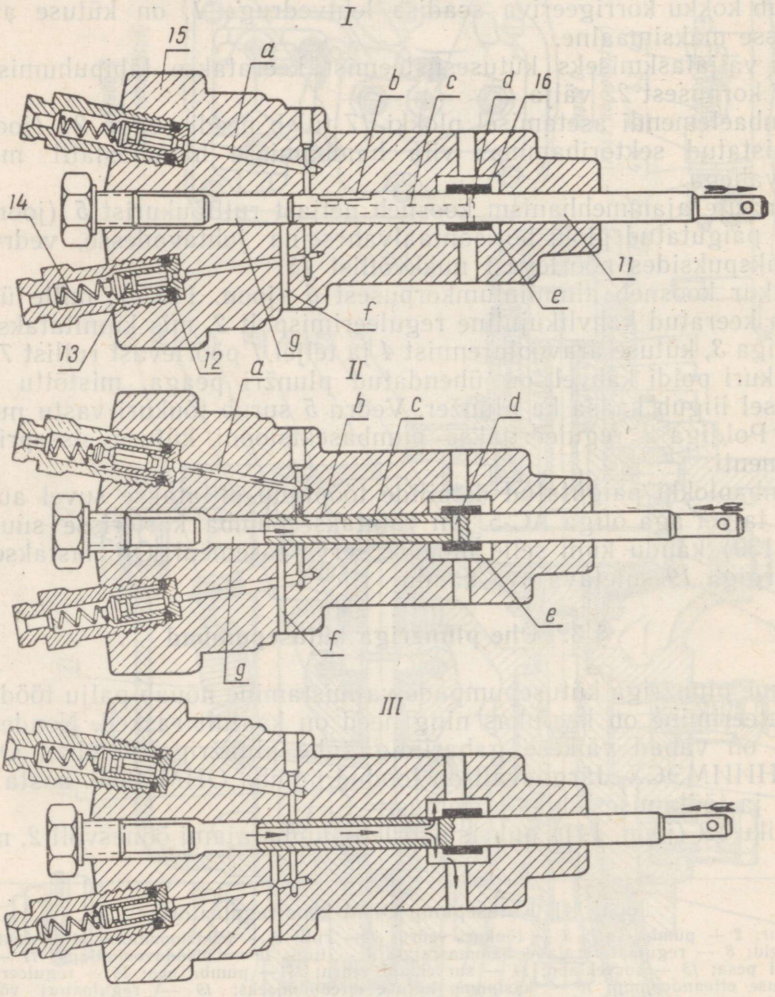
Nuutidepoolsest otsast on võlli *2* sisse pandud tõukur *1* ja selle vedru *3*, mis ühe otsaga toetub pumba võlli äärisele, teisega aga tõukuri sabale.

Tõukuri *1* otsas on auk, kuhu on asetatud plunžri *11* saba, mis on ühendatud tihvti abil tõukuriga.

Võlli *2*, tõukurit *1* ja seibi *6* soont läbib tugi *9*. Seetõttu pöörlevad koos võlliga *2* ka seib, tõukur ja plunžer.

Seibil *6* on kaks nukki, mis liiguvad pöörlemisel üle rullide *4*. Seepärast liigub võlli *2* ühe pöörde kestel seib *6* ja sellega toe *9* kaudu ühendatud tõukur ning plunžer neli korda edasi-tagasi.

Plunžer *11* (joon. 142, *I*) liigub pumba pea *15* aukudes ja on reguleе-



Joon. 142. Pumba OHM töötamise skeem:

a — äravoolukanal; *b* — jaotussoon; *c* — tsentraalkanal; *d* — katkestusava; *e* — madalrõhuruum; *f* — sisselaskekanal; *g* — plunžripealne ruum (muud tähistused samad, mis joonisel 141).

ritav muhviga *16*. Plunžril on tsentraalkanal «*c*», mis on ühendatud katkestusavaga «*d*». Plunžri pinnale on tehtud jaotussoon «*b*», mis samuti on ühendatud tsentraalkanaliga. Pumba peas on sisselaskekanal «*f*» ja neli äravoolukanalit «*a*», mis on paigutatud kanali ringjoonele intervalliga 90°.

Iga kanali «*a*» otsa on paigutatud pesa *12*, surveklapi *13* ja vedruga *14* stutser. Nende detailide ehitus on samasugune kui mitme plunžriga pumbal TH-8,5×10.

Kui plunžer liigub vedru *3* (joon. 141) mõjul paremale, tekib selle peal hõrendus. Niipea kui plunžri ülemine serv avab pumba peas *15*, sisselaskekanali «*f*» (joon. 142, *I*) täitub plunžripealne ruum «*g*» filtrist tuleva kütusega.

Plunžri liikumisel vasakule voolab kütus algul plunžripealsest ruumist «*g*» sisselaskekanali «*f*» ja möödavooluklapi *10* (joon. 141) kaudu kütusetorusse ja sellest etteandepumba imemispoolde. Seejärel suleb plunžer sisselaskekanali (joon. 142, *II*) ja kuna katkestusava «*d*» on sel ajal suletud reguleerimismuhviga *16*, tungib kütus tsentraalkanali «*c*» ja radiaalava kaudu plunžri jaotussoonde «*b*». Pööreldes ühendab plunžer oma soone «*b*» kaudu järjekorras igaühe neljast kanalist «*a*» plunžripealse ruumiga «*g*» ja kütus, ületades vedru *14* vastupanu, surutakse pihustisse.

Kütuse surumine lõpeb (joon. 142, *III*), kui katkestusava «*d*» väljub reguleerimismuhvist *16*, sest siis ühendatakse plunžripealne ruum «*g*» ruumiga «*e*» (madalrõhuruum).

Liigne kütus juhitakse ruumist «*e*» möödavooluklapi kaudu, mis on reguleeritud rõhule 0,8—1,2 kg/cm², kütusetorusse, kust see läheb etteandepumba imemispoolde.

Reguleerimismuhvi *16* asendi muutmisega on võimalik muuta survekäigu pikkust ja sel viisil reguleerida diisli silindritesse pritsitava kütuse hulka. Kui nihutada reguleerimismuhvi paremale, siis silindrisse pritsitava kütuse kogus väheneb, vasakule nihutamisel aga suureneb.

Reguleerimismuhv *16* on liuguri *38*, kaasavedaja *36*, kaasavedaja hoova *37* ja reguleeritavate lülide *41* ja *40* kaudu ühendatud regulaatori hoovaga *32*. Muhvi *16* nihutab pöörete regulaator.

Kütusepumba koostöötavaid pindasid määritakse diisliõliga, mis valatakse pumpa korgiga *22* suletava ava kaudu. Õli taseme kontrollimiseks on pumba eesmises kaanes kork *39*. Õli väljalaskmiseks on korgiga *7* suletav ava.

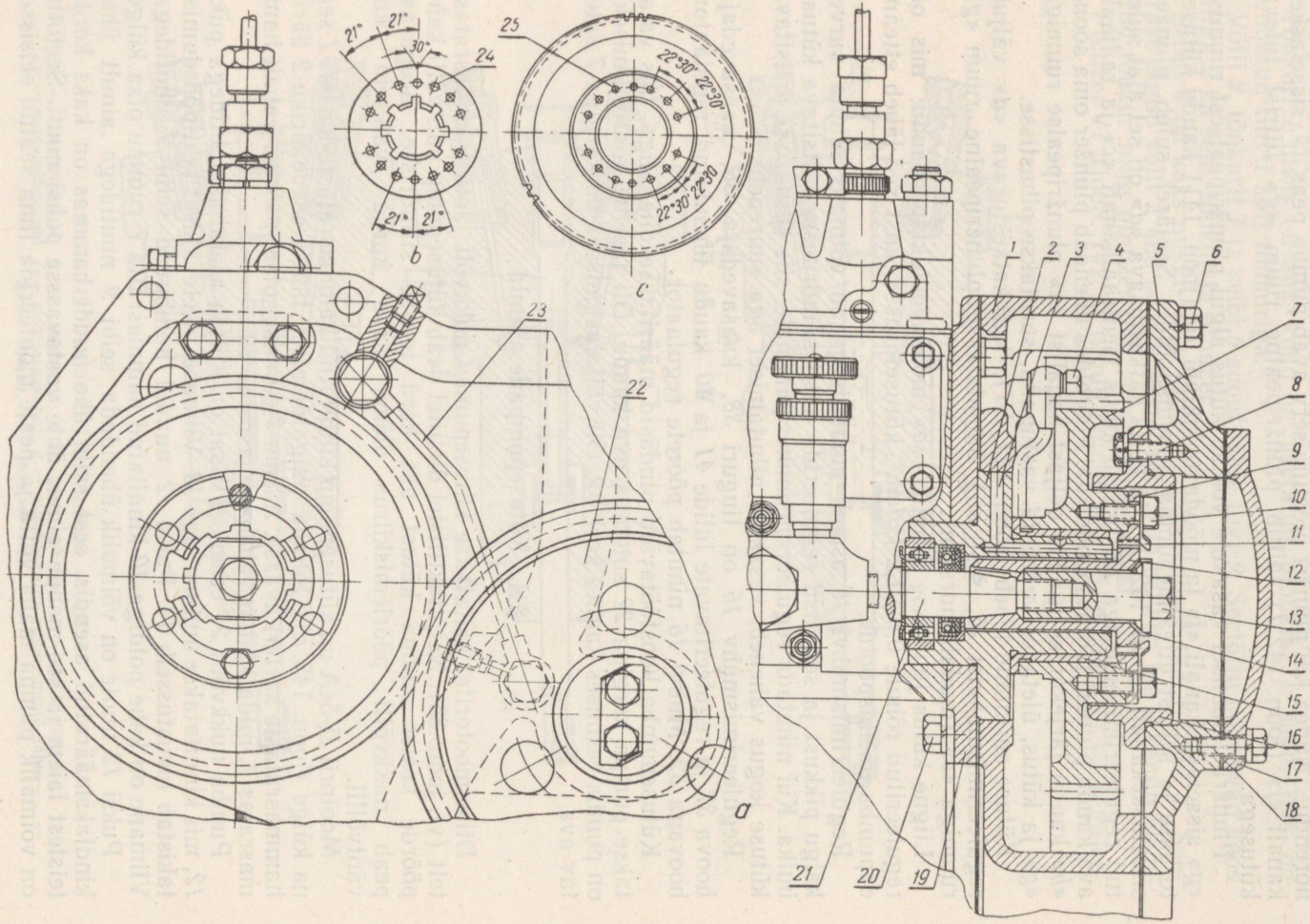
§ 4. Kütusepumpade ajamid

Diiselmootoritel käitatakse kütusepumba nukkvõll jaotushammasratastelt (vt. joon. 85). Neljataktilistel diislitel peab kütusepump väntvõlli kahe pöörde kestel andma kütust üks kord igasse silindrisse. Seepärast peab nukkvõlli pöörlemiskiirus olema kaks korda väiksem kui väntvõllil.

Mootoril Д-54А on kütusepump kinnitatud hammasrataste karteri *1* seina külge (joon. 143, *a*). Pumba paigaldamisel läheb seadeääriku *2* ääris hammasrataste karteri avasse. Ääriku *2* eesmisel otsal pöörleb vabalt hammasratas *7*, mida käitab vahehammasratas *22*.

Pumba nukkvõlli *21* eesmisel otsal on kiilule asetatud nuutidega puks *12*, mis kinnitatakse umbmutriga *13*. Viimase meelevaldset lahtipöördumist takistab lukustusseib *14*. Puksi *12* nuudid hambuvad seibi *9* nuutidega. Viimane on kahe poldiga *10* kinnitatud hammasratta *7* rummu otsa külge.

Puksi *12* nuute on võimalik ühendada seibi *9* nuutidega ainult ühes kindlaksmääratud asendis, sest seibi ühe nuudi hammas on kaks korda teistest laiem ja see mahub ainult ühte vastavassse puksi nuuti. Seetõttu on võimalik pumpa maha võtta ja peale monteerida ilma seatud eelsisse-



Joon. 143. Diisli Д-54A kütusepumba ajam:

a — kütusepumba ajam; *b* — nuutseib; *c* — kütusepumba ajami hammasratas; *1* — hammasrataste karter; *2* — seadeäärik; *3* — õlikanal seadeäärikus; *4*, *6*, *8*, *10*, *18* ja *20* — poldid; *5* — hammasrataste karteri kaas; *7* — kütusepumba ajami hammasratas; *9* — nuutseib; *11* ja *14* — lukustusseibid; *12* — nuutidega puks; *13* — umbmutter; *15* — hammasratta puks; *16* — malmpesa; *17* — kaas; *19* — kütusepumba kinnitusplaat; *21* — pumba nukkvõll; *22* — vahehammasratas; *23* — õlitoru; *24* — süvend nuutseibil; *25* — märk kütusepumba ajami hammasrattal.

pritsimisnurka rikkumata. Ühtlasi jääb seejuures hammasratas *7* hambumisse hammasrattaga *22*, pumba kohale asetamisel aga läheb nuutseibi *9* kahekordse laiusega hammas ainult puksi *12* kahekordse laiusega nuuti.

Hammasratta rummu eesmisel otsal (joon. 143, *c*) on kaks diametraalselt asetsevat keermetatud aukude rida. Kahe naaberaugu vaheline nurk hammasrattal on 22°30′. Samasuguselt on läbivad augud tehtud ka seibi *9* (joon. 143, *b*), kuid nendevaheline nurk on 21°.

Uue pumba paigaldamisel peab seibi süvend *24* asetsema hammasratta otsa märgi *25* (joon. 143, *c*) kohal. Kui seibi *9* (joon. 143, *a*) pöörata kuni tema järgmine auk satub kohastikku hammasratta rummu järgmise auguga, siis koos seibiga pöördub ka kütusepumba nukkvõll 1,5° võrra, mis vastab kütuse sissepritsimise momendi muutumisele 3° võrra väntvõlli pöördenurga järgi.

Selline pumba ajami hammasratta ja nuutseibi kinnitus võimaldab tarviliku täpsusega reguleerida kütuse eelsissepritsimisnurka. Reguleerimine toimub ava kaudu, mis on suletud kaanega *17*.

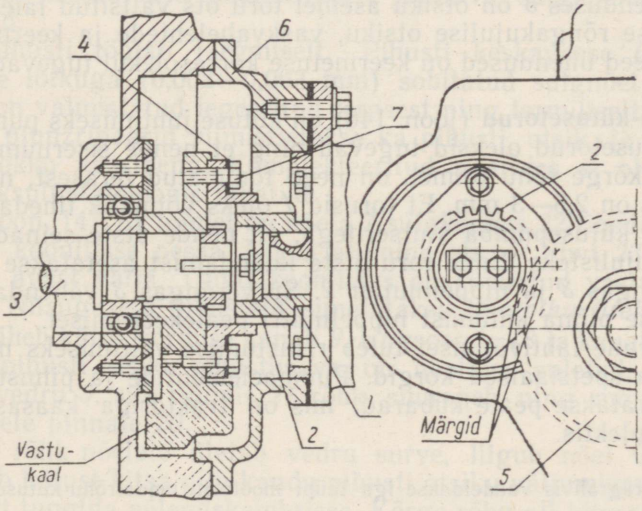
Pukside *12* ja *15* ning ääriku *2* tööpindadele juhitakse määrdeõli toru *23* ja kanali *3* kaudu.

Diiselmootorite Д-48Л, СМД-7 ja Д-28 kütusepumpade ajammehhanismid erinevad eespool kirjeldatust ainult mõningate detailide konstruktiivse kuju poolest.

Mootoril Д-20 on nuutäärik *4* (joon. 144) kinnitatud tasakaalustusmehhanismi vasaku võlli *3* vastukaalule ning sellel on üks kahekordne hammas. Ääriku *4* nuudid lähevad hambumisse regulaatori hammasratta *2* nuutidega, mille hulgas on üks kahekordne nuut. Hammasratas *2* on hambumises kütusepumba võlli hammasrattaga *5*. Õigel kohaleasetamisel peavad märgid hammasratastel *2* ja *5* ühtima. Nii kantakse väntvõllilt käitatavalt võllilt *3* pöörlemine üle kütusepumba võllile.

Kui nuutäärik oli vastukaalult lahti võetud, tuleb see kohale tagasi asetamisel seada nii, et märgid äärikul ja vastukaalul ühtiksid, ning alles siis kontrollida kütuse sissepritsimise momenti.

Diislil КДМ-100 käitatakse kütusepumpa regulaatori ja pumba ajamivõllilt. Seepärast käib pumba ja regulaatori ajamivõlli tagumises otsas olev hammas pumba nukkvõlli eesmises otsas olevasse soonde.

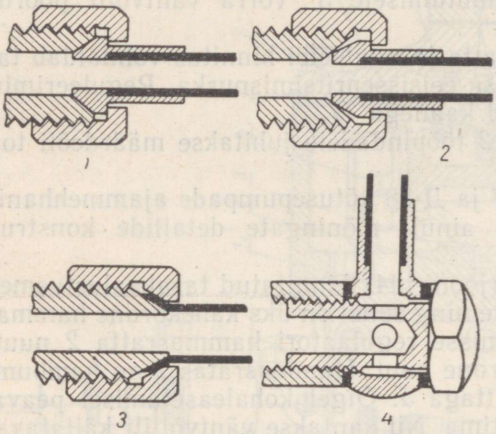


Joon. 144. Diisli Д-20 kütusepumba ajam:
1 — regulaatori võll; *2* — regulaatorivõlli hammasratas; *3* — tasakaalustusmehhanismi vasakpoolne võll; *4* — nuutäärik; *5* — kütusepumba võlli hammasratas; *6* — siirdeäärik; *7* — polt.

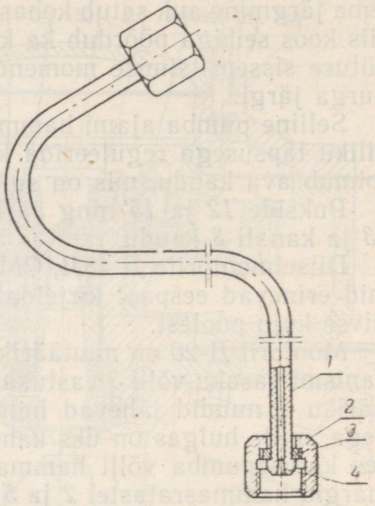
§ 5. Kütusetorud

Kõik toitesüsteemi seadmed on omavahel ühendatud *kütusetorudega*, mis jaotatakse kõrgrõhu- ja madalrõhu-kütusetorudeks.

Madalrõhu-kütusetorud * kujutavad endast vask-, messing- või õhukesi terastorusid, millel on kaitsekate korrosiooni eest. Kui mootor on paigaldatud amortisaatoritele, juhitakse kütus mootorisse spetsiaalse bensiinikindlast kummist vooliku abil.



Joon. 145. Madalrõhu-kütusetorude ühendusviise toiteseadmetega.



Joon. 146. Kõrgrõhu-kütusetoru: *1* — tõmmatud toru; *2* — pealekeeratav nippelmutter; *3* — surverõngas; *4* — koonus.

Kütusetorude ühendamiseks toiteseadmetega kasutatakse üht joonisel 145 näidatud viisidest. Joonisel toodud ühendustes *1* ja *2* on kütusetorul kooniline või sfääriline otsik, mis nippelmutriga surutakse tihedalt vastu stutserit; ühenduses *3* on otsiku asemel toru ots valtsitud laiemaks; ühendus *4* tehakse rõngakujulise otsiku, vaskvahelehtede ja keermetatud poldiga. Kõik need ühendused on keermetuse korrasolekul tugevad ja hermeetilised.

Kõrgrõhu-kütusetorud (joon. 146) on kütuse juhtimiseks pumbast pihustisse. Et kütusetorud oleksid tugevad ning et nende siseruumala ei muutuks kütuse kõrge rõhu toimel, on need tõmmatud terasest, nende torude seina paksus on 2,5—3 mm. Et torusid *1* oleks võimalik tihedalt ühendada pihustite või kütusepumba stutseritega, on nende otste seinad laiendatud koonuse *4* kujulisteks. Enne toru otste laiendamist asetatakse torule terasest surverõngas *3* ja nippelmutter *2*. Surverõngas *3* vähendab toru otsa koonuse aluse pinna kulumist nippelmutri pealekeeramisel.

Kütusetorude lahtivõtmisel tuleb risustumise vältimiseks nende mutritesse keerata spetsiaalsed korgid. Pumbaelementide ja pihustite stutseritele aga keeratakse peale kübarad, mis on traktoriga kaasasolevas tööriistade komplektis.

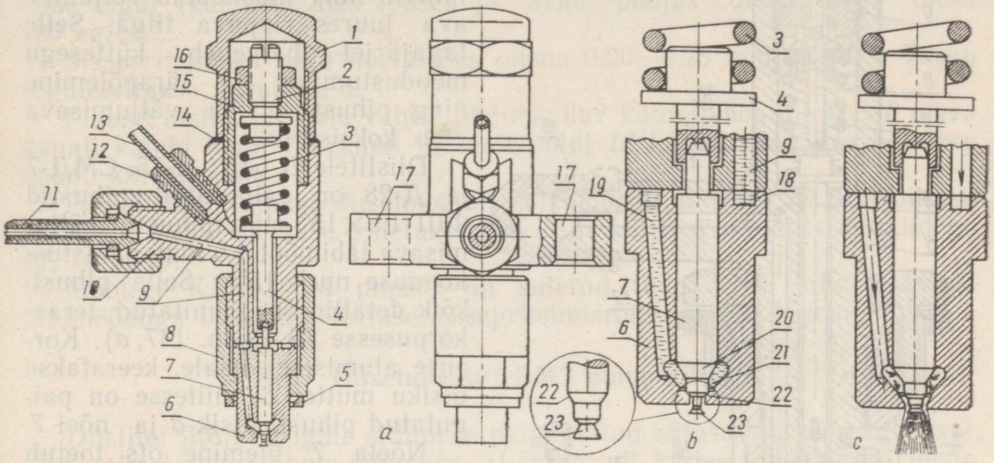
---

* Selles paragrahvis vaadeldakse iga tüüpi mootorite madalrõhu-kütusetorusid.

§ 6. Pihustid

Pihustite ülesandeks on juhtida diiselmootori põlemiskambritesse kütust peeneks pihustatud kujul. Pihustid võivad olla kahte tüüpi: avatud või suletud. Avatud tüüpi pihustid pole laialdast kasutamist leidnud.

Suletuks nimetatakse pihustit, mille siseruum lahutatakse kütuse sissepritsimismomentide vaheajal silindri põlemiskambrist spetsiaalse sulgnõelaga *7* (joon. 147, *a*), mis on koormatud tugeva vedruga *3*.



Joon. 147. Hüdrauliliselt juhitava nõelaga suletud tüüpi pihusti (mudel ФШ 1,5×15°).

a — pihusti konstruktsioon; *b* — nõela asend pihusti otsikus enne kütuse pritsimist; *c* — nõela asend pihusti otsikus kütuse pritsimisel; *1* — kübarmutter; *2* — reguleerimiskruvi; *3* — vedru; *4* — varras; *5* — vaheleht; *6* — pihusti otsik; *7* — sulgnõel; *8* — pihusti otsiku mutter; *9* — korpuse kanalid; *10* — korpus; *11* — kütusetoru, *12* — stutser; *13* — äravoolutoru; *14* — vaheleht; *15* — mutter; *16* — kontramutter; *17* — ava äärikus pihusti kinnitamiseks; *18* — ringsoon; *19* — kanal; *20* — nõela jämendatud osa koonuspind; *21* — ruum pihusti otsikus; *22* — sulgkoonus; *23* — nõela tihvt.

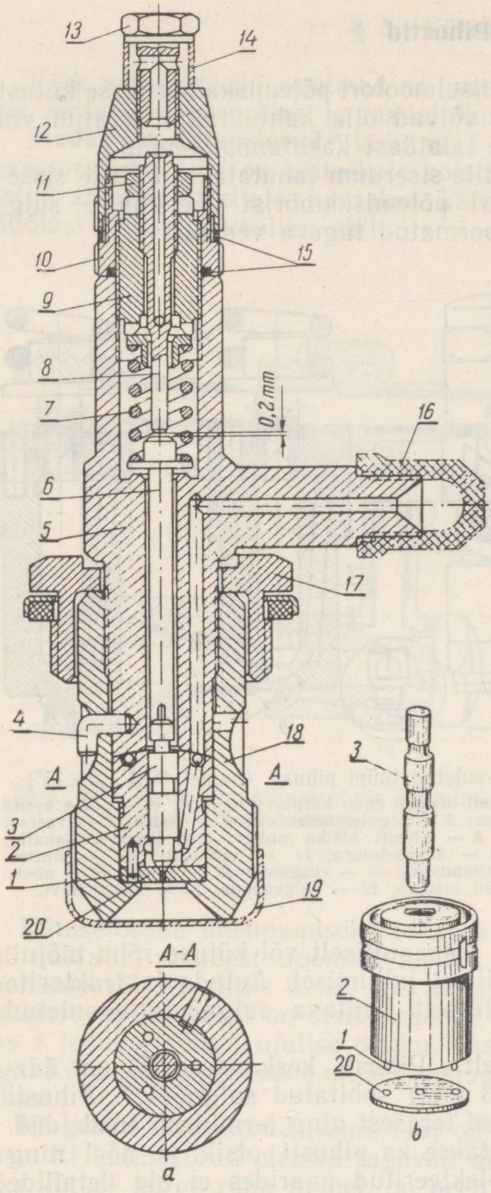
Sulgnõela avamine võib toimuda mehaaniliselt või kütuse rõhu mõjul. Viimasel juhul töötab nõel hüdraulilisel juhtimisel. Autode ja traktorite diiselmootorites kasutatakse hüdraulililselt juhitava sulgnõelaga suletud tüüpi pihusteid.

Suletud pihusti töötab järgmiselt. Pihusti keskavasse *6* on äärmiselt väikese lõtkuga (0,002—0,003 mm) sobitatud sulgnõel *7*. Pihusti otsik ja nõel on valmistatud legeeritud terasest ning termiliselt töödeldud. Samuti nagu plunžripaarid viimistletakse ka pihusti otsik ja nõel ning sobitatakse kokku paaridena. Komplekteeritud paarides ei ole detailide asendamine ekspluatatsioonis lubatud.

Vedru *3* (joon. 147, *b*) toimel on nõela *7* sulgkoonus *22* tihedalt surutud pihusti otsiku koonilisse pessa. Nõela alumine ots — tihvt *23* — ulatub pihusti otsiku avast välja. Tihvti koonilisus on suunatud vastupidi sulgkoonusele *22*. Niisuguseid pihusteid nimetatakse *tihvtpihustiteks*.

Pumbast läheb kütus korpuse kanali *9*, ringsoonde *18* ja kanali *19* kaudu ruumi *21*. Et pihusti otsiku pihustusava on nõelaga suletud, sest seda surub pesale vedru *3*, siis ruumis *21* rõhk suureneb ning mõjub ühtlasi nõela koonilisele pinnale *20*.

Kui kütuse rõhk nõelale ületab vedru surve, liigub nõel üles (joon. 147, *c*) ja laseb kütust kitsa pilu kaudu pihusti otsiku väljumisava ja nõela tihvti *23* vahelt tungida põlemiskambrisse. Kõrge rõhu all kitsast pilu läbides omandab kütus suure kiiruse ja ta pihustatakse ülipeenteks piisakesteks. Vastupidise koonuse kujuline tihvt annab kütusejoale koonuse kuju, mis soodustab põlemiskambris kütuse segunemist õhuga.



Joon. 148. Diisli КДМ-100 suletud tihvtita pihusti:

a — pihusti lõikes; *b* — pihusti otsiku detailid; *1* — seadetihvt; *2* — pihusti otsik; *3* — pihusti nõel; *4* — mutri lukusti; *5* — pihusti korpus; *6* — varras; *7* — vedru; *8* — nõela tõusu piiraja; *9* — reguleerimiskruvi; *10* — siirdemutter; *11* — mutter; *12* — kuppel; *13* — äravoolutoru ühenduspolt; *14* — kaitsepuks; *15* — tihendvahelehed; *16* — kaitsekuplike; *17* — pihusti kinnitusmutter; *18* — survemutter; *19* — kaitsekuppel; *20* — pihusti otsiku põhi.

Niipea kui pump kütuse etteandmise pihustisse katkestab, langeb rõhk ruumis *21* ning vedru surub nõela koonuse *22* pessa, sulgedes seega pihusti otsiku väljumisava. Kütuse sissepritsimine peab lõppema (katkema) järsult, sest vastasel korral jääb sissepritsimise lõpul osa kütust pihustamata ning moodustab väljumisava juures rippuva tilga. Selle tagajärjel halveneb küttesegu moodustumine ja ärapõlemine ning pihusti otsiku väljumisava võib koksistuda.

Diislitele Д-54А, Д-75, СМД-7 ja Д-28 on paigutatud pihustid ФШ 1,5×15° (tihvtpihusti, väljumisava läbimõõt 1,5 mm, pihustuskoonuse nurk 15°). Selle pihusti kõik detailid on kinnitatud teraskorpusesse *10* (joon. 147, *a*). Korpuse alumisele otsale keeratakse otsiku mutter *8*, millesse on paigutatud pihusti otsik *6* ja nõel *7*.

Nõela *7* ülemine ots toetub varda pesa põhja. Vedru *3* alumine ots toetub varda *4* taldrikule, ülemine aga reguleerimiskruvi *2* taldrikule. Reguleerimiskruvi on keeratud pihusti korpusele keermega kinnitatud mutrisse *15*. Reguleerimiskruvi lahtipöördumist takistab kontramutter *16*. Vedru pingutamine (pihusti reguleerimine) toimub kruviga *2* sellise arvestusega, et rõhk sissepritsimise algul (momendil, kui nõel eemaldub pesalt) oleks 125—130 kg/cm². Nõela tõus on 0,35—0,40 mm ja seda piirab nõela jämendatud osa sattumine pihusti korpuse otsa vastu. Reguleerimiskruvi kaetakse kübarmutriga *1*, mis keeratakse mutrisse *15*.

Et ära juhtida kütust, mis tungib pihusti otsiku ja nõela vahelt läbi, on korpuse *10* ülemisse ossa keeratud stutser *12* koos toruga *13*.

Pihusti kinnitatakse plokikaanele kahe tikkpoldiga, mis käivad pihusti äärikus olevatesse aukudesse *17*. Tarviliku tihenduse saavutamiseks asetatakse pihusti otsiku mutri *8* alla vaskvaheleht *5*. Pihusti kinnitusmutrid tuleb ühtlaselt kinni pingutada.

Mootorite Д-48Л, Д-30, Д-20 ja Д-16 pihustid erinevad eespool kirjeldatust peamiselt tihvti *23* pihustuskoonuse nurga suuruse poolest.

Diislil КДМ-100 on suletud, ühe avaga tihvtita pihusti. See koosneb korpusest *5* (joon. 148), mille vastu on pealekeeratava mutriga *18* surutud pihusti otsik *2* koos põhjaga *20*. Mutter *18* on tõkestatud, korpusele lukustiga *4*. Põhi fikseeritakse pihusti otsiku suhtes kahe seadetihvtiga *1*. Põhja keskel on 0,64 mm läbimõõduga pihustusava. Pihusti nõel *3* on tihvtita, mistõttu niisugust pihustit nimetatakse *tihvtita pihustiks*. Vedru *7* survel surutakse varda *6* kaudu pihusti nõel tihedalt vastu selle põhjas *20* olevat pihustusava, mis viimase sulgeb. Vedru survet nõelale on võimalik muuta reguleerimiskruviga *9*. Vedru pingutatakse nii, et kütuse rõhk sissepritsimise algul (kui nõel üles tõuseb ja avab põhjas oleva ava) oleks 130 kg/cm^2.

Sissepritsimisel peab nõela tõus olema 0,20—0,25 mm piirides. Tõusu reguleeritakse piirajaga *8*.

Pihusti otsiku ja nõela vahelt läbiimenduv kütus läheb piirajas *8* oleva kanali kaudu kupli *12* ruumi ja sealt poldi *13* kanali ning äravoolutoru kaudu kütusepaaki.

Pihusti kinnitatakse diiselmootori eelkambrile mutriga *17*. Kui pihusti mootorilt maha võetakse, suletakse kõik selle kütuseavad kaitsedetailidega *14*, *16* ja *19*.

Mootori КДМ-100М pihusti on suletud tüüpi, viie pihustusavaga läbimõõduga 0,35 mm. Kütuse sissepritsimisrõhk on 200 kg/cm^2.

§ 7. Diiselmootori ЯМЗ pump-pihusti

Diislitel ЯМЗ on igale silindrile paigaldatud kütuse andmise agregaat, mida nimetatakse *pump-pihustiks* (Leningradi karburaatoritehase toode, seeria «60», «70», ja «80», mudelid АР-20, АР-20А2 jt.). Selles agregaadis on ühendatud kütust etteandev ja doseeriv kõrgrõhupump ning avatud tüüpi pihusti.

Kõrgrõhu-kütusetoru puudumine pump-pihustil soodustab kütuse sissepritsimist ja järelikult parandab kütuse põlemist diislis.

Kõik pump-pihusti 60-АР-20 detailid on monteeritud korpusesse *12* (joon. 149). Korpuse *12* alumisele osale on pingutusmutri *10* abil kinnitatud järgmised detailid: hülss *25*, kuhu on paigutatud plunžer *24*; plaatklapiga *6* pesa *7*; tagasilöögiklapiga *4* pesa *5*; pihusti otsik *2*, mille sees on tugi *28*; vedru *3*.

Hülsil on kaks ava: ülemine *8* ja alumine *27*, mille kaudu hülsi siseruum perioodiliselt ühendatakse ringruumiga *26*. Plunžri *24* allosas on ringruum, mille piireteks on kaks kruvijoonelist serva *29* ja *30*. Plunžri ringruum on hülsi plunžrialuse ruumiga ühendatud diametraalkanali *31* ja telgkanali *32* kaudu.

Plunžri ülemine ots on ühendatud tõukuri *18* puksi *16* ja tihvti *19* abil. Tõukurit koos plunžriga surub üles vedru *17*. Puksi *16* pikisoonde ulatuv tihvt *15* takistab puksi väljalangemist ning pöördumist. Plunžri keskosa lamendusele on paigaldatud hammasratas *11*, mis on hambumises hammaslatiga *22*.

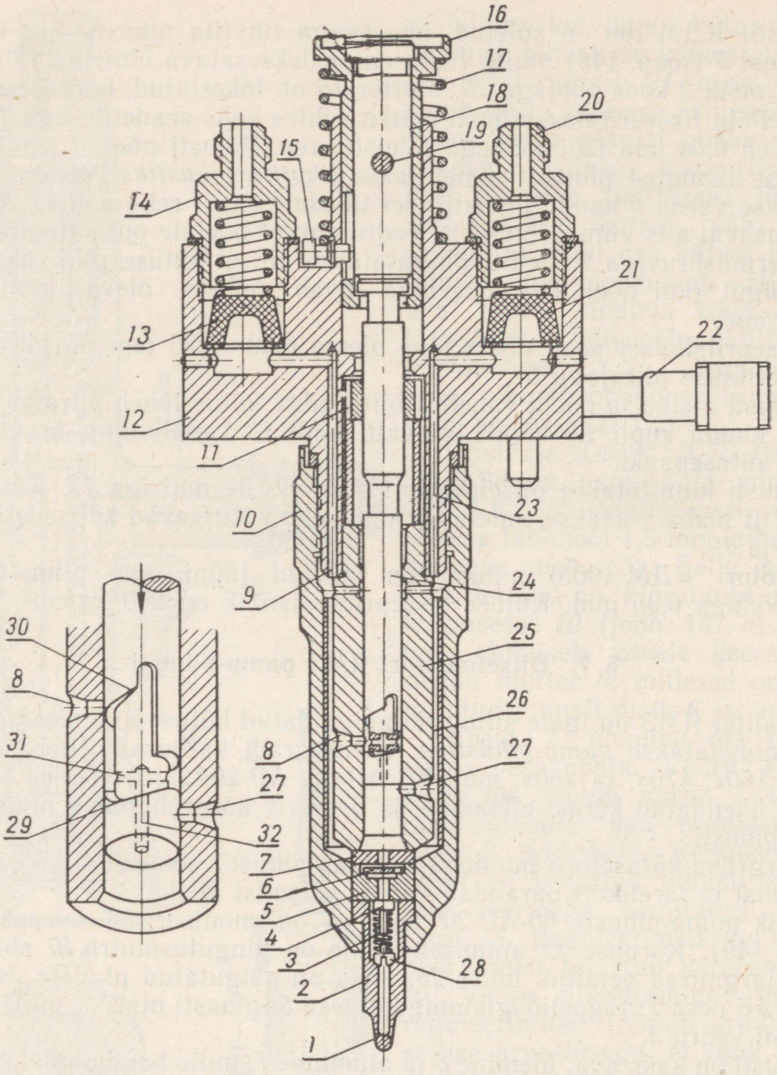
Avatud pihusti otsikul *2* on kuus 0,15 mm läbimõõduga ava.

Etteandepumba survel läheb kütus etteandetoru, stutseri *20*, filtreeriva elemendi *21* ja kanali *23* kaudu ringruumi *26*. Liigne kütus aga voolab kanali *9*, filtreeriva elemendi *13* *, stutseri *14* ja äravoolutoru kaudu tagasi kütusepaaki.

Kui tõukuri *18* vedru *17* tõstab plunžri üles, täitub hülsi plunžrialune ruum kütusega, mis tuleb ringruumist *26* hülsi ülemise ava *8*, ringsoone ja kanalite *31* ja *32* ning vahetult hülsi alumise ava *27* kaudu.

---

* Filtreerivad elemendid *21* ja *13* on valmistatud 0,3—0,4 mm läbimõõduga valgevaskkuulikestest, mis on omavahel kokkupuutekohtadest kokku keevitatud.



Joon. 149. Diisli ЯМЗ pump-pihusti Ленкарз-60-АР-20:

1 — pihustusava; *2* — pihusti otsik; *3* — vedru; *4* — tagasilöögiklapp; *5* — klapipesa; *6* — plaatklapp; *7* — klapipesa; *8* — hülsi ülemine ava; *9* ja *23* — kanalid; *10* — pingutusmutter; *11* — hammasratas; *12* — korpus; *13* ja *21* — filtreerivad elemendid; *14* ja *20* — stutserid; *15* — tihvt; *16* — juhtpuks; *17* — vedru; *18* — tõukur; *19* — tikkpolt; *22* — hammaslatt; *24* — plunžer; *25* — hülss; *26* — ringruum; *27* — hülsi alumine ava; *28* — tugi; *29* — alumine kruvijooneline serv; *30* — ülemine kruvijooneline serv; *31* — diametraalne kanal; *32* — telgkanal.

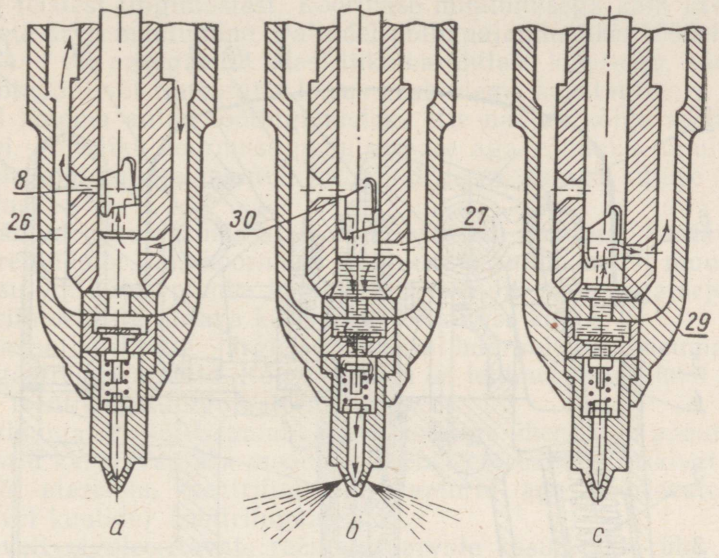
Plunžri allaliikumisel surutakse osa kütust plunžrialusest ruumist hülsi ava *8* kaudu tagasi ringruumi *26* (joon. 150,*a*).

Niipea kui ülemine kruvijooneline serv *30* suleb hülsi ava *8* (joon. 150,*b*), avatakse plaatklapist *6* mööduva kütuse survel tagasilöögiklapp *4* ning algab kütuse sissepritsimine silindri põlemiskambrisse. Plunžri edasisel allaliikumisel avab alumine kruvijooneline serv *29* ava *27* (joon. 150,*c*), kütuse sissepritsimine katkeb ning kütus voolab hülsi plunžrialusest ruumist ringruumi *26*. Sel viisil reguleeritakse plunžri ülemise kruvijoonelise serva asendiga kütuse sissepritsimise algmomenti, alumise serva asendiga aga sissepritsimise lõppu.

Tagasilöögiklapp kindlustab kütuse sissepritsimise järsu katkestamise

(äralõikamise), plaatklapp aga takistab gaaside tungimist põlemiskambrist pump-pihustisse, juhul kui tagasilöögiklapp on ebatihe.

Sissepritsitava kütuse kogust ja sissepritsimise alg- ning lõppmomenti reguleeritakse plunžri pööramisega hammaslati *22* (joon. 149) ja hammasratta *11* abil. Sellega muudetakse kruvijooneliste servade asendeid hülsi avade suhtes. Kui hammaslatti lükata rohkem korpuse sisse, suureneb sissepritsitava kütuse kogus, väljapoole nihutades aga väheneb.

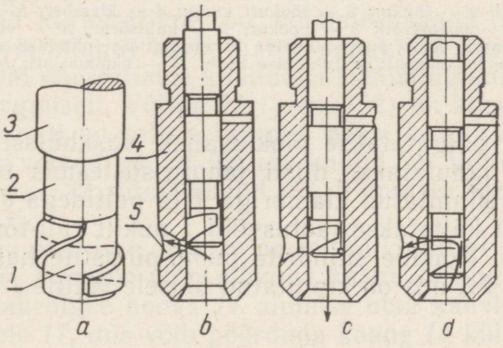


Joon. 150. Pump-pihusti 60-AP-20 töötamise skeem (tähistused samad mis joonisel 149).

Kui hammaslatt on täiesti välja nihutatud, siis kütust sisse ei pritsita ning mootor seiskub.

Kui sissepritsitava kütuse kogust suurendada, nihkub sissepritsimise algmoment varasemaks, sissepritsimise lõpp aga hilisemaks, järelikult — kütuse sissepritsimise kestus suureneb.

Kütuse peene pihustamise tagab suur sissepritsimisrõhk, mis mootori pöörlemiskiirusel 2000 p/min ulatub kuni 1400 kg/cm², ning pihusti otsiku



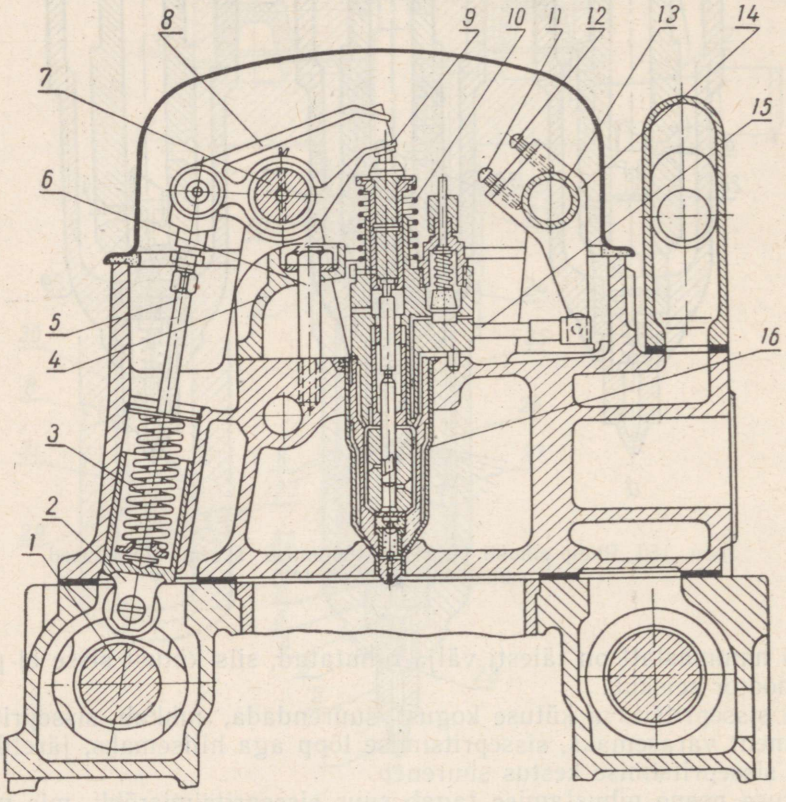
Joon. 151. Pump-pihusti 60-AP-20A2 töötamise skeem:

a — plunžri alumine osa; *1* — kaldsisselõige; *2* — ringsüvend; *3* — plunžer; *b* — kütuse möödavool enne sissepritsimise algust; *4* — hülss; *5* — ava hülsis; *c* — kütuse sissepritsimine; *d* — kütuse möödavool pärast sissepritsimise lõppemist.

2 avade *1* väike ristlõige. Mootori väikestel pööretel sissepritsimisrõhk langeb ning kütuse pihustamine pump-pihustist halveneb, mistõttu mootori töötamine sellisel režiimil ei ole soovitatav.

Pump-pihustil 60-AP-20A (joon. 151), on erinevalt pihustist 60-AP-20, plunžer ilma kanaliteta ja teistsuguse kujuga kruvijooneliste servadega.

Seeriatesse «70» ja «80» kuuluvatel pump-pihustitel, on võrreldes pump-pihustitega seeriast «60», ühe plunžri käiguga etteantava kütuse hulk suurem.



Joon. 151A. Pump-pihusti ajam:

1 — jaotusvõll; *2* — tõukur; *3* — tõukuri vedru; *4* — klamber; *5* — tõukuri varras; *6* — polt; *7* — nookurivõll; *8* — nookur; *9* — kuulsõrm; *10* — vedru; *11* ja *12* — reguleerimiskruvid; *13* — pump-pihustite hammaslattide juhtimise võll; *14* — pump-pihustite hammaslattide juhtimise hoob; *15* — hammaslatt; *16* — hülss.

Pump-pihusti paigutatakse plokikaanele vaskhülssi *16* (joon. 151, *A*), mille välisseinu jahutatakse diisli jahutussüsteemis tsirkuleeriva veega. Pump-pihusti on kinnitatud klambriga *4* ja poltidega *6*.

Pump-pihustit käitatakse jaotusvõlli *1* nukilt rull-tõukuri *2*, varda *5* ja nookuri *8* kaudu. Kõikide silindrite pump-pihustite hammaslatte *15* juhitakse hoobadega *14*, mis on kinnitatud ühisele võllile *13*.

TRAKTORIMOOTORITE PÖÖRETE REGULAATORID

§ 1. Regulaatorite ülesanne ja klassifikatsioon

Traktorite ja autode mootorid peavad sageli töötama väga muutlikul koormusel, mis sõltub maapinna reljeefist, mulla omadustest ja seisukorrast ning teistest tingimustest. Koormuse muutumisega käib kaasas mootori pöörete arvu muutumine. Paljudel põllumajanduslikel töödel aga peavad masinad või agregaadid edasi liikuma ühtlase kiirusega, samuti mootori jõuvõtuvõlli või rihmaratta kiirus peab olema konstantne, s. o. mootor peab alal hoidma antud töötingimusteks ette nähtud kõige soodsama kiirusrežiimi. Muutliku koormuse puhul on see aga võimalik ainult siis, kui üheaegselt koormusega muutub ka silindritesse antava kütuse või küttesegu kogus.

Ettenähtud kiirusrežiimi alalhoidmiseks on mootoril vastav mehhanism — regulaator, mis koormuse muutumisel automaatselt muudab seguklapi seisu või kütusepumba hammaslati asendit, selle tagajärjel muutub mootori silindritesse antava küttesegu või kütuse kogus.

Töötamise põhimõtte järgi eristatakse hüdraulilisi, pneumaatilisi ja tsentrifugaalregulaatoreid. Kõige rohkem on leidnud kasutamist pneumaatilised ja tsentrifugaalregulaatorid.

Seguklapiga või kütusepumba hammaslatiga ühendatud pneumaatilised regulaatorid kasutavad ära mootori sisselasketorustikus tekkivat õhuvoolu survet või alarõhku, tsentrifugaalregulaatorid aga pöörlevate masside (vihtide või kuulide) tsentrifugaaljõudu.

Vastavalt reguleeritavate režiimide arvule kasutatakse ühe-, kahe- ja kõigirežiimseid regulaatoreid.

Karburaatormootoritel ЗИЛ-164 ja ГАЗ-51А kasutatakse üherežiimseid pneumaatilisi regulaatoreid — maksimaalpöörete arvu piirajaid (vt. XI ptk., § 7), karburaatoritega käivitusmootoritel ПД-10М ja П-46 — üherežiimseid tsentrifugaalregulaatoreid, auto diiselmootoritel ЯМЗ — kaherežiimseid tsentrifugaalregulaatoreid *, traktorite diiselmootoritel — kõigirežiimseid tsentrifugaalregulaatoreid.

§ 2. Üherežiimsed regulaatorid

Üherežiimne regulaator hoiab mootori töötamisel ainult üht kiirusrežiimi, millele regulaator on eelnevalt seatud.

Kõiki ülejäänud kiirusrežiime on võimalik saada ainult hoova või pedaali abil (käe või jalaga) karburaatori seguklapi seisu muutmisega.

Mootori ПД-10М üherežiimne kuulidega tsentrifugaalregulaator on ehitatud ja töötab järgmiselt. Võllile *21* (joon. 152) on kinnitatud ajamihammasratas *26* ja samuti on sellele keermel peale keeratud vedav ketas *25*, mille väljalõigetes võivad vabalt liikuda kuulid *23*. Võlli eesmisele otsale vabalt asetatud ketas *22* surub kuulid *23* liikumatu ketta *24* tugipinna vastu.

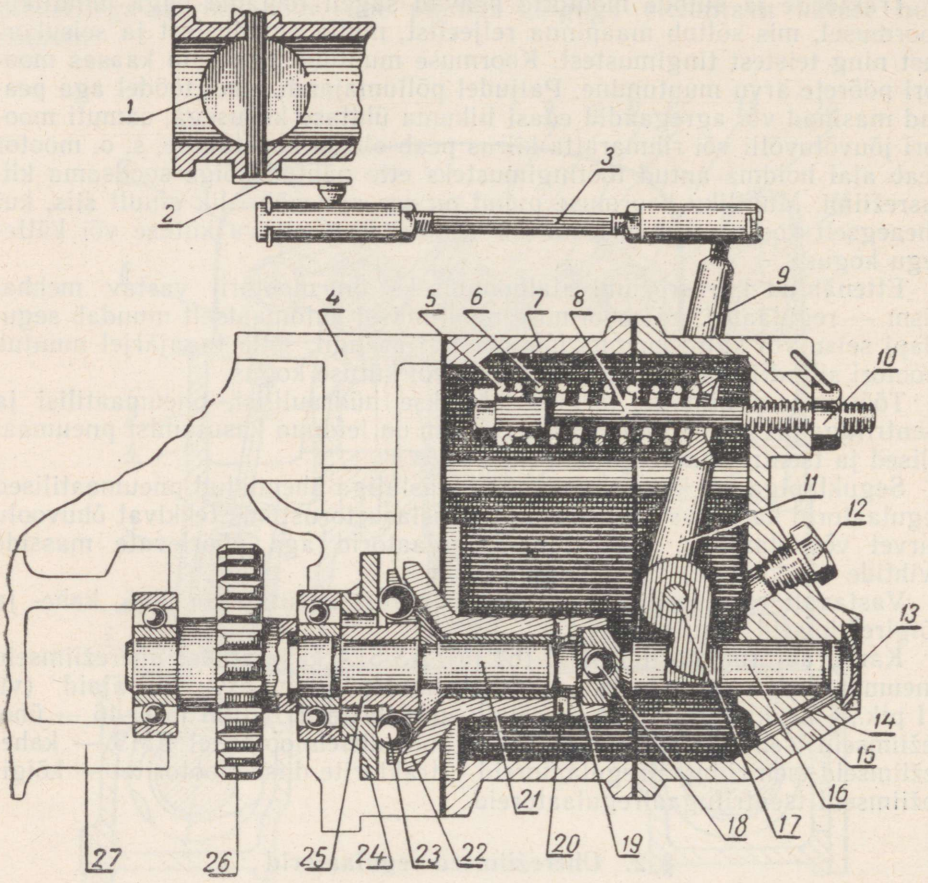
Ketta *22* rummu eesmisse otsa on pressitud kuultugi *18*, mis on kokkupuutes sõrmega *16*. Viimane võib nihkuda kaane *15* augus. Sõrme lamendustesse käivad kaheõlgse hoova *11* alumise otsa kahvli harud. Hoob *11* on kinnitatud teljele *17*, mis võib pöörduda kaane *15* külgseintesse pressitud puksides.

---

* Diislite ЯМЗ kaherežiimne regulaator piirab maksimaalpöörete arvu (mitte üle 1950—2050 p/min) ja hoiab tühikäigul töötamisel mootori pöörded minimaalsed (400—500 p/min).

Hoovas *11* on ava, mida läbib reguleerimispolt *8*, millel on vedru *6*. Viimase üks ots toetub puksile *5*, teine aga hoovas olevasse süvendisse. Reguleerimiskruvi *8* seis fikseeritakse kontramutriga *10*.

Telje *17* väljaulatuvale otsale on kinnitatud välimine hoob *9*, mis varda *3* kaudu on sidestatud karburaatori seguklapi *1* hoovaga *2*. Regulaatorit õlitatakse korgiga *12* suletud ava kaudu.



Joon. 152. Käivitusmootori ПД-10М üherežiimne kuulidega tsentrifugaalregulaator:
1 — seguklapp; *2* — kaasavedajaga hoob; *3* — varras; *4* — vaheplaat; *5* — vedrupuks; *6* — vedru; *7* — regulaatori korpus; *8* — reguleerimiskruvi; *9* — regulaatori välimine hoob; *10* — reguleerimiskruvi kontramutter; *11* — kaheõlgne hoob; *12* — kork; *13* — kaas; *14* — kaldkanal regulaatori kaanes; *15* — regulaatori kaas; *16* — sõrm; *17* — regulaatori hoobade telg; *18* — kuultugi; *19* — seib; *20* — ava rummus; *21* — regulaatori võll; *22* — liikuv ketas; *23* — kuulid; *24* — tugiketas; *25* — vedav ketas; *26* — regulaatori ajami hammasratas; *27* — karteri eesmine pool.

Mootori töötamisel antakse väntvõllilt pöörlemine jaotushammasrataste kaudu regulaatori võllile *21*. Koos viimasega pöörleb vedav ketas *25* ning kuulid *23*. Tsentrifugaaljõu mõjul hakkavad kuulid võllist eemalduma, nihkudes liikuva ketta *22* kaldpinda mööda, püüdes seda ettepoole nihutada. Sellele avaldab aga vastumõju vedru *6* kaheõlgse hoova *11* kaudu, sest vedru püüab ketast *22* nihutada vastupidises suunas.

Kui mootori koormus väheneb, suureneb väntvõlli ja järelikult ka võlli *21* pöörlemiskiirus. Tsentrifugaaljõu suurenemise tagajärjel kasvab aga kuulide eemaldumisjõud ja vastavalt ka nende survejõud liikuvale kettale. Viimane nihkub ettepoole ja, mõjudes kuultoe *18* kaudu sõrmele *16*, pöörab hooba *11* koos teljega *17*. Seejuures surub hoova *11* pikem õlg vedru *6* kokku.

Koos teljega *17* pöördub hoob *9*, mis šarniirse varda *3* ja hoova *2* kaudu lükkab seguklapi *1* koomale ning vähendab seega mootori silindritesse minevat küttesegu kogust. Seetõttu koormuse vähenemisel mootori pöörlemiskiirus esialgu märgatavalt ei suurene.

Kui mootori koormus suureneb, langeb mõnevõrra väntvõlli pöörlemiskiirus. Seejuures eemalduvad regulaatori kuulid vähem ja nende surve liikuvale kettale on väiksem. Vedru toimel nihkub ketas tagasi, hoob *9* pöördub ning avab rohkem seguklappi. Seega suureneb silindrisse antava küttesegu hulk ning mootori esialgne pöörlemiskiirus esialgu ei vähene.

Kui mootor töötab regulaatoril koormuseta (tühikäigul), suureneb mõnevõrra pöörete arv (8—10% võrra). Seda pöörete arvu nimetatakse *tühikäigu maksimaalseks pöörete arvuks.*

Regulaatoriga hoitav mootori pöörete arv sõltub vedru *6* pingusest. Seega võib muuta regulaatori poolt hoitavat pöörete arvu vedru pingust kruviga *8* reguleerides.

§ 3. Kõigirežiimsed regulaatorid

Kõigirežiimsed regulaatorid kindlustavad mootori stabiilse töötamise igasugustel kiirusrežiimidel — alates ettenähtud nominaalpöörlemiskiirusest kuni tühikäigu aeglaste pööreteni.

Mootorite varustamine kõigirežiimsete regulaatoritega loob võimalused:

1) traktoriagregaadi juhtimistingimuste parandamiseks, sest mootori kiirust ja võimsust saab kergesti ja kiiresti muuta;

2) suurendada traktoriagregaadi tootlikkust seisuaegade lühenemise arvel, mis olid tingitud käikude ümberlülitamisest manööverdamisel;

3) parandada traktoriagregaadi säilivust sellega, et väiksema kiirusega on võimalik teha pöördeid, sõita üle takistuste ja ette anda traktorit tagurpidi käigul;

4) traktoriga töötamisel mittetäielikul koormusel vähendada kütuse kulu.

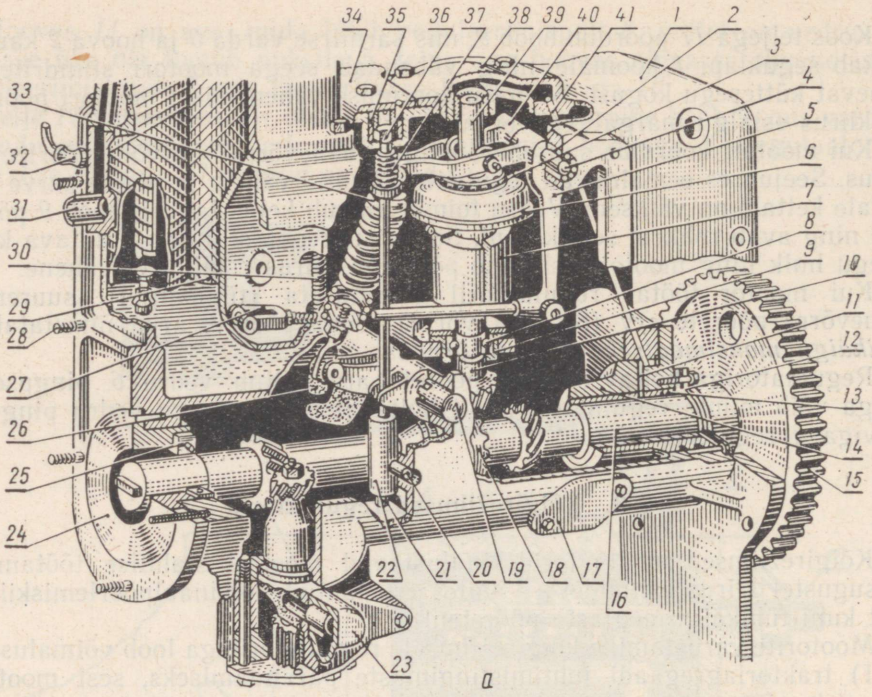
Viimane saavutatakse sellega, et traktor lülitatakse tööle kõrgemal käigul, kusjuures tarviliku liikumiskiiruse saamiseks vähendatakse mootori pöörete arvu. Et seejuures mootori võimsus ei muutu, mootor aga töötab väiksema pöörete arvuga, siis kütuse tunnikulu väheneb.

Diiselmootori КДМ-100 regulaator. Kõik regulaatori detailid on paigutatud korpusesse *1* (joon. 153). Regulaatori ajamivõll *16* käitab koonushammasrataste paari *10* ja *18* kaudu vertikaalvõlli *39*. Viimase kõrvadesse on šarniirselt kinnitatud kaks vihti *7*, nende soontesse aga raskused *42*. Viimased toetuvad vastu liikuvat muhvi *6*, mille peale on paigutatud tugikuullaager *3*. Laagri *3* ülemisele rõngale toetub rulli *43* kaudu Г-kujuline kaheõlgne hoob *5* ja üheõlgne hoob *40*. Need hoovad on asetatud ülemisele võllile *4*, mis pöörleb kahel nõellaagril *2*.

Hoova *5* vertikaalne õlg on varda *27* kaudu ühendatud kütusepumba hammaslati vardaga, hoova *5* horisontaalne õlg ja üheõlgne hoob *40* on aga sõrme *44* ja otsiku *45* kaudu ühendatud vedruga *33*. Vedru teine ots on reguleerimispoldi *46* otsiku abil ühendatud kolmeõlgse hoova *47* keskmise õlaga. Kolmeõlgne hoob on paigutatud võlli *19* nuutidele.

Hoob *47* on hoova *48* ja varraste süsteemi kaudu ühendatud kütuse etteandmise juhtimise hoovaga *49*. Hoova *47* õlad *d* ja *g* on diisli maksimaal- ja minimaalpöörete arvu piirajaiks. Õla *d* alla on asetatud maksimaalpöörete piiraja *22*, õla *g* alla aga minimaalpöörete piiraja *26*.

Piiraja *22* asetseb juhttihvtil *21* ning kujutab endast reguleerimispoldi *36* mutrit. Et piiraja *22* ei pöörduks, on see fikseeritud tihvtiga *20*. Polti *36* tõmbab alla vedru *37*. Poldi *36* peale on paigutatud puks *35*, mille abil polti pööratakse ja fikseeritakse.



Joon. 153. Diisli КДМ-100 kõigirežiimne regulaator:

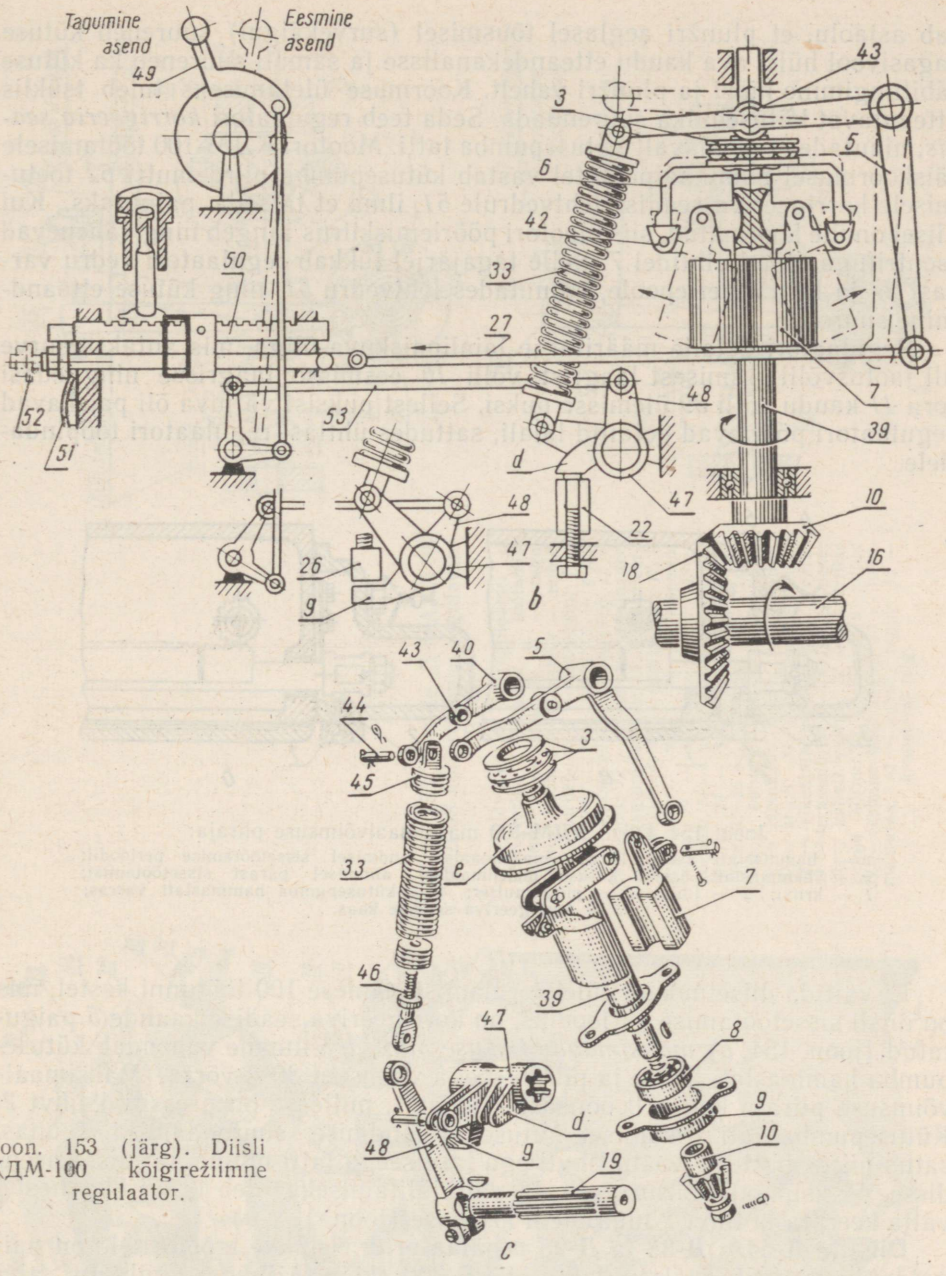
a — regulaator kokkupanduna; *b* — regulaatori skeem; *c* — regulaatori detailid; *1* — korpus; *2* — nõellaager; *3* — tugikuullaager; *4* — ülemine võll; *5* — kaheõlgne hoob; *6* — liikuv muhv; *7* — vihid; *8* — kuullaager; *9* — vertikaalvõlli kuullaagri kere; *10* — veetav hammasratas; *11* — õlikanal; *12* — tugiketas; *13* — puks; *14* ja *24* — ajamivõlli laagrite korpused; *15* — pumba ja regulaatori ajami hammasratas; *16* — pumba ja regulaatori ajamivõll; *17* — kaas; *18* — vedav hammasratas; *19* — alumine horisontaalvõll; *20* — tihvt; *21* — juhttihvt; *22* — maksimaalpöörete piiraja; *23* — etteandepump; *25* — isesuruv tihend; *26* — minimaalpöörete piiraja; *27* — varras; *28* — tikkpolt; *29* — filtreeriv element; *30* — minimaalpöörete reguleerimispoldi vedru; *31* — ühendusrõngas; *32* — manomeetri toru; *33* — regulaatori vedru; *34* — reguleerimispoltide luuk; *35* — reguleerimispoldi puks; *36* — maksimaalpöörete reguleerimise polt; *37* — maksimaalpöörete reguleerimispoldi vedru; *38* — ülemine kaas; *39* — vertikaalvõll; *40* — üheõlgne hoob; *41* — vertikaalvõlli puksi õlitoru; *42* — raskus; *43* — rull; *44* — vedru otsiku sõrm; *45* — vedru otsik; *46* — regulaatori vedru reguleerimise polt; *47* — kolmeõlgne hoob; *48* — regulaatori väline hoob; *49* — kütusehoob; *50* — kütusepumba hammaslatt; *51* — lehtvedru; *52* — piirdemutter; *53* — varras.

Piiraja *26* kujutab endast mutrit reguleerimispoldil, millele on asetatud vedru *30*. Samasuguse ehitusega on ka piiraja *22*.

Regulaator töötab järgmiselt. Koormuse vähenemisel ja mootori pöörlemiskiiruse kasvamisel suurenevad ka tsentrifugaaljõud ning vihid *7* lähevad laiali (joonisel 153, *b* näidatud punktiiriga), kusjuures nende raskused *42*, ületades vedru *33* vastupanu, tõstavad muhvi *6* üles. Üles nihkudes pöörab muhv rulli *43* kaudu hooba *5*, mis omakorda varda *27* kaudu lükkab kütusepumba latti *50* kütuse sissepritsimise vähendamise suunas. Seejuures mootori võimsus väheneb ning väntvõlli pöörlemiskiirus langeb ettenähtud pöörete arvuni.

Juhul kui koormuse suurenemisel antud kiirusrežiimil pöörete arv langeb, ületab vedru *33* vihtide *7* tsentrifugaaljõu ning pöörab hooba *5* vastupidises suunas, mille tagajärjel kütuse etteandmine suureneb, diisli võimsus taastub ning pöörete arv tõuseb ettenähtuni. Kui kütuse etteandehoob *49* hoida ühes kindlas asendis, töötab regulaator üherežiimsena ning hoiab mootoril ettenähtud pöörete arvu.

Hoova *49* asendi muutmisel muutub ka vedru *33* pingus, mistõttu vihtide *7* tsentrifugaaljõud peavad olema muhvi *6* nihutamiseks teistsuguse suurusega. Järelikult hoova *49* igas uues asendis tuleb regulaatoril hoida diisel uuel, hoovaga seatud pöörlemiskiirusel, s. o. regulaator töötab kõigi-



Joon. 153 (järg). Diisli КДМ-100 kõigirežiimne regulaator.

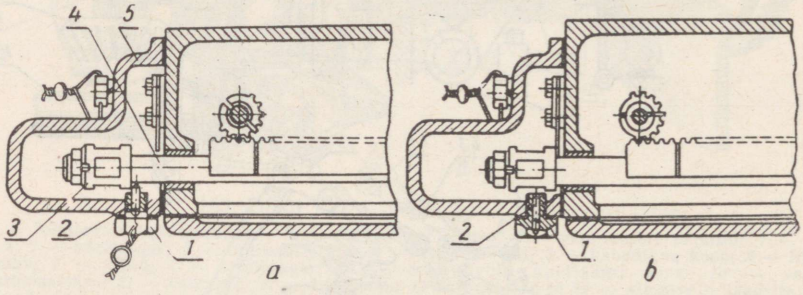
režiimsena. Kui hooba *49* asetada ettepoole, vedru pingus väheneb, tahapoole asetamisel aga suureneb. Vedru pingutuse tõkestajateks on piirajad *22* ja *26*, mis tõkestavad hoova *47* õlgade *d* ja *g* liikumist. Tähendatud piirides on võimalik vedru pingust seada, kusjuures igale seatud seisule vastab teatud kindel mootori pöörlemiskiirus.

Piiraja *22* piirab diisli maksimaalpöördeid täiskoormusel (1050 p/min) ja tühikäigul (1150 p/min), tõkesti *26* aga tühikäigu minimaalpöördeid (500 p/min), millel mootor veel stabiilselt töötab.

Kui diisli võimsusest ei piisa väliskoormuse ületamiseks, siis hakkab pöörete arv langema ja väheneb tsüklis etteantav kütusehulk. Seda põhjus-

tab asjaolu, et plunžri aeglasel tõusmisel (survekäigul) suureneb kütuse tagasivool hülsi ava kaudu etteandekanalisse ja samuti suureneb ka kütuse läbitungimine hülsi ja plunžri vahelt. Koormuse ületamiseks tuleb tsüklis etteantavat kütusehulka suurendada. Seda teeb regulaatori *korrigeeriv seadis*, nihutades täiendavalt kütusepumba latti. Mootori КДМ-100 töötamisele täiskoormusel nominaalpööretel vastab kütusepumba piirdemutri *52* toetumisele korrigeeriva seadise lehtvedrule *51*, ilma et ta seda painutaks. Kui diisel on üle koormatud, siis mootori pöörlemiskiirus langeb ning vähenevad tsentrifugaaljõud vihtidel *7*. Selle tagajärjel lükkab regulaatori vedru varrast *27* ja latti *50* ettepoole, painutades lehtvedru *51*, ning kütuse etteandmine suureneb.

Regulaatori detaile määritakse laialipaiskuva õliga, mis antakse surve all jaotusvõlli eesmisest laagrist võlli *16* eesmisse laagrisse ning edasi toru *41* kaudu võlli *39* ülemisse puksi. Sellest puksist väljuva õli paiskavad regulaatori pöörlevad detailid laiali, sattudes ühtlasi regulaatori tööpindadele.

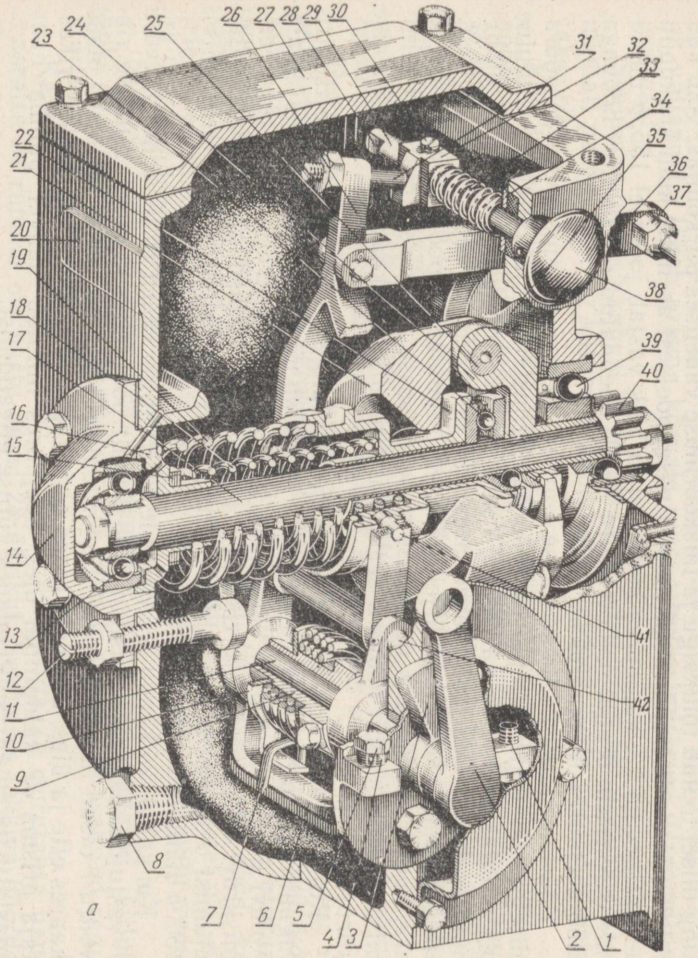


Joon. 154. Diisli КДМ-100 maksimaalvõimsuse piiraja:
a — hammaslati asend kütuse maksimaalsel andmisel sissetöötamise perioodil; *b* — hammaslati asend kütuse maksimaalsel andmisel pärast sissetöötamist; *1* — kruvi; *2* — tihvt; *3* — piirdemutter; *4* — kütusepumba hammaslati varras; *5* — korrigeeriva seadise kaas.

Et vältida diiselmootori ülekoormamist esimese 100 töötunni kestel, mis on diisli sissetöötamise perioodiks, on korrigeeriva seadise kaande *5* paigutatud (joon. 154, *a*) *maksimaalvõimsuse piiraja*. Viimane vähendab kütusepumba hammaslati käiku ja piirab seega võimsust 30% võrra. Maksimaalvõimsuse piiraja koosneb õõnsast kruvist *1*, millesse on pressitud tihvt *2*. Kütusepumba lati liikumisel kütuse etteandmise suurendamise suunas, satub piirdemutter *3* vastu tihvti ega lase seega latti minna äärmisse asendisse. Maksimaalvõimsuse piiraja väljalülitamiseks tuleb kruvi *1* kaanest *5* välja keerata ja tihvt *2* lüüa üleni kruvisse (joon. 154, *b*).

Diislite Д-54А, Д-38 ja Д-28 regulaatorid. Nendele mootoritele on paigaldatud tsentrifugaalregulaatorid PB-700 (kõigirežiimne regulaator, ajamivõlli pöörlemiskiirus 700 pööret minutis). Mootorile Д-48Л on asetatud regulaator PB-750.

Regulaator PB-700 töötab järgmiselt. Kütusepumba võlli pöörlemine kantakse üle regulaatori võllile *17* (joon. 155, *a*) regulaatori vedava ja veetava hammasratta *40* kaudu. Koos regulaatori võlliga pöörlevad ristmik *24* ja sellele paigaldatud vihid *21*. Tekkivate tsentrifugaaljõudude toimel pöörduvad vihid telgedel *25* ja lähevad laiali, surudes oma nukkidega tugikuullaagrile *23* ja nihutades seda koos regulaatori muhviga *22* (joon. 155, *b*) vasakule, ületades ühtlasi vedru *18* vastupanu. Mida suurem on regulaatori võlli pöörlemiskiirus, seda rohkem mõjuvad tsentrifugaaljõud ja seda laiemale surutakse vihid, mis lükkavad rohkem edasi muhvi ja suruvad kokku vedru. Pöörlemiskiiruse vähenemisel väheneb ka vihtide



Joon. 155. Diislite Д-54A, Д-38 ja Д-28 kõigirežiimne regulaator PB-700:

a — üldvaade; *b* — regulaatori ja korrigeeriva seadise töötamise skeem; *1* — tikkpolt; *2* — regulaatori hoob; *3* — tõkesti; *4* — seibid; *5* — piirdepolt; *6* — kronstein; *7* — kaksikvedru; *8* — kork; *9* — puks; *10* — kaasavedaja; *11* — võll; *12* — tõkkepolt; *13* — tagumine kuullaager; *14* — tagumine kaas; *15* — reguleerimisvahelehed; *16* — vedru tugi; *17* — regulaatori võll; *18* — sisemine vedru; *19* — välimine vedru; *20* — korpus; *21* — viht; *22* — regulaatori muhv; *23* — tugikuullaager; *24* — ristmik; *25* — vihi telg; *26* — regulaatori kahvel; *27* — korpuse kaas; *28* — lamendus võllil; *29* — võllik; *30* — kruvi; *31* — reguleerimiskruvi; *32* — rikastaja prisma; *33* — vedru; *34* — terasseib; *35* — kuullaagri pesa; *36* — kahvli varras; *37* — sfäärilise peaga sõrm; *38* — rikastaja nupp; *39* — eesmine kuullaager; *40* — hammasratas; *41* — kahvli tapid; *42* — kronsteini telg.

tsentrifugaaljõudude surve muhvile. Kui jõudude suurus jääb väiksemaks muhvile mõjuva vedru elastsusjõust, hakkab muhv nihkuma paremale ning lähendab vihid teineteisele. Regulaatori võlli igale pöörete arvule vastab täpselt kindlaksmääratud muhvi asend, mille juures vedru elastsusjõud ja vihtide tsentrifugaaljõud on vastastikku tasakaalustatud.

Regulaatori muhvi edasinihkumisel liigub temaga koos ka kahvel *26*, mille tapid *41* asetsevad muhvi ringsoones. Kahvli *26* ülemine ots on varda *36* abil šarniirselt ühendatud kütusepumba hammaslatiga, alumine ots aga asetseb teljega *42* šarniirselt kronsteinil *6*. Viimane võib vabalt pöörelda võllil *11*, mille välimisel otsal on regulaatori hoob *2* (joon. 155, *a*).

Kronstein *6* on hoovaga *2* ühendatud vedaja ja kaksikvedru *7* kaudu. Seepärast pöörduvad üheaegselt regulaatorihoova *2* pööramisega ka kronstein *6* ja koos sellega kahvel *26*. Regulaatorihoova pööret vasakule piiratakse poldiga *5*, paremale aga tihvtiga *1*.

Kui pöörata regulaatorihoob *2* äärmisse vasakpoolsesse asendisse, siis puutub sellel tõkesti *3* (joon. 155, *b*) kokku piirdepoldi *5* peaga. Kui nüüd mootor ei ole koormatud, siis jääb ta töötama tühikäigu maksimaalpööretel. Suurte tsentrifugaaljõudude mõjul lähevad vihid maksimaalselt laiali, suruvad vedru kokku ning nihutavad muhvi *22* äärmisse vasakpoolsesse asendisse, seejuures lükkab kahvel *26* kütusepumba lati kütuse minimaalse etteande asendisse. Niisugune regulaatori seis on joonisel 155, *b* kujutatud täisjoontega.

Diisli koormuse suurenemisel langeb regulaatori võlli pöörlemiskiirus. Selle tagajärjel väheneb vihtide tsentrifugaaljõud ning muhv *22* nihkub vedru survel. Koos muhviga liigub paremale ka pumba hammaslatt, suurendades kütuse etteandmist.

Kui diisel töötab täiskoormusega nimipööretel, võtab kahvel *26* asendi, mille juures tema reguleerimiskruvi *31* ots toetub rikastaja prisma *32* kaldosale, pumba hammaslatt on aga nihutatud paremale. Selline kütuse maksimaalsele etteandmisele vastav hammaslati ja kahvli asend on kujutatud joonisel 155, *b* punktiirjoonega.

Seega, kui regulaatori hoova tõkesti *3* puutub kokku piirdepoldi peaga ning diisel töötab tühikäigu ja täiskoormuse vahelises piirkonnas, võib kahvel *26* pöörduda teljel *42* äärimisest vasakpoolsest asendist kuni kokkupuuteni prismaga *32*, kusjuures hammaslati käik vastab joonisel 155, *b* näidatule. Kronstein *6* aga, mis on vedru *7* abil ühendatud regulaatori hoovaga, jääb seejuures liikumatuks.

Pöörlemiskiirust vähendatakse regulaatori hoova *2* (joon. 155, *a*) pööramisega paremale. Seejuures pöördub kronstein *6* ja kahvli *26* alumine ots nihutab muhvi *22* paremale. Vedru surve muhvile väheneb. Et muhvi uues asendis vedru jõudu tasakaalustada, on tarvis vihtide väiksemat tsentrifugaaljõudu. Selle tagajärjel väheneb regulaatori poolt hoitav pöörete arv. Seepärast, ükskõik millisesse vahepealsesse asendisse traktorist juhtimismehhanismi abil hoova *2* seab, hoiab regulaator ikkagi alal vahepealse kiirusrežiimi.

Kui koormuse korral diisli pöörete arv langeb, väheneb vihtide tsentrifugaaljõud ning kokkusurutud vedru *18* püüab muhvi *22* nihutada paremale. Muhvi liikumist takistab kahvel *26*, sest selle ülemine ots toetub reguleerimiskruvi *31* kaudu vastu rikastaja prismat *32*, kronsteiniga *6* ühendatud alumist otsa aga hoiab spiraalvedru *7*. Selline kahvli asend on joonisel 155, *b* näidatud punktiiriga.

Kui kahvli *26* kaudu kronsteinile *6* ülekantav vedru *18* jõud ületab vedru *7* vastujõu, hakkab kronstein järk-järgult pöörduma ja surub alumise ribi vedru *7* otsad laiali. Kronsteini pöördumisel liiguvad kahvli alumised otsad kaares ette ja üles, ülemises otsas asuv reguleerimiskruvi *31* libiseb rikastaja prisma *32* kaldpinnal üles. Seejuures nihutab kahvel pumba hammaslatti paremale, suurendades kütuse etteandmist.

Kui üheaegselt diiselmootori koormuse vähenemisega mingil põhjusel pumbalati nihutamiseks vajalik jõud suureneb (plunžrite kinnijäämisel hülssidesse, hammaslati kinnijäämisel pumba korpusesse jne.) ja ületab vedru *7* jõu, hakkab kronstein *6* nihkuma, ületades vedru vastujõu, hammaslatt aga jääb liikumatuks. Sel juhul suurenevad diisli pöörded järsult.

Et vältida diisli pöörlemiskiiruse ülemäärast kasvamist (avariipöördeid), on regulaatori korpuse tagaseina keeratud spetsiaalne tõkkepolt *12*, mis on kinnitatud kontramutriga. Polt laseb kronsteini pöörduda ainult asendini, mis vastab tühikäigu maksimaalpööretele. Kui kronsteini telg toetub vastu poldi pead, kandub ka vihtide tsentrifugaaljõud muhvi ja kahvli kaudu hammaslatile ning aitab selle liikumistakistust ületada.

Õigesti seatud tõkkepolt *12* peab olema asendist, kus see diisli normaalpööretel puudutab kronsteini telge, ühe pöörde võrra ära keeratud. Regulaatori hoova *2* pööramisel vastupäeva toetub tõkesti *3* vastu polti *5*, mis piirab maksimaalpöördeid (maksimaalne kiirusrežiim).

Diisli maksimaalpöördeid reguleeritakse seibide *4* abil. Kui suurendada seibide arvu, siis tühikäigu maksimaalpöörded ja diisli normaalne pöörlemiskiirus täiskoormusel vähenevad, seibide arvu vähendamisel aga suurenevad.

Hoova *2* pööramist päripäeva piirab tihvt *1*. Kui tõkesti *3* toetub tihvtile, võtab pumba latt asendi, mille juures kütuse etteandmine katkeb ja diisel seiskub.

Regulaatori kahvli *26* (joon, 155, *a*) ülemisse otsa on keeratud reguleerimiskruvi *31*, mis kinnitatakse kontramutriga. Kruvi piirab kütusepumpa maksimaalselt kütust ette andmast.

Diisli täiskoormusel toetub reguleerimiskruvi rikastaja prismale *32*, mis on kinnitatud võllikule *29* pidekruviga *30*.

Võllik *29* on paigutatud regulaatori korpuse *20* aukudesse ning selle pöördumist takistab vasakusse otsa paigutatud tihvt. Võlliku parempoolne ots ulatub korpusest välja ja sinna on tikkpoldiga kinnitatud nupp *38*. Võllikule on prisma *32* ja seibi *34* vahele asetatud vedru *33*. Võllik *29* saab korpuse valatiste aukudes telgsuunas liikuda. Kui nupu *38* abil tõmmata võllik väljapoole, läheb prisma kõrvale ning reguleerimiskruvi *31* eemaldub prismast.

Seejuures nihutab kahvel *26* regulaatori vedru mõjul kütusepumba hammaslati paremale ning kütuse etteandmine suureneb. Seda seadist nimetatakse *rikastajaks*.

Käivitatud diiselmootoril lähevad regulaatori vihid juba esimestel pööretel tsentrifugaaljõu mõjul laiali ja suruvad muhvi *22* kaudu kahvli *26* vasakule. Seejuures tuleb reguleerimiskruvi prisma tagant ära ja võllik *29* läheb vedru *33* toimel oma kohale tagasi. Seega toimub rikastaja väljalülitamine automaatselt.

Rikastajat tuleb kasutada ainult mootori käivitamisel juhul, kui plunžripaarid on tugevasti kulunud ja samuti külma ilma korral.

Regulaatori võllile *17* on paigutatud kaks vedru. Välimine vedru *19* surutakse paigaldamisel eelnevalt 0,6 mm võrra kokku ja see töötab kõikidel kiirusrežiimidel. Sisemise vedru *18* paigaldamisel jääb selle otsmise keeru ja muhvi *22* vahele 3—4 mm lõtk. Vedru *18* alustab siis tööd, kui tähendatud lõtk on ületatud. Antud juhul töötab diisel nimipööretel või sellele lähedastel kiirusrežiimidel. Vedru *19* vajalik eelpingutus ning vedru *18* lõtk reguleeritakse vahelehtede abil.

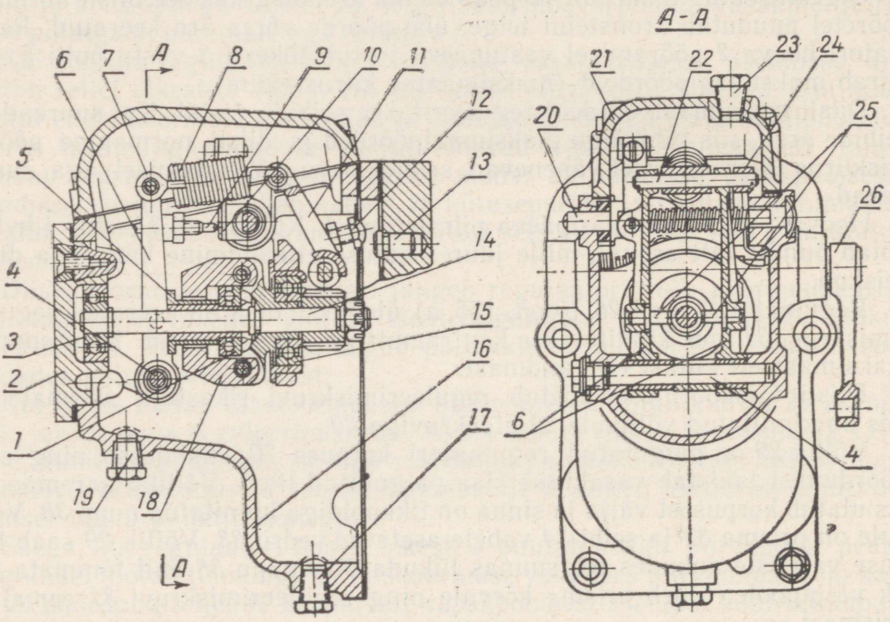
Nukkvõlli *20* (vt. joon. 134) tagumisele otsale on asetatud kiilule puks *28*. Puks on kinnitatud mutriga *29*. Puksile on vabalt asetatud regulaatori ajamihammasratas *24*.

Kahe lehtvedruga *26*, mis on pingutatud mutriga *27*, surutakse hammasratta *24* rummu ots vastu puksi *28* äärikut. Seejuures tekkiva hõõrdejõu mõjul hakkab hammasratas *24* koos nukkvõlliga pöörlema.

Mootori ja järelikult ka nukkvõlli pöörete arvu järsul muutmisel hakkab hammasratas *24* libisema puksil *28*, ületades vedrude *26* jõu. Sellega välditakse regulaatori hammasratta hammaste ja teiste detailide murdumine.

Regulaatori detaile määritakse õliga (paiskõlitusel), mis valatakse regulaatori korpusesse korgiga *4* suletud ava kaudu. Õli valatakse kuni korgiga *34* suletud ava tasemeni. Õli lastakse välja korgiga *25* suletava ava kaudu.

Diisli Д-48М regulaator. Sellele mootorile on paigutatud väikegabariidilise kõigirežiimse regulaatoriga (joon. 156) varustatud kütusepump 48М-4ТН-8,5×10 *. Regulaator töötab järgmiselt.



Joon. 156. Kütusepumba 48М-4ТН-8,5×10 väikesegabariidiline kõigirežiimne regulaator:

1 — tugilaager; *2* — kaas; *3* ja *15* — laagrid; *4* — telg; *5* — muhv; *6* ja *11* — hoovad; *7* — lüli; *8* — vedru; *9* — kruvi; *10* — lehtvedru; *12* — reguleerimispolt; *13* — tõkesti; *14* — regulaatori võll; *16* — korpus; *17*, *19* ja *23* — korgid; *18* — vihid; *20* — rikastaja võll; *21* — kaas; *22* — telg; *24* — varras; *25* — kaasavedajad; *26* — regulaatori hoob.

Regulaatori võll *14* pannakse pöörlema kütusepumba nukkvõllilt hammasratasülekande kaudu. Võllile kinnitatud ristmiku telgedele on paigutatud vihid *18*. Võlli pöörlemisel püüavad vihid laiali minna ja suruvad nendesse pressitud tihvtide ning tugilaagri *1* kaudu muhvi *5* otsale. Vasakule nihkuv muhv annab kaasavedajate *25* kaudu liikumise edasi kahele sümmeetriliselt asetatud hoovale *6*. Regulaatori vedru *8* üks ots on lüli *7* ja telje *22* abil ühendatud hoobadega *6*, teine ots aga hoovaga *11*. Teljele *22* paigutatud varras *24* on ühendatud kütusepumba hammaslatiga.

Regulaatori hoova *26* liikumine äärmisse vasakpoolsesse asendisse, kus reguleerimispolt *12* läheb vastu tõkestit *13*, vastab kütuse maksimaalsele etteandmisele (normaalsele kiirusrežiimile mootori täiskoormusel).

Enne diisli käivitamist nihutatakse hoob *26* vasakule (soovitav äärmisse asendisse), kusjuures antakse vedrule *8* teatav eelpingus.

* Nimetatud kütusepumpasid kasutatakse seni, kuni hakatakse massiliselt tootma üheplunžrilisi pumpasid.

Diiselmootori töötamisel koormuse vähenemisel pöörlemiskiirus suureneb, mistõttu vihid lähevad tsentrifugaaljõu mõjul laiali, ületavad vedru *8* vastujõu ja nihutavad muhvi *5* vasakule. Seejuures pöörduvad hoovad *6* telje *4* suhtes ja tõmbavad kütusepumba hammaslati varda *24* vasakule. Selle tagajärjel väheneb silindritesse pritsitava kütuse hulk ning mootori pöörded langevad ettenähtud määrani. Koormuse suurenemisel diisli pöörlemiskiirus väheneb, muhv *5* aga liigub vedru *8* jõul paremale. Seejuures suureneb silindritesse antava kütuse kogus ning diisli pöörlemiskiirus suureneb ettenähtud määrani.

Diisli ülekoormamisel alustab tööd korrigeeriv seadis, mis koosneb vasaku hoova *6* nukki keeratud kruvist *9*, rikastaja võllile *20* paigaldatud kronsteinist ja viimasele kinnitatud lehtvedrust *10*. Mootori ülekoormusel lähevad üha väheneva pöörlemiskiiruse tõttu vihid ikka rohkem koomale vedru *8* mõjul ning kruvi *9* painutab lehtvedrut *10*. Seejuures nihkuvad vedru painde suuruse võrra paremale hoovad *6*, varras *24* ja kütusepumba hammaslatt. Tulemuseks on etteantava kütusehulga suurenemine ning seega võib mootor töötada ka mõnevõrra ülekoormatuna.

Rikastaja lülitatakse sisse võlli *20* otsale vajutamisega. Seejuures liigub võll regulaatori korpuse *16* sisse ning kruvi *9* eemaldab korrigeeriva seadise lehtvedrult. Selle tagajärjel liigub kütusepumba hammaslatt veel täiendavalt paremale ning kütuse etteandmine suureneb.

Regulaatori detaile määritakse (paiskõlitamise teel) diisliõliga, mis valatakse sisse korgiga *23* suletud ava kaudu. Õli lastakse välja korgiga *17* suletavast avast. Regulaatori korpuses peab õlitase ulatuma korgiga *19* suletud avani.

Üheplunžrilise kütusepumbaga OHM varustatud diisli regulaator töötab järgmiselt. Regulaatori võll *19* (vt. joon. 141) pannakse pöörlema kütusepumba ajamivõllilt *2* friktsiooniseadise *28* ja hammasrataste *8*, *27* ja *26* kaudu. Friktsiooniseadise konstruktsioon on samasugune nagu regulaatoril PB-700.

Regulaatori võllile paigutatud rummul on vihid *24*, mis telgedel vabalt pöörduvad. Regulaatori võlli pöörlemisel lähevad vihid laiali ja suruvad tugilaagrile, viimane aga puksil istuvale muhvile *20*. Muhvi ääris surub omakorda kahe sümmeetriliselt asetatud hoova *30* ja *32* vedajale *35*. Hoovad asetsevad pumba korpuse silmadesse kinnitatud teljel. Parempoolse hoova *30* põlv on ühendatud lüliga *40*. Hoobade aukudesse on pandud sõrm *31*, mis on ühendatud vedruga *21*. Vedru teine ots on hoovaga *23* sidestatud välimise hoovaga *34*. Mootori pöörlemiskiiruse suurenemisel lähevad regulaatori vihid tsentrifugaaljõu mõjul laiali ja, ületades vedru *21* vastujõu, pööravad hoova *32* ülemise otsa vasakule. Seejuures nihutatakse plunžri reguleerimismuhv *16* paremale, mistõttu väheneb plunžri töökäik ja järelikult ka kütuse etteandmine.

Pöörlemiskiiruse vähenemisel pöördub vedru toimel hoova *32* ülemine ots paremale ning kütuse etteandmine suureneb. Vedru *21* pingust ja järelikult diisli tühikäigu maksimaalpöördeid võib muuta vedru töötavate keerdude arvu muutmise teel. Et suurendada tühikäigu maksimaalpöördeid, tuleb vedru töötavate keerdude arvu vähendada, maksimaalpöörete vähendamiseks aga suurendada.

Diisli maksimaalse kiirusrežiimi piiramine ja reguleerimine toimub peale selle veel reguleerimispoldiga *25*, mis on keeratud hoova *23* sisse. Polt *25* piirab vedru hoova liikumist ja määrab sellega regulaatori vedru pinguse. Reguleerimispolt fikseeritakse kontramutriga. Et diisli pöörlemiskiirust võimalikult suurendada, tuleb polti *25* sisse keerata, pöörete vähendamiseks aga välja keerata.

Diisli silindritesse pritsitava kütuse hulka reguleeritakse ülemise lüli *40* asendi muutmisega. Seejuures muutub pumba muhvi *16* asend plunžri katkestusava «*d*» suhtes. Kui lüli *40* ära keerata lülilt *41*, suureneb ette-

antava kütuse kogus, kui aga lüli *40* keerata lülile *41* rohkem peale, siis kütuse kogus väheneb. Lüli *40* reguleerimiseks tuleb kaas maha võtta.

Ülekoormuse korral kindlustab diiselmootori töötamise korrigeeriv seadis, mis koosneb kronsteinist *33*, kuhu on keeratud reguleeritav tugi *42*, vedrust *43*, liikuvast vardast *44* ja toest *45*, mis on keeratud hoova *32* sisse. Toele *42* asetatud vedru *43* surutakse kokku varda *44* liikumisel.

Diisli nominaalsel kiirusrežiimil puutub tugi *45* vastu varrast *44*. Diisli pöörlemiskiiruse suurenemisel (pumba võlli pöörlemiskiirus on 760—770 pööret minutis) hakkab tugi *45* vardast eemalduma.

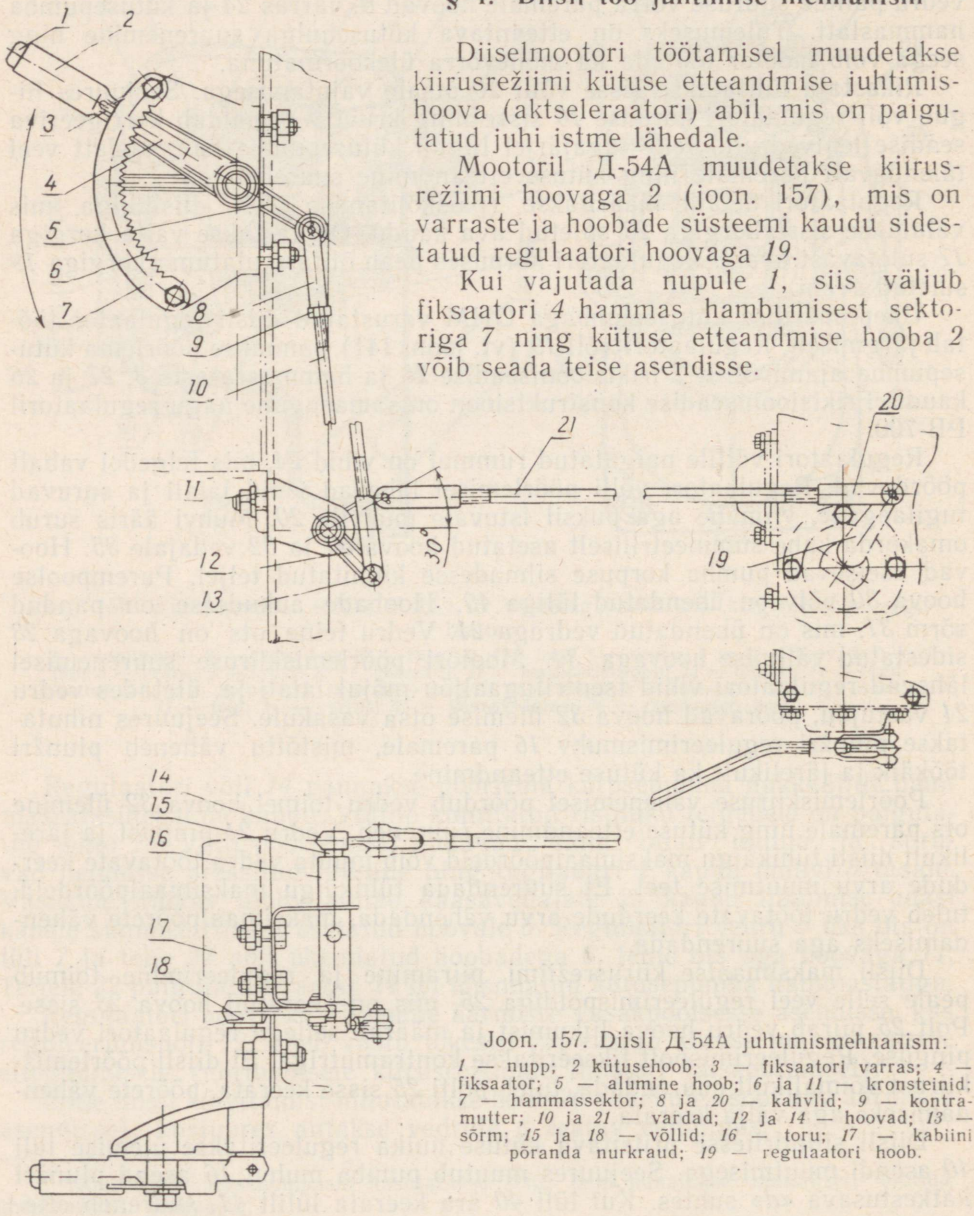
Diisli ülekoormusel pöörete arv väheneb ja hoob *32*, liikudes paremale, surub toe *45* kaudu vardale *44*. Seejuures surutakse vedru *43* kokku, hoob *32* saab veel täiendavalt liikuda ning kütuse etteandmist suurendada.

§ 4. Diisli töö juhtimise mehhanism

Diiselmootori töötamisel muudetakse kiirusrežiimi kütuse etteandmise juhtimishoova (aktseleraatori) abil, mis on paigutatud juhi istme lähedale.

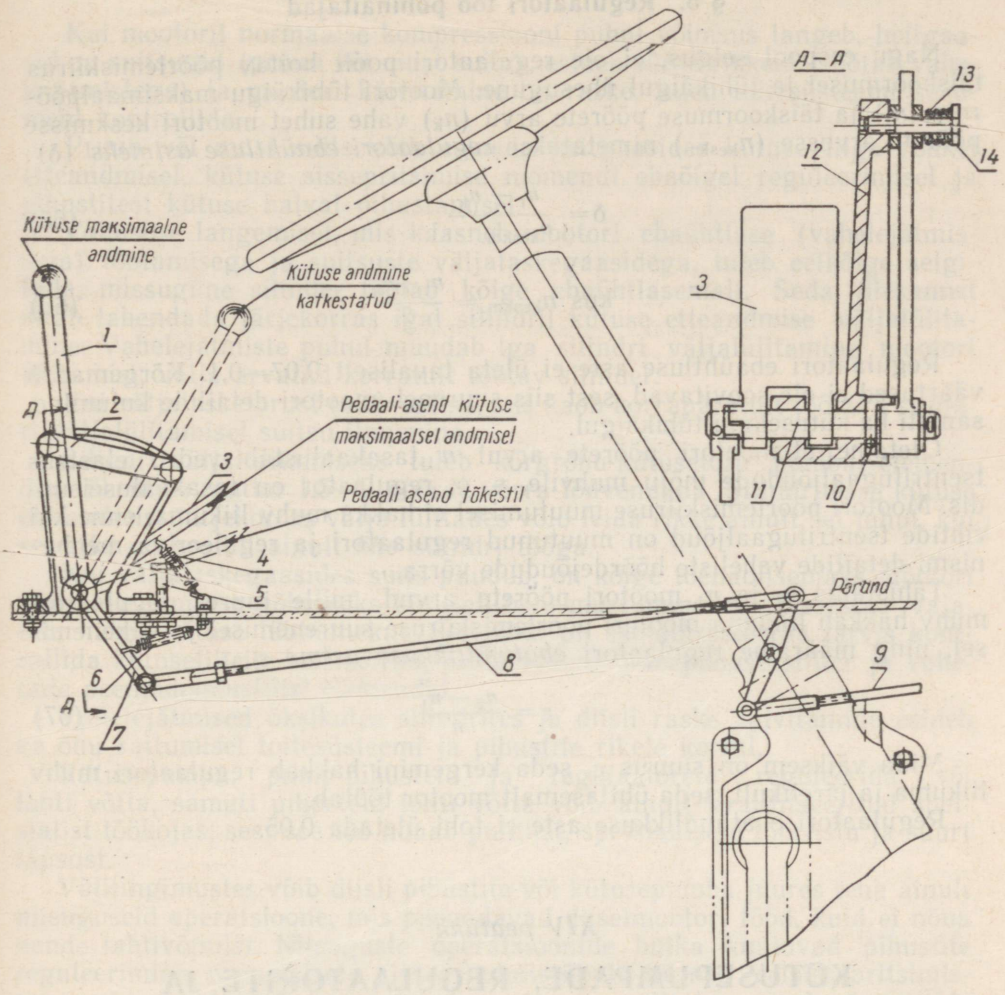
Mootoril Д-54А muudetakse kiirusrežiimi hoovaga *2* (joon. 157), mis on varraste ja hoobade süsteemi kaudu sidestatud regulaatori hoovaga *19*.

Kui vajutada nupule *1*, siis väljub fiksaatori *4* hammas hambumisest sektoriga *7* ning kütuse etteandmise hooba *2* võib seada teise asendisse.



Joon. 157. Diisli Д-54А juhtimismehhanism:

1 — nupp; *2* kütusehoob; *3* — fiksaatori varras; *4* — fiksaator; *5* — alumine hoob; *6* ja *11* — kronsteinid; *7* — hammassektor; *8* ja *20* — kahvlid; *9* — kontramutter; *10* ja *21* — vardad; *12* ja *14* — hoovad; *13* — sõrm; *15* ja *18* — võllid; *16* — toru; *17* — kabiini põranda nurkraud; *19* — regulaatori hoob.



Joon. 158. Diisli Д-48Л juhtimismehhanism:
1 — käsihoob; *2* — liist; *3* — pedaal; *4* — pedaali vedru; *5* — reguleerimispolt; *6* — varda vedru; *7* — hoob; *8* — tagumine varras; *9* — eesmine varras; *10* — puks; *11* — võll; *12* — kronstein; *13* — juhtimishoova vedru; *14* — polt.

Kui hoob *2* viia sektoril *7* äärmisse alumisse asendisse, siis võtab hoob *19* asendi, mis vastab maksimaalsele kiirusrežiimile. Hoova *2* sektoril ülesnihutamisel, väheneb kütuse andmine mootori silindritesse ning diisel töötab vahepealsel kiirusrežiimil.

Kui hoob *2* viia äärmisse ülemisse asendisse, siis katkeb kütuse etteandmine silindritesse täielikult.

Diisli Д-48Л kiirusrežiimi reguleerimine toimub käsihoovaga *1* (joon. 158) ja pedaaliga *3*. Käsihoovaga seatakse mootor töötama teatud kindlale kiirusrežiimile, pedaaliga aga on võimalik pumba poolt etteantavat kütusehulka reguleerida. Pedaali kasutatakse traktori pööretel ja transporditööde puhul.

Diisli Д-20 tööd juhitakse samuti käsihoova ja pedaaliga, mida võib kasutada teineteisest sõltumata. Pedaaliga võib mootori seada töötama igasugusel kiirusrežiimil — kuni maksimaalseni 1800 p/min, hoovaga aga igasugusel kiirusrežiimil, mis ei ületa mootori nimipöördeid (1600 p/min). Pedaali tuleb kasutada ainult transporditöödel.

§ 5. Regulaatori töö põhinäitajad

Nagu eespool selgus, ei ole regulaatori poolt hoitav pöörlemiskiirus täiskoormusel ja tühikäigul ühesugune. Mootori tühikäigu maksimaalpöörete (n_t) ja täiskoormuse pöörete arvu (n_k) vahe suhet mootori keskmisse pöörete arvusse (n_{keskm}) nimetatakse *regulaatori ebaühtluse astmeks* (δ):

$$\delta = \frac{n_t - n_k}{n_{keskm.}}, \tag{65}$$

$$\text{kus } n_{keskm.} = \frac{n_t + n_k}{2}. \tag{66}$$

Regulaatori ebaühtluse aste ei ületa tavaliselt 0,07—0,1. Kõrgemad δ väärtused ei ole soovitavad, sest siis suureneb mootori detailide kulumine, samuti ka kütusekulu tühikäigul.

Oletame, et mootori pöörete arvul n tasakaalustab vedru elastsus tsentrifugaaljõudude mõju muhvile, s. o. regulaator on tasakaaluseisundis. Mootori pöörlemiskiiruse muutumisel ei hakka muhv liikuma, enne kui vihtide tsentrifugaaljõud on muutunud regulaatori ja reguleeriva mehhanismi detailide vaheliste hõõrdejõudude võrra.

Tähistame n_2 ja n_1 mootori pöörete arvud, mille juures regulaatori muhv hakkab liikuma mootori pöörlemiskiiruse suurenemisel ja vähenemisel, ning määrame regulaatori *ebatundlikkuse astme* ε

$$\varepsilon = \frac{n_2 - n_1}{n}. \tag{67}$$

Mida väiksem on suurus ε, seda kergemini hakkab regulaatori muhv liikuma ja järelikult, seda ühtlasemalt mootor töötab.

Regulaatori ebatundlikkuse aste ei tohi ületada 0,05.

XIV peatükk

KÜTUSEPUMPADE, REGULAATORITE JA PIHUSTITE HOOLDAMINE, KONTROLLIMINE NING REGULEERIMINE

§ 1. Kütusepumpade, regulaatorite, kütusetorude ja pihustite hooldamine

Diiselmootori töötamisel ja igavahetuselisel tehnilisel hooldamisel ilmnenud kütuse läbiimmitsemised tuleb kõrvaldada pealekeeratavate mutrite, kanalitega poltide ja stutserite järelpingutamisega ning uute tihendvahelehtede asetamisega.

Igavahetuselisel tehnilisel hooldamisel tuleb kontrollida õlitaset kütusepumba ja regulaatori korpustes ning tarbe korral värsket õli kuni normaaltasemeni juurde lisada.

Kütusepumba töötamisel võib pumba korpuses olev õli vedelduda plunžripaaride vahelistest lõtkudest läbitungiva kütuse tõttu. Liigne õli tuleb sellisel juhul välja lasta, märgatavalt vedeldunud õli aga asendada värskega.

Gaaside läbitungimine pihustite alt põhjustab viimaste ülekuumenemist ja pihusti otsikute ning nõelte rivist väljalangemist. Et vältida pihustite kiiva seisu, tuleb nende kinnitusmutrid pingutada ühtlaselt, keerates igaühte neist ühekorraga ainult ühe tahu võrra.

Kui mootoril normaalse kompressiooni puhul võimsus langeb, heitgaasid on suitsused (pruun või must suits), esineb süüte rikkeid (töötab vahelejätmistega) ja mootori käivitamine on raske, tuleb toitesüsteemi seadmeid kontrollida.

Pruun või must suits võib esineda heitgaasides kütuse liiga rohkel etteandmisel, kütuse sissepritsimise momendi ebaõigel reguleerimisel ja pihustitest kütuse halval pihustamisel.

Võimsuse langemisel, mis kaasneb mootori ebaühtlase (vahelejätmistega) töötamisega ja suitsuste väljalaskegaasidega, tuleb eelkõige selgitada, missugune silinder töötab kõige ebaühtlasemalt. Seda ülesannet aitab lahendada järjekorras igal silindril kütuse etteandmise väljalülitamine. Vahelejätmiste puhul muudab iga silindri väljalülitamine mootori töötamist, välja arvatud korratult töötav silinder.

Kui väljalasketorust tuleb suitsu, siis kaob korrapäratult töötava silindri väljalülitamisel suitsu ilmumine.

Silindri väljalülitamiseks tuleb kõrgrõhu-kütusetoru pumba elemendiga ühendav mutter 1,5—2 pöörde võrra lõdvendada. Silindritesse kütuse etteandmist järjekorras välja lülitades võib leida rikke ainult sel juhul, kui see rike on seotud ainult *ühe* silindri tööga.

Kui väljalaskegaasides suits puudub, on kõige tõenäolisemaks mootori võimsuse languse põhjuseks kütusefiltrite mustumine, mis takistab vajaliku hulga kütuse läbiminekut. Sel juhul on esmajärjekorras tarvis kontrollida kütusefiltrite seisukorda, pesta kütuse jämepuhastusfilter ja vahetada peenpuhastusfiltri elemendid.

Vahelejätmised üksikutes silindrites ja diisli raske käivitamine esineb ka õhu sattumisel toitesüsteemi ja pihustite rikete korral.

Kütusepumpa, pump-pihusteid ja regulaatoreid reguleerida või lahti võtta, samuti pihusteid lahti võtta võib ainult kvalifitseeritud spetsialist töökojas, sest see töö nõuab puhtust, spetsiaalseid tööriistu ja suurt täpsust.

Välitingimustes võib diisli pihustite või kütusepumba juures teha ainult niisuguseid operatsioone, mis parandavad diiselmootori tööd, kuid ei nõua nende lahtivõtmist. Niisuguste operatsioonide hulka kuuluvad pihustite reguleerimine normaalsele sissepritsimisrõhule kütuse eelsissepritsimisnurga ja regulaatori reguleerimine ning samuti ka pumbaelementide seisukorra kontrollimine.

§ 2. Õhu kõrvaldamine toitesüsteemist

Õhu sattumine toitesüsteemi põhjustab häireid kütuse diiselmootori silindritesse andmisel, sest kütusepumba plunžri töökäigul surutakse kokku kütuses leiduvad õhumullid ning kütust silindrisse ei pritsita. Õhu kõrvaldamiseks täidetakse süsteem järk-järgult kütusega. Diislitel Д-20, Д-28, Д-48Л, СМД-7, Д-54А ja Д-75 tuleb õhu kõrvaldamisel kõigepealt kontrollida, kas on avatud paagi kütusekraan; siis surutakse kütusega õhk välja jämepuhastusfiltrist ning seejärel peenpuhastusfiltrist, keerates eelnevalt lahti õhu väljalaske korgid või ventiilid filtrite korpusel ja kaanel ja täites siis süsteemi käsipumba abil kütusega. Korgid või ventiilid keeratakse kinni alles pärast seda, kui kütus hakkab avadest voolama ühtlase, ilma õhumullideta joana. Samuti tõrjutakse õhk käsipumba abil välja ka kütusepumba peast, millelt vastav kork tuleb ära keerata.

Kui toitesüsteemist on õhk kõrvaldatud, keeratakse kütuse käsipumba käepide kinni, kuni kuul toetub pesasse ja suleb ava täielikult. Kui seda nõuet ei täideta, imetakse diisli töötamisel kuuli ja pesa vahelise ebatiheduse kaudu õhku süsteemi ning mootor ei tööta korralikult.

Töötaval diiselmootoril piisab õhu kõrvaldamiseks tavaliselt kütuse peenpuhastusfiltri kaaneava läbipuhumisventiili avamisest.

Õhu kõrvaldamiseks mootori КДМ-100 toitesüsteemist on tarvis diislit käitada käivitusmootori abil, kusjuures paagi kütusekraan peab olema avatud, kütuse sissepritsimine välja lülitatud ning filtri ja pumbaelementide läbipuhumisventiilid avatud. Niipea kui kütus hakkab läbipuhumisventiilide kaudu voolama ühtlase, õhumullideta joana, tuleb esialgu filtri alumine ja ülemine ventiil ning seejärel pumbaelementide ventiilid sulgeda.

§ 3. Pihusti töötamise kontrollimine ja kütuse normaalse sissepritsimisrõhu reguleerimine

Kütuse head pihustamist iseloomustavad järgmised tunnused: pihustatud kütuse juga on udutaoline; silmaga nähtavate üksikute lendavate piisakeste, kütuse pidevate jugade ja tihendatud laikude puudumine; pihustuse terav, järsk heli (katkestusel); kütuse tilgakeste puudumine pihustusaval pihustamise ajal ning enne ja pärast pihustamist.

Diiselmootoritele paigaldatakse pihustid, mille pritsimisrõhk ja pihustusnurk vastab tehase tehnilistele tingimustele. Kui pumbaelementide detailid on kulunud, lubatakse paigaldada pihusteid, mille rõhk on 10—20 kg/cm^2 võrra normaalsest väiksem.

Töötaval diislil võib rikkis pihusti välja selgitada, kui mõnes silindris kütuse sissepritsimise väljalülitamisel heitgaasidega väljuv suits märgatavalt väheneb, väljalaskeheli aga seejuures ei muutu. Seejärel peatatakse mootor, pühitakse pihustid, kütusetorud ja kütusepump täiesti kuivaks ning demonteeritakse pihusti plokikaanelt. Pihusti otsa välise vaatlusega on võimalik juba esialgselt otsustada tema töö üle. Kui pihusti ots on kuiv ja kaetud musta nõe kirmega, siis võib arvata, et proovimisel on pihustamise kvaliteet hea ning et pritsimisrõhk on lubatavates piirides või sellele lähedane. Kui aga pihusti ots on niiske ja sellel on rohkesti vaikude setteid, võib kahtlemata öelda, et pihusti pihustab halvasti ja esineb kütusetilkasid. Mõnikord võib pihusti otsikul avastada rooste jälgi. See näitab, et mootori silindrisse satub vett.

Kontrollimiseks ühendatakse pihusti kütuse kõrgrõhutoruga. Lülitatakse kompressioon välja, seatakse diisel kütuse täielikule etteandmisele ja lülitatakse kontrollimisele mittekuuluvad pihustid välja. Siis käitatakse diislit käivitusmootori abil ja kontrollitakse kütuse pihustamise juga. Kui pihustamise kvaliteet ei vasta tehnilistele tingimustele, kontrollitakse pihusti pritsimisrõhku.

Välitingimustes kontrollitakse pihustite pritsimisrõhku spetsiaalse riista — *maksimeetri* — abil, mis kujutab endast tareeritud vedruga pihustit. Maksimeetri korpusel *7* (joon. 159) ja reguleerimisnupul *8* on jaotused, mis näitavad rõhku, millele on vedru seatud nupust pööramisel.

Kontrollimisel asetatakse pihusti *1* maksimeetrile, mis on ühendatud pumbaelemendi stutseriga *6*. Pumbates kütust käivitusmootori abil või käsitsi pumbaelemendiga, pööratakse aeglaselt maksimeetri nuppu ning muudetakse seega tema vedru pingust seni, kuni kütus hakkab üheaegselt välja pritsima nii proovitavast pihustist kui ka maksimeetrist.

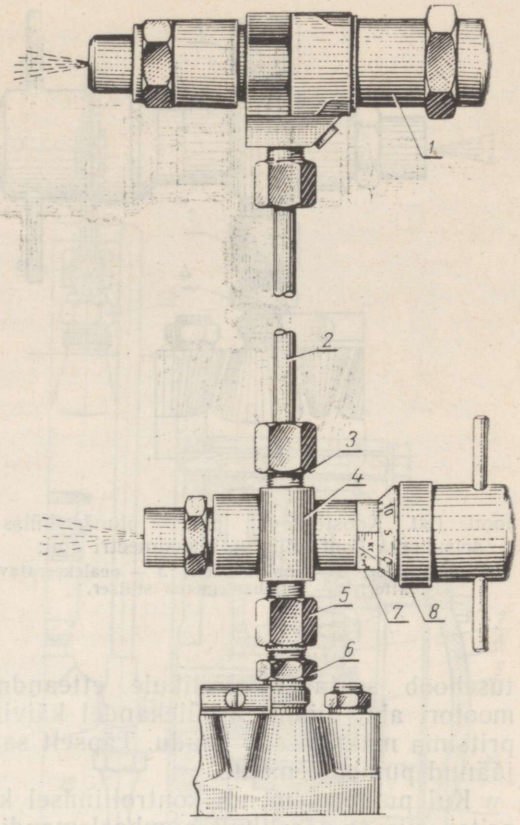
Maksimeetri korpusel ja nupul olevate skaalade järgi märgitakse rõhk, mille juures proovitav pihusti kütust pihustab.

Kui pihusti pritsimisrõhk ei vasta tehnilistele tingimustele, mis on kindlaks määratud kütusepumba plunžripaari seisukorra järgi, tuleb pihustit reguleerida. Selleks seatakse kõigepealt maksimeeter ettenähtud pritsimisrõhule. Pihustitel ФШ-1,5×15° keeratakse ära kuppel *1* (vt. joon. 147) ja, hoides reguleerimiskruvi *2* sälku asetatud kruvikeerajaga kinni, lõdvendatakse kontramutrit *16*. Kui pritsimisrõhk on madal, tuleb reguleerimis-

kruvi *2* sissepoole keerata, suurendades seega pihusti vedru pingust ja järelikult ka sissepritsimisrõhku. Kui pritsimisrõhk on liiga kõrge, keeratakse kruvi väljapoole. Reguleerimiskruvi pool pööret muudab pritsimisrõhku 30—35 kg/cm² võrra. Kruviga reguleeritakse seni, kuni pihusti ja maksimeeter hakkavad üheaegselt kütust pritsima. Seejärel keeratakse kontramutter kinni, takistades kruvikeeraja abil reguleerimiskruvi pöördumist, ning asetatakse pihusti kuppel tagasi kohale.

Diislitel КДМ-46 ja КДМ-100 reguleeritakse pihusteid samal viisil. Reguleerimiskruvi *9* (vt. joon. 148) pool pööret muudab pritsimisrõhku 22—25 kg/cm² võrra. Pärast pritsimisrõhu reguleerimist tuleb piiraja *8* keerata vardasse *6* kuni kergelt tõkestumiseni ning siis $\frac{1}{5}-\frac{1}{4}$ pöörde võrra tagasi. See vastab pihusti nõela *3* maksimaalsele tõusule 0,20—0,25 mm.

Maksimeetri puudumisel võib pihustite kontrollimiseks ja reguleerimiseks kasutada kontrollpihustit, mis on täpselt välja reguleeritud normaalsele pritsimisrõhule ja pihustuskvaliteedile.



Joon. 159. Pihusti töö kontrollimine maksimeetri abil.

1 — pihusti; *2* — kõrgrõhu-kütusetoru; *3* — maksimeetri stutser; *4* — maksimeeter; *5* — pealekeeratav mutter; *6* — pumbaelemendi stutser; *7* — maksimeetri korpus, *8* — maksimeetri reguleerimisnupp.

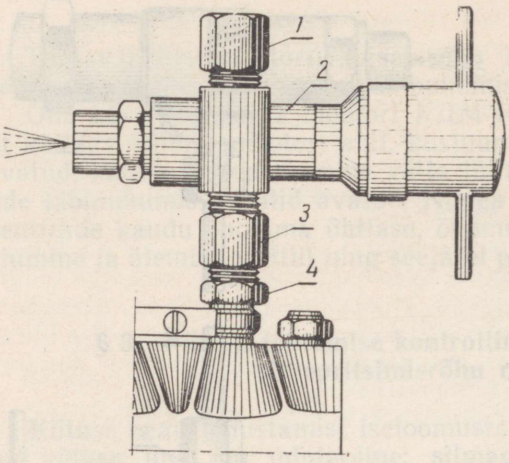
Remonditöökodades kasutatakse pihustite kontrollimiseks ja reguleerimiseks seadet КП-1609.

Diislile paigaldamiseks tuleb välja valida pihustite komplekt, mille tootlikkuse maksimaalne erinevus ei ületa 3—5%. Kõikide pihustite tootlikkust kontrollitakse ühelt pumbaelemendilt, ühe ja sama kütuse kõrgrõhutoruga, pumba nukkvõlli täpselt sama pöörlemiskiiruse juures, kusjuures pumba hammaslatt peab olema tugevasti kinnitatud asendisse, mis tagab kütuse etteandmise soovitud hulgal.

§ 4. Pumbaelementide seisukorra kontrollimine

Pumbaelementide ebanormaalse töö üheks põhjuseks on kütuse läbilaskmine surveklapi kaudu.

Et surveklapi tihedust kontrollida, puhastatakse pump tolmust ja mustusest ning võetakse kõrgrõhu-kütusetoru kontrollitavalt pumbaelemendilt lahti. Eemaldatakse kütuse etteandesüsteemist õhk ning täidetakse süsteem kütusega. Seejärel käitatakse diisli väntvõlli aeglaselt käivitusmootoriga otseülekandel, kusjuures kütuse etteandmine on välja lülitatud. Kui surveklapp ei istu tihedalt oma pesas, väljub kütus stutserist katkematu joana.



Joon. 160. Koostöötava paari plunžer-hülss seisukorra kontrollimine maksimeetri abil:
1 — umbmutter; *2* — maksimeeter; *3* — pealekeeratav mutter; *4* — pumbaelemendi stutser.

Kui konrollimisel selgub, et surveklapp kütust läbi ei lase, siis võib pumbaelemendi ebanormaalset töötamist põhjustada plunžri ja hülsi kulumine, mille tagajärjel kütuse etteandmise rõhk on langenud.

Plunžripaari seisukorda kontrollitakse maksimeetriga. Selleks ühendatakse maksimeeter *2* kontrollitava pumbaelemendi stutseriga *4* (joon. 160). Maksimeetri stutser suletakse tihedalt kupliga *1*. Maksimeetri reguleerimisnupp seatakse rõhule 200 kg/cm². See on minimaalne rõhk pumbaelemendi töötamiseks ekspluatatsioonitingimustes. Pealekeeratavad mutrid, mis ühendavad kõrgrõhutorusid teiste pumbaelementide stutseritega, lõdvendatakse $1^1/_2$—2 pöörde võrra. Kütusehoob seatakse täielikule etteandmisele ning käitatakse käivitusmootori abil diislit otseülekandel käivituspööretel. Seejuures peab kütus pritsima maksimeetri kaudu. Täpselt samal viisil kontrollitakse kõiki ülejäänud pumbaelemente.

Kui pumbaelemendi kontrollimisel kütust maksimeetri kaudu välja ei pritsi, siis on järelikult pumbaelemendi poolt arendatav rõhk alla 200 kg/cm² ning plunžripaar edasiseks töötamiseks kõlbmatu.

Juhul kui maksimeetriga kontrollimisel on pumbaelementide poolt tekitatav rõhk üle 200 kg/cm², diiselmootor aga tarvilikku võimsust ei arenda, tuleb kütusepump saata reguleerimiseks remonditöökotta.

Pumbasektsioonide poolt etteantava kütuse rõhku võib kontrollida ka kontrollpihustiga, mis on välja reguleeritud pritsimisrõhule 200 kg/cm². Seda tehakse samuti kui maksimeetriga kontrollimisel. Selleks ühendatakse kontrollpihusti lühikese kõrgrõhutoru abil kontrollitava kütusepumba sektsiooni stutseriga ning tehakse järjekorras kõik eespool kirjeldatud operatsioonid.

§ 5. Kütusepumba eelsisse pritsimisnurga kontrollimine ja reguleerimine

Sageli esinevaks kütusepumba rikkeks on ebaõige kütuse sissepritsimise algmoment, mis võib muutuda plunžripaari ja pumba ajami detailide kulumise või reguleeringu riknemise tõttu.

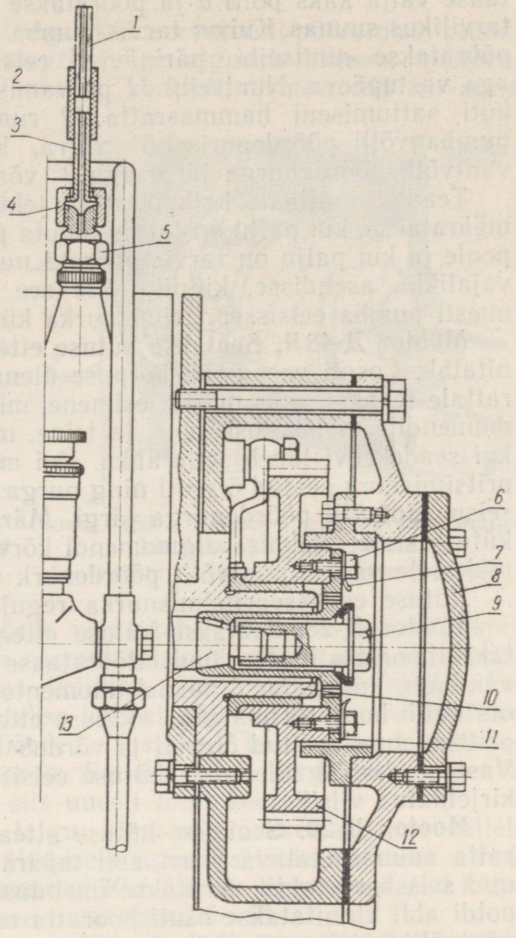
Uutel või vähekulunud plunžripaaridel kontrollitakse kütuse eelsisse pritsimisnurka vastava riistaga (momentoskoobiga), mis koosneb pealekeeratavast mutrist *4* (joon. 161), kuhu on asetatud kütuse kõrgrõhutoru lõik *3*. Viimane on kummitoru kaudu ühendatud klaastoruga *1*, mille siseläbimõõt on 1—2 mm. Momentoskoop ühendatakse mutri *4* abil esimese pumbaelemendi stutseriga *5*. Ülejäänud kõrgrõhutorud võetakse pumbaelementide küljest lahti. Siis asetatakse kütuse etteande hoob maksimaalse etteande asendisse ning pumbatakse kütust etteandesüsteemi seni, kuni kütus hakkab klaastorust *1* voolama ilma õhumullideta. Sõrmega nipsu

lastes heidetakse osa kütust klaastorust välja ning, aeglaselt diisli väntvõlli pöörates, jälgitakse kütuse meniski liikumist klaastorus. Moment, mil menisk hakkab tõusma (võpatab), vastab kütuse sissepritsimise algmomendile.

Kütuse sissepritsimise algmomendile vastav diisli väntvõlli pöördenurk määratakse kindlaks ja reguleeritakse järgmiselt.

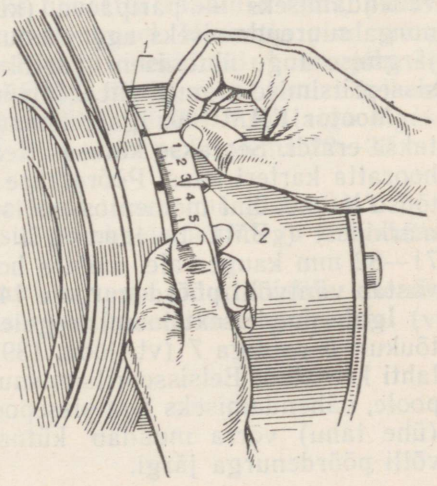
Mootorid Д-54А ja Д-75. Ventilaatori ajami rihmaratta *1* (joon. 162) kõrvale kinnitatakse osuti *2* ja tehakse osuti teraviku kohal rihmarattale märk momendil, kui kütuse menisk klaastorus hakkab tõusma. Siis keeratakse diisli hooratta karterist (mootori tagumisest talast) seadekruvi välja ja asetatakse keermetamata otsaga auku tagasi. Nüüd keeratakse aeglaselt väntvõlli ja surutakse ühtlasi kergelt seadekruvile, kuni see läheb hoorattas olevasse auku. Kui seejuures esimese silindri mõlemad klapid on suletud, siis asetseb esimese silindri kolb survetaktil ülemises surnud seisus. Nüüd tehakse ventilaatori rihmarattale osuti otsa kohale teine märk. Pumba 4TH-8,5×10T normaalse eelsissepritsimisnurga korral, mille suurus väntvõlli pöördenurga järgi on 15—19° enne ülemist surnud seisu, peab rihmarattale tehtud märkide vahekaugus olema 22,5—28,5 mm. Kui mitte arvestada lõtke pumba ajamis väntvõlli ja pumba hammasrataste vahel, siis igale 1,5 mm pikkusele kaarele vastab 1° suurune väntvõlli pöördenurk.

Pumba eelsissepritsimisnurga suurust reguleeritakse nuutseibi *11* (joon. 161) nihutamise-



Joon. 161. Kütuse eelsissepritsimisnurga kontrollimise abinõu (momentoskoop):

1 — klaastoru; *2* — kummitoru; *3* — kõrgrõhu-kütusetoru lõik; *4* — pealekeeratav mutter; *5* — stutser; *6* — polt; *7* — lukustusseib; *8* — kaas; *9* — umbmutter; *10* — seadeääriku eesmine osa; *11* — nuutseib; *12* — kütusepumba ajami hammasratas; *13* — kütusepumba võll.



Joon. 162. Diisli Д-54А hooratta põial olevate märkide vahekauguse kontrollimine.

ga ajami hammasratta *12* suhtes. Selleks võetakse maha kaas *8*, keeratakse välja kaks polti *6* ja pööratakse nuutseibi koos pumbavõlliga *13* tarvilikus suunas. Kui on tarvis pumba eelsissepritsimisnurka suurendada, pööratakse nuutseibi päripäeva, eelsissepritsimisnurga vähendamiseks aga vastupäeva. Nuutseibi *11* pööramisel kuni selle järgmise augu kohakuti sattumiseni hammasratta *12* rummu järgmise auguga, muutub pumba võlli pöördenurk 1,5° võrra, kütuse sissepritsimise algmoment väntvõlli pöördenurga järgi aga 3° võrra.

Teades ventilaatori rihmarattale tehtud märkide vahelise kaare pikkust, määratakse, kui palju on tarvis muuta pumba eelsissepritsimisnurka, kuhu poole ja kui palju on tarvis pöörata nuutseibi *11*. Kui nuutseib on seatud vajalikku asendisse, kinnitatakse see poltidega *6* ning kontrollitakse uuesti pumba eelsissepritsimisnurka kütuse meniski järgi torus *1*.

Mootor Д-48Л. Seatakse kütuse etteandmine maksimaalseks ning kinnitatakse osuti veepumba korpuse ülemise poldi alla. Ventilaatori rihmarattale tehakse kaks märki: esimene, mis vastab meniski tõusu alustamise momendile momentoskoobis, ja teine, mis vastab hooratta asendile siis, kui seadekruvi läheb selle auku. Kui märgid ühtivad, on pumba eelsissepritsimisnurk seatud õigesti ning nurga suurus on 15° enne ülemist surnud seisu väntvõlli pöördenurga järgi. Märkidevahelise kaare pikkus näitab kütuse sissepritsimise algmomendi kõrvalekallet, kusjuures 1,7 mm kaare pikkusele vastab väntvõlli pöördenurk 1°.

Kütuse eelsissepritsimisnurka reguleeritakse nagu diislil Д-54A.

Mootor Д-28. Seatakse kütuse etteandmine maksimaalseks ning avatakse hooratta karteri luuk. Pööratakse aeglaselt diisli väntvõlli käivitusvändaga, kuni kütuse menisk momentoskoobis hakkab tõusma. Kui osuti ots ühtib hooratta märgiga «kütuse etteandmine», siis on pumba eelsissepritsimisnurk seatud õigesti ja võrdub 16—20° enne ülemist surnud seisu. Vastasel korral tuleb aga kütuse eelsissepritsimisnurka reguleerida ülalkirjeldatud viisil.

Mootor Д-20. Seatakse kütuse etteandmine maksimaalseks ning hooratta auku asetatava kruvi abil määratakse kindlaks kolvi ülemine surnud seis survetaktil. Avatakse ühenduskorpuse luuk ning luugi kinnituspoldi abil kinnitatakse osuti hooratta märgi «0» kohale. Pööratakse diisli väntvõlli käivitusvändaga, kuni kütuse menisk momentoskoobis hakkab tõusma. Kui osuti ots asetseb hooratta märkide 30—34 vahel, siis on pumba eelsissepritsimisnurk seatud õigesti ja võrdub 29—33° enne ülemist surnud seisu. Kui leitud nurk on ettenähtud piiridest erinev, tuleb seda reguleerida järgmiselt. Keeratakse välja poldid *7* (vt. joon. 144) ning võetakse kütusepump maha. Siis pööratakse nuutäärikut *4* kütuse sissepritsimisnurga vähendamiseks — päripäeva (kui vaadata vastukaalule diisli tagant), nurga suurendamiseks aga vastupäeva. Kui äärikut pöörata kuni selle järgmise augu ühtimiseni vastukaalu järgmise auguga, muutub kütuse sissepritsimise algmoment 2,5° võrra väntvõlli pöördenurga järgi.

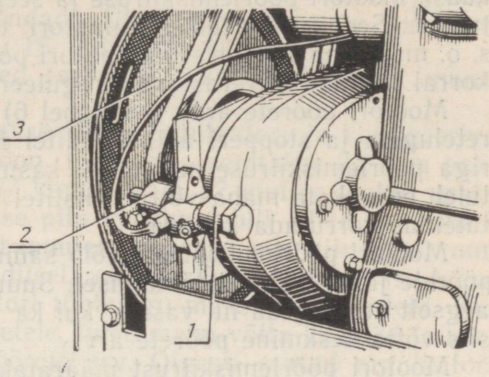
Mootor КДМ-100. Iga pumbasektsiooni kontrollitakse ja ka reguleeritakse eraldi. Seatakse kütuse etteandmine maksimaalseks ja võetakse ära hooratta karteri kaas. Pööratakse diisli väntvõlli aeglaselt kuni meniski tõusu momendini momentoskoobis. Seejuures peab üks hoorattal olevatest märkidest («ВМТ 1—4цил» või «ВМТ 2—3цил») jääma osuti otsast 71—82 mm kaugemale, mõõtes hooratta välisel silindrilisel pinnal, mis vastab väntvõlli pöördenurgale 14—16° enne ülemist surnud seisu.

Igal pumbasektsioonil reguleeritakse kütuse eelsissepritsimisnurka tõukuri *5* poldiga *7* (vt. joon. 139), kusjuures kontramutter peab olema lahti keeratud. Eelsissepritsimisnurga suurendamiseks tuleb polti *7* väljapoole, vähendamiseks aga sissepoole keerata. Poldi pööramine $^1/_6$ pöörde (ühe tahu) võrra muudab kütuse eelsissepritsimisnurka 1—1,2° väntvõlli pöördenurga järgi.

§ 6. Pihusti eelsissepritsimisnurga kontrollimine

Kui plunžripaarid on kulunud, tungib kütus väntvõlli pööramisel plunžri ja hülsi vahele ning kütuse sissepritsimise algnurk hilineb, mistõttu eespoolkirjeldatud eelsissepritsimisnurga kontrollimismeetodid ei anna täpseid tulemusi. Sellisel juhul on tarvis kindlaks määrata pihusti kütuse eelsissepritsimisnurk.

Diislitel Д-54А ja Д-75 määratakse pihusti eelsissepritsimisnurk seadisega, mis on näidatud joonisel 163. See kujutab endast gradueeritud võrkketast, mis on kinnitatud ventilaatori rihmaratta otsa poltide abil, ja hoidjast *2*.



Joon. 163. Pihusti eelsissepritsimisnurga kindlaksmääramise abinõu:
1 — pihusti; *2* — hoidja; *3* — gradueeritud ketas.

Pihusti *1* kinnitatakse tugevasti hoidjasse otsikuga võrkketta poole. Pihusti düüs peab asetsema kettast 4—6 mm kaugusel võrkvöö keskjoonel. Pihusti ühendatakse kõrgrõhutoru abil esimese pumbaelemendi stutseriga, kusjuures toru pealekeeratav mutter stutseri juures jäetakse poole pöörde võrra lahti. Esimese silindri kolb seatakse seadekruvi abil ülemisse surnud seisu ja märgitakse võrkkettal pihusti düüsi kohal asetsev jaotus kriidiga. Ketta võrgule määritakse õhuke solidoolikiht. Diisel käivitatakse kolmel silindril ja kui väntvõll on saavutanud enam-vähem nimipöörded, lastakse hoidjasse kinnitatud pihustit pihustada kütust 2—3 korda. Selleks tuleb kõrgrõhutoru pealekeeratav mutter kiiresti kinni ja siis uuesti lahti keerata.

Kaugus pihustatud kütusejoa laigu algusest võrkkettal kuni sellele tehtud märgini, mis vastab kolvi ülemisele surnud seisule esimeses silindris, näitab kütuse eelsissepritsimisnurka. Kui diislile on paigaldatud kütusepump 4ТН-8,5×10Т, siis peab see nurk olema 5—9°.

Samal viisil võib pihusti kütuse eelsissepritsitamisnurka kontrollida ka diislil Д-48Л. Kuid sel juhul tuleb gradueeritud võrkketas kinnitada kütusepumba ajamihammasratta külge.

Diislil КДМ-100 määratakse pihusti eelsissepritsimisnurk hoorattale pritsimise järgi. Selleks tuleb kontrollpihusti 1310 mm pikkuse kõrgrõhutoru abil ühendada kontrollitava pumbaelemendi stutseriga. Pihusti kinnitatakse osuti kohale nii, et ta telg oleks hooratta raadiuse sihis, pihusti otsik aga asetseks hoorattast 20—30 mm kaugusel. Hooratta pind märgi ümbruses hõõrutakse kriidiga. Lülitanud välja ülejäänud kolm pihustit, lastakse käivitusmootorit otseülekandel käitada diislit, nii et kontrollpihusti mõned korrad pihustaks kütust hoorattale. Pihustatud kütuse laigu alguse kaugus hoorattal olevast märgist «ВМТ 1—4 цил» peab olema 22—33 mm (4,5—6,5°) eelsissepritsimise poole.

Samal viisil, kuid laigu kaugust hoorattal teisest märgist «ВМТ 2—3 цил» arvestades, kontrollitakse ka teiste pumbaelementidega ühendatud pihusti eelsissepritsimisnurka.

Kui pihusti kütuse eelsissepritsimisnurk ei vasta antud diislile ettenähtud suurusele, siis tuleb pumba eelsissepritsimisnurka reguleerida (vt. sama ptk. § 5).

§ 7. Regulaatori töötamise kontrollimine ja mootori tühikäigupöörete reguleerimine

Mootori töötamise kestel võib vedrude elastsuse muutumise ja detailide kulumise tagajärjel regulaatori häälestus muutuda. See toob endaga kaasa mootori pöörlemiskiiruse ja seega ka masinate liikumiskiiruse muutumise. Seepärast peab regulaatori töötamist perioodiliselt kontrollima, s. o. määrama kindlaks regulaatori poolt hoitava pöörete arvu, ning tarbe korral regulaatorit vastavalt reguleerima.

Mootori pöörete arvu (vt. tabel 6) kontrollitakse tahhomeetri või pööretelugeja ja stopperi abil. Diislitel Д-54А ja КДМ-100 võib tahhomeetriga pöörlemiskiiruse mõõtmisel kasutada töötundide lugeja võlli, millelt tuleb enne kate maha võtta. Diislitel КДМ-100 tuleb mõõtmisel saadud tulemus korrutada kahega.

Mootori pöörlemiskiirust võib samuti kontrollida ka vedava käiguratta pöörete järgi traktori töötamisel. Suurema täpsuse saamiseks tuleb üheaegselt ära lugeda nii vasak- kui ka parempoolse käiguratta pöörded ja siis võtta keskmine pöörete arv.

Mootori pöörlemiskiirust määratakse täiskoormusel, kuid samuti ka tühikäigul (maksimaalpöörded). Täiskoormuse puhul peab mootorite Д-54А, Д-48Л, Д-28 ja СМД-7 regulaatorite reguleerimiskruvi *31* (vt. joon. 155) kergelt puudutama prismat *32* diislitel КДМ-100 aga piirdemutter *52* (joon. 153) lehtvedrut *51*.

Välitingimustes võib kontrollida ainult tühikäigupöördeid.

Tühikäigu maksimaalpöörded reguleeritakse töökuuma mootori puhul järgmiselt.

Tabel 6

Mootorite pöörlemiskiirused (p/min) mitmesugustel töörežiimidel

Näitajad	Mootori mudel					
	Д-20	Д-16	Д-28	Д-36 ja Д-38	Д-48Л	СМД-7
Regulaatori tüüp	tsentrifugaalne kõigirežiimne					
Mootori pöörlemiskiirus täiskoormusel (nimivõimsusel)	1600	1600	1360—1400	1400	1600	1700
Mootori maksimaalne pöörlemiskiirus tühikäigul	1700—1730	1700—1730	1460	1500—1540	1700	1830
Mootori minimaalne stabiilne pöörlemiskiirus	450—550	600	600	400—450	450—500	600

Järg

Näitajad	Mootori mudel					
	Д-54А	Д-75	КДМ-46	КДМ-100	ПД-10М	П-46
Regulaatori tüüp	tsentrifugaalne kõigirežiimne				tsentrifugaalne üherežiimne	
Mootori pöörlemiskiirus täiskoormusel (nimivõimsusel)	1300	1470—1530	1000	1050	3500	2520—2680
Mootori maksimaalne pöörlemiskiirus tühikäigul	Mitte üle 1430	Mitte üle 1630	1100	1150	3900	2800—3000
Mootori minimaalne stabiilne pöörlemiskiirus	350—450	500—550	450—500	450—500	1300	—

Mootorid Д-75, Д-54А, Д-48Л, Д-28 ja СДМ-7. Hoob *2* (vt. joon. 155) seatakse maksimaalse kiirusrežiimi asendisse ja kontrollitakse, kas tõkkepolt *12* on õigesti seatud. Seejärel muudetakse seibide *4* arvu poldi *5* pea all, selleks et saada normaalsetele andmetele (vt. tabel 6) vastavat tühikäigu maksimaalpöörete arvu.

Pöörlemiskiiruse suurendamiseks tuleb seibide arvu vähendada, pöörlemiskiiruse vähendamiseks aga suurendada. Üks 0,3 mm paksune seib muudab diisli pöörlemiskiirust ligikaudu 16—18 p/min võrra.

Diisli stabiilsed minimaalpöörded seatakse tikkpoldi *1* asendi muutmisega.

Mootor КДМ-100. Esialgu võetakse maha regulaatori ja korrigeeriva seadise külgluugid. Vedru *51* (vt. joon. 153) alla asetatakse 2,2 mm paksune plaat ja nihutatakse varrast *27* kuni piiraja *52* mutter toetub vastu vedrut *51*. Selles asendis mõõdetakse pilu vertikaalvõlli *39* ja iga vihi *7* alumise osa vahel. Varda *27* pikkust muutes seatakse see pilu 2—3 mm suuruseks. Seejärel tuleb käivitada diisel, asetada hoob *49* äärmisse tagumisse asendisse ja kontrollida mootori tühikäigu maksimaalpöördeid. Kui need ei vasta tabelis 6 toodud andmetele, tuleb maha võtta kaas *34* ja keerates polti *36*, reguleerida diisli pööreté arv. Õigesti seatud regulaatori korral peab hoova *49* äärmises tagumises asendis hoova *47* õlg *d* puudutama piirajat *22*.

Kui hoob *49* asetseb kõige eesmises asendis, peab diisel minimaalpööretel töötama stabiilselt. Sel juhul peab hoova *47* õlg *g* puudutama piirajat *26*. Kui on tarvis reguleerida diisli minimaalpöördeid, lahutatakse varras *53* hoovast *48* ja lükatakse viimane ettepoole seni, kuni hoova *47* õlg *g* puudutab piirajat *26*. Seejärel keeratakse minimaalpöörete reguleerimispolti, kuni mootor jääb töötama ettenähtud pöörlemiskiirusel. Siis reguleeritakse varda *53* pikkus selliseks, et hoobade *48* ja *49* asend vardaga ühendamisel ei muutu.

§ 8. Pumbasektsioonide kütuse etteandmise ühtluse kontrollimine ja reguleerimine

Et diiselmootor töötaks ühtlaselt, peab üksikutesse silindritesse antav kütuse kogus mootori nimipööretel olema ühesugune. Lubatav kõrvalekaldumine kütuse etteandmises sellel režiimil töötamisel ei tohi ükskõik millise kahe pumbasektsiooni vahel ületada 3%.

Kontrollitav kütusepump kinnitatakse spetsiaalsele stendile (КО-1608) ning sellega ühendatakse ühesuguse hüdraulilise takistusega kõrgrõhutorud ning etaloonpihustid. Lülitatakse stend sisse ning seatakse variaatori abil kütusepumba võlli pöörete arv võrdseks diisli väntvõlli poole pöörete arvuga. Kontrollitakse, et kõik pihustid pritsiks kütust vahelejätmisteta ning juhitakse ümberlülitusmehhanismi abil pritsitav kütus mõõteklaasidesse, samaaegselt lülitades sisse stopperi (sekundimõõtja). Kahe kuni kolme minuti järel kaalutakse igasse mõõteklaasi pritsitud kütus. Katset korratakse 2—3 korda. Kütuse kaalu järgi määratakse pumba poolt antava kütuse kogus ja etteandmise ühtlus.

Üksikute pumbasektsioonide kütuse etteandmise ebaühtlus (H) protsentides arvutatakse järgmise valemiga:

$$H = \frac{K_{max.} - K_{min.}}{K_{keskm.}} \cdot 100, \qquad (68)$$

kus $K_{max.}$ — kütuse kogus maksimaalse etteandega pumbasektsioonist;
$K_{min.}$ — kütuse kogus minimaalse etteandega pumbasektsioonist;
$K_{keskm.}$ — keskmine kütuse kogus katse ajal, mis võrdub

$$K_{\text{keskm.}} = \frac{K_{\text{max.}} + K_{\text{min.}}}{2}. \quad (69)$$

Pumba TH-8,5×10 sektsiooni poolt etteantavat kütusehulka muudetakse klambri nihutamisega pumbalatil. Kui klambrit nihutada vasakule (regulaatori poole), väheneb kütuse etteandmine, paremale nihutades aga suureneb.

Diisli КДМ-100 kütusepumba sektsiooni poolt etteantavat kütusehulka muudetakse hammassektori *8* (vt. joon. 139) pööramisega plunžri *9* suhtes.

Pärast reguleerimise lõpetamist tuleb klambrite ja hammassektorite pingutuspoldid kindlalt kinni keerata.

VIIES OSA

ÕLITUS- JA JAHUTUSSÜSTEEMID

XV peatükk

MÄÄRDEAINED

§ 1. Põhimõisteid hõõrdumisest ja määrimisest

Takistust, mis tekib ühe keha liikumisel mööda teist keha, nimetatakse *liikumishõõrdumiseks* või lihtsalt *hõõrdumiseks.*

Hõõrdumise põhjuseks on liikuvate kehade kokkupuutuvate pindade väljaulatuvate ebatasasuste mahalõikamine (mahahõõrumine) ja nende pindade vastastikune molekulaarne toime kokkupuutepunktides.

Enamikul juhtudel kaasneb hõõrdumisele koostöötavate pindade kulumine, mille tagajärjeks on lõtkude suurenemine koostöökohtades. Viimane omakorda kutsub esile kloppimisi masina töötamisel ja detailide edasist progresseeruvat kulumist.

Hõõrdumise ületamiseks kulutatakse mehaanilist energiat, mis muundub soojuseks, mille tulemusel hõõrduvad detailid kuumenevad.

Koostöötavate detailide kulumine, soojuse eraldumine ja võimsuse kulu — need ongi kolm põhilist nähtust, mida põhjustab hõõrdumine. Kõigi nende kolme nähtuse osatähtsus hõõrdumisel sõltub hõõrdumise liigist ja tingimustest.

Hõõrdumist võib jaotada kahte liiki: *liugehõõrdumine* ja *veerehõõrdumine.*

Liugehõõrdumine jaotatakse *kuivhõõrdumiseks*, mis esineb koostöötavate määrimata pindade vahel, ja *vedelikuliseks hõõrdumiseks*, mille puhul on liikuvate pindade vahel neid eraldav määrdeainekile.

Vedelikulisel hõõrdumisel on tarvis ületada ainult sisemised hõõrdejõud, s. o. õlikihtide vahelised hõõrdejõud.

Määrdeõlide peamine otstarve on vähendada koostöötavate detailide kulumist, vähendada võimsuse kulu hõõrdumisele ja ära kanda hõõrdumisel eralduvat soojust. Peale selle uhub õli töötavatelt pindadelt kulumisproduktid ja igasuguse mustuse, kaitseb tööpindu korrosiooni eest, mõningatel juhtudel aga tihendab detailide liikuvaid koostöökohti.

Määrdeõlide tähtsaimad omadused on järgmised:

1) viskoossus ehk sitkus — õliosakeste takistus vastastikusel liikumisel; viskoossus iseloomustab õli molekulide vahelist hõõrdetakistust;

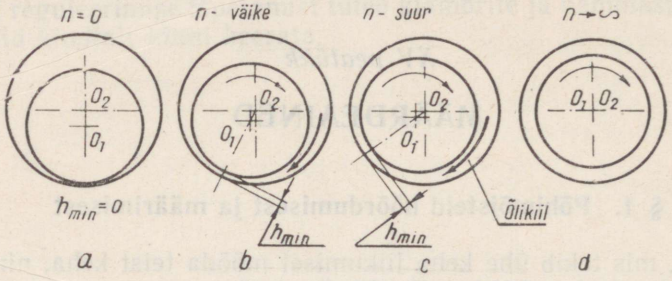
2) õlisus ehk määrimisvõime — õli võime valguda laiali detailide (metalli) pindadele ja moodustada nendele tihedalt külgekleepuva, ühtlase ja mitterebeneva (isegi suurte survete korral) kile.

Vedelikulise hõõrdumise olemus ja seadused avastas prof. N. P. Petrov, kes määras kindlaks, et õli liikumine laagris allub täielikult hüdrodünaamika seadustele. Seepärast nimetatakse tema poolt välja töötatud vedelikulise hõõrdumise teooriat *hüdrodünaamiliseks määrimise teooriaks.*

Hüdrodünaamilise määrimise teooria põhialused on järgmised. Võlli pöörlemisel laagris veab võllile tihedalt kleepunud õli esimene kiht endaga kaasa järgmist õlikihti. Liikumapandud õliosakesed kannab võll lõtku laie-

mast osast kitsamasse (joon. 164, *b*). Selle tagajärjel tekib piirkonnas, kus lõtku suurus on väiksem või võrdne $h_{min.}$, tunduvalt suurem surve õlikihis, mille toimel võll nagu ujub või lamab õlipadjal.

Pindade suhtelise liikumise kiirenemisel kantakse lõtku kitsamasse ossa ka rohkem õli ning surve õlikihis suureneb. Seepärast, kui võlli pöörete arv ajaühikus on võrdne nulliga (joon. 164, *a*), lamab võll laagril ning $h_{min.}=0$, pöörete arvu suurendamisel aga püüab võll võtta üha enam tsentraalse asendi laagris (joon. 164, *b*, *c*, *d*) ja $h_{min.}$ väärtus kasvab.



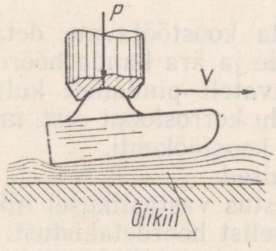
Joon. 164. Õlikiilu moodustumine võlli pöörlemisel laagris.

Kui õlikile minimaalne paksus saab suuremaks kui võlli ja laagri pindade konaruste summaarne kõrgus, siis kontakt pindade vahel katkeb ja algab vedelikuline hõõrdumine (vedelikuline määrimine).

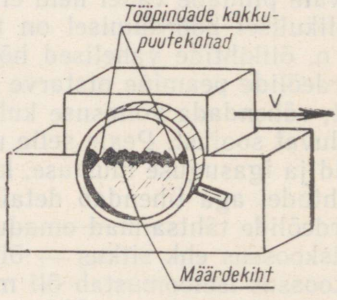
Õlikiil võib moodustuda ka ühe lameda pinna liikumisel teist mööda (joon. 165), kui pindade vahel on kiilukujuline lõtk ning nende liikumiskiirus küllaldane.

Õlikile kandevõime, selle paksus ja järelikult vedelikuline määrimine on seda kindlamini tagatud, mida suurem on õli viskoossus, mida suurem on koostöötavate pindade liikumiskiirus ja mida väiksem on koormus nendele pindadele. Kuid õli viskoossuse ja pindade liikumiskiiruse suurenemisel kasvavad hõõrdekaod.

Üleminek vedelikuliselt hõõrdumiselt kuivhõõrdumisele ei toimu vahetult, vaid seejuures eristatakse veel kaht hõõrdumise olekut: *poolvedelikuline* ja *piirhõõrdumine*.



Joon. 165. Vedelikuline hõõrdumine ühe pinna liikumisel mööda teist pinda.



Joon. 166. Poolvedelikuline hõõrdumine.

Kui õlikiht hõõrduvaid pindu täielikult ei eralda (joon. 166), esineb poolvedelikuline hõõrdumine (poolvedelikuline määrimine). Poolvedelikulisel hõõrdumisel võivad pindade konarused õlikile katkemiskohtades üksteisega kokku puutuda.

Õli väljasurumisel lõtkust võib detailide pinnale jääda üliõhuke õlikiht, mis on ainult ühe või mõne molekuli paksune ja mida molekulaarjõud tihedalt seovad pinnaga. Niisugust määrdekihti nimetatakse *piirmäärimiseks* ja hõõrdumist sellise õlikile puhul — *piirhõõrdumiseks*.

Poolvedelikulise hõõrdumise puhul võib töötavate pindade kokkupuutekohtadel tekkida piir- ja isegi kuivhõõrdumine.

Vedelikuline hõõrdumine tagab kõige väiksemad energiakaod hõõrdumisele ja detailide minimaalse kulumise. Kuid vedelikulisele hõõrdumisele vajalikud tingimused saab luua ainult mõningates liikuvates ühendustes ja mitte nende kõikidel tööperioodidel. Mootori paljud liikuvad ühendused, nagu kolvisõrm — kepsu ülemise pea puks, kolvisõrm — kolvisilm, kolb — silinder jt. töötavad poolvedelikulise hõõrdumise tingimustes.

Koostöötavate pindade vahel ei tohi esineda sellist õlikile nõrgenemist, mille puhul võib tekkida piirhõõrdumine, sest niisugusel korral suureneb detailide kulumine ja kiire kuumenemine. Piirmäärimise tingimustes ei saa ükski liikuv ühendus normaalselt töötada. Kuid piirmäärimisel on suur tähtsus hõõrdumise ja kulumise vähendamiseks väikestel liikumiskiirustel, mootori käivitamisel või väga suurtel koormustel, kus ei ole võimalik saavutada vedelikulist või poolvedelikulist määrimist.

Et traktori või auto mehhanismid töötaksid võimalikult stabiilselt ja võimalikult pikemat aega, peavad määrdeõlid rahuldama järgmisi ekspluatatsioonilis-tehnilisi nõudeid:

1) õlide viskoossus peab olema optimaalne kõikides ekspluatatsioonitingimustes;

2) õlidel peab olema hea määrimisvõime (õlisus) ja tarvilik keemiline stabiilsus (mitte kergesti oksüdeeruma);

3) mitte tekitama detailide pinnal korrosiooni;

4) mitte sisaldama vabu mineraalhappeid, leelisi, vett ja mehaanilisi lisandeid.

Mootorites on õli töötingimused väga rasked, sest õlile mõjuvad siin kõrged temperatuurid. Seepärast peab auto- ja traktoriõlidel olema küllalt kõrge leektäpp, väike auruvus ja hea pesemisvõime.

§ 2. Määrdeõlid ja nende omadused

Sõltuvalt lähtetoorainest jaotatakse õlid järgmiselt: a) naftast toodetavad õlid; b) taimsed ja loomsed õlid; c) sünteetilised õlid. Traktorite ja autode mehhanismide määrimiseks kasutatakse peamiselt õlisid, mis saadakse nafta töötlemisel.

Naftast toodetavad auto- ja traktoriõlid jaotatakse *destillatsiooniõlideks*, mis saadakse masuudi fraktsioonilisel destillatsioonil, ja *jääkõlideks*, mis toodetakse masuudi destillatsioonijääkide töötlemise teel.

Mittesoovitavatest lisanditest (asfalt-vaikainetest, väävliühenditest jt.) puhastamise viisi (rafinatsiooni) järgi eristatakse naftast saadavad õlid (mineraalõlid) kolme gruppi: 1) happe-leelisrafinatsiooniga õlid, 2) happekontaktrafinatsiooniga õlid ja 3) selektiivse rafinatsiooniga õlid.

Et õli vastaks omadustelt standardis ettenähtud nõuetele, tuleb ühe või teise õlisordi valmistamisel tihti üksikuid õlifraktsioone segada.

Õlidele esitatavate nõuete alusel on nende kvaliteedi hindamiseks kasutusele võetud järgmised tähtsamad näitajad.

Õlide viskoossust (nagu kütuselgi) mõõdetakse tingviskoossuse, kinemaatilise viskoossuse või dünaamilise viskoossuse ühikutes.

Tingviskoossus väljendatakse tingkraadides (°ВУ) ehk Engleri kraadides (°E). Vastavalt standardile (ГОСТ 6258—52) määratakse tingviskoossus standardviskosimeetris teatud temperatuuridel (tavaliselt 50° või 100° juures) 200 cm^3 uuritava õli ja sama hulga destilleeritud vee väljavoolu-

aegade suhtena, kusjuures vee väljavooluaeg määratakse temperatuuril 20°C. Arvesse võttes, et tingviskoossus ei näita õlide tegelikku sitkust, siis on õlistandardites tavaliselt antud kinemaatiline viskoossus. Ühe viskoosussühiku ümberarvutamiseks teiseks viskoossusühikuks on olemas vastavad valemid, tabelid ja graafikud.

Temperatuuri langemisel kõikide õlide viskoossus suureneb, temperatuuri tõusmisel aga väheneb. Mida vähem õli omadused temperatuuri muutuste korral muutuvad, seda kõrgema kvaliteediga on õli.

Standardi järgi normeeritakse õlide temperatuurilis-viskoosseid omadusi kinemaatilise viskoossusega 100° C juures ja kinemaatilise viskoossuse 50° C juures maksimaalselt lubatava suhtega kinemaatilisse viskoossusesse 100°C juures, talveõlide puhul aga viskoossuse piirväärtusega 0°C juures.

Õlide keemiline stabiilsus iseloomustab nende vastupidavust oksüdeerumisele õhuhapniku poolt.

Termiliseks stabiilsuseks nimetatakse metalli pinnale kantud õhukese õlikihi püsivust kõrgetes temperatuurides ilma muutumata lakitaoliseks kileks.

Mida kõrgem on õli termiline stabiilsus, seda vähem võib oodata lakikile (õhuke tugev lakitaoline süsinikku sisaldavate ainete kiht) moodustumist kolvile või kolvirõngastele.

Õlide pesemisvõimet iseloomustab õli omadus takistada vaikainete ja teiste hapendusproduktide ning nende ainete setete moodustumist kolvil ja kolvirõngastel. Õlide pesemisvõime määratakse spetsiaalsel seadmel.

Koksiarv iseloomustab koksi (sütt sisaldav sete) tekkimise võimalust õli lagunemisel kõrges temperatuuris ilma õhu juurdepääsuta. Koksiarvu järgi võib hinnata, kuivõrd on õli puhastatud asfalt-vaikainetest. Mida halvemini on õli neist ainetest puhastatud, seda kõrgem on koksiarv.

Õlide tuhasisaldus iseloomustab orgaaniliste ja mineraalsete hapete soolade ning teiste mittepõletavate ainete sisaldust õlis. Õlide liiga suur tuhasisaldus ei ole lubatav, sest see soodustab detailide kulumist ja suurendab tahma kõvadust.

Õlide korrodeeriva toime põhjustajateks on samad asjaolud, mis kütustelgi. Korrodeeriva toime mõjul kuluvad detailid kiiresti ja muutuvad kõlbmatuks. Eriti kiiresti hävinevad selle tagajärjel väntvõlli laagriliuad, mis on valmistatud värviliste metallide sulamitest. Õlide korrodeerivat toimet iseloomustab happearv, vesileotise reaktsioon ja korrosiooniline aktiivsus Pinkevitši järgi (metallplaadi korrodeerumise proovimine).

Leektäpiks nimetatakse temperatuuri, mille juures teatud tingimustes kuumutatud õli aurud moodustavad ümbritseva õhuga põleva segu, mis on lahtise leegiga põlema süüdatav. Leektäpp iseloomustab õlide aurustumise intensiivsust ja osaliselt nende fraktsioonilist koostist. Mida madalam on leektäpp, seda rohkem on õlis kergesti aurustuvaid ja väljakeevaid fraktsioone, mis mootori töötamisel võivad aurustuda ja välja põleda. Seepärast on muude võrdsete tingimuste puhul parem see õli, mille leektäpp on kõrgem.

Hangumistäpiks nimetatakse temperatuuri, mille juures õli kaotab liikuvuse. Et käivitada külma mootorit ja suruda õli kõikidesse lõtkudesse õlitussüsteemis, peab õli temperatuur olema hangumistemperatuurist 20° kõrgem.

Mehaaniliste lisandite ja vee sisaldus õlis ei ole lubatav. Õlis leiduvad mehaanilised lisandid suurendavad detailide kulumist ning tahma tekkimist ja ummistavad filtreid. Vee leidumine õlis suurendab selle korrodeerivat toimet ja, moodustades vahtu, raskendab õli andmist määritavatele pindadele.

Lisandid. Ekspluatatsiooniliste omaduste parandamiseks lisatakse õlidele väikesel hulgal *lisandeid,* mis teatavaid õli omadusi parandavad. Näi-

teks on lisandeid, mis suurendavad õli määrimisvõimet, hoiavad ära õli viskoossuse järsud muutused kuumenemisel, vähendavad metallide korrosiooni (antikorrosioonilised lisandid) jne. Enamikul juhtudel lisatakse õlidele *komplekssеid* ehk *mitmetoimelisi lisandeid,* mis üheagselt parandavad mitut õli omadust.

Karburaatormootorite määrimiseks kasutatakse peamiselt õlisid АКп-6-, АКЗп-6, АК-10, АКп-10, АКЗп-10 ja АК-15 (ГОСТ 1862—57). Õlide margid dešifreeritakse järgmiselt: А — autotraktoriõli; teine täht õlimargis tähendab: — selektiivselt rafineeritud (puhastatud); К — väävelhappega puhastatud; täht З näitab, et õlile on valmistamisel lisatud spetsiaalset püdeldajat; indeks «п» tähendab, et õli on vääristatud lisanditega; arv näitab õli minimaalset lubatavat kinemaatilist viskoossust sentistoksides 100° С juures.

Diiselmootorite õlitamiseks kasutatakse järgmist marki diisliõlisid: Дп-8, Дп-11 ja Д-11 (ГОСТ 5304-54). Diisliõli Д-11 kasutatakse ainult mootoritel КДМ-46 ja КДМ-100. Diisliõli markides tähistab täht Д — diiselmootorites kasutatavat õli, indeks «п» — lisandeid, arv aga õli viskoossust sentistoksides 100°С juures.

Nii karburaator- kui ka diiselmootorite õlides kasutatavad lisandid on tavaliselt komplekssе toimega. Nende hulk õlis ei ületa 3%.

Traktorite ja autode jõuülekandemehhanismide määrimiseks on ette nähtud transmissiooniõli. Transmissiooniõli töötingimused erinevad tunduvalt mootoriõli töötingimustest. Hammasülekannetes transmissiooniõlile mõjuvad surved ulatuvad 25 000—40 000 kg/cm². Et niisuguse surve korral tagada vastupidavat õlikihti hammaste vahel, peab õli moodustama vahetult koostöötavatel pindadel väga tugeva õlikile, s. o. õli peab olema hea määrimisvõimega.

Koostöötavate pindade suhteliselt väikeste vastastikuste liikumiskiiruste tõttu peab transmissiooniõlide viskoossus olema suurem kui mootoriõlidel. Kuid liiga kõrge viskoossus (eriti madalatel temperatuuridel) põhjustab mootori võimsuse kadude märgatavat suurenemist jõuülekande mehhanismides.

Kuna õli temperatuur jõuülekande mehhanismides on suhteliselt madal (45—50°), siis õli termilise stabiilsuse näitajad siin erilist tähtsust ei oma.

Transmissiooniõlil peab olema madal hangumistemperatuur, et õli hangumine ei takistaks traktori või auto käivitamist ega töötamist külmal ajal.

Transmissiooniõlidena kasutatakse laialdaselt vähepuhastatud või puhastamata jääkõlisid. Detailidele moodustuva õlikile tugevdamiseks lisatakse transmissiooniõlidele lisandeid.

§ 3. Konsistentsed määrded

Konsistentsed määrded kujutavad endast pakse määritavaid plastilisi produkte, mis saadakse mineraalõlide (75—90%) segamisel mitmesuguste paksendajatega (10—25%). Peale selle kuuluvad mõningate määrete koostisse stabiliseerivad ained, mis väldivad paksendajate eraldumist õlist.

Konsistentseid määrdeid kasutatakse traktorite ja autode selliste mehhanismide määrimiseks, millele vedela õli pidev juurdejuhtimine on raskendatud või mis ei pea kinni vedelat määret. Peale selle kasutatakse neid kaitsekatetena ning mitmesuguste tihenduste hermetiseerimiseks.

Sõltuvalt rasvhapete (paksendajate) päritolust jaotatakse konsistentsed määrded rasvasteks ja sünteetilisteks määreteks. Otstarbe järgi moodustavad konsistentsed määrded kolm põhirühma: antifriktsioonilised, kaitse- ja tihendavad määrded.

Konsistentsete määrete kvaliteedi põhilised näitajad on järgmised.

Kolloiidne stabiilsus iseloomustab määrde vastupanuvõimet temast vedela õli eraldamisele.

Homogeensus (ühtlus) iseloomustab paksendaja ühtlast jaotumist määrdes. Määrdes ei tohi leiduda seebikamakaid ega eraldunud õli.

Tilktäpiks nimetatakse temperatuuri, mille juures määre vedeldub ja langeb esimene tilk spetsiaalse aparaadi kapsli avast. Et vältida määrde väljatilkumist koostöötava sõlme vahelt, peab määrde tilktäpp ületama koostöötavate detailide temperatuuri vähemalt 15—20° võrra.

Penetratsioon iseloomustab määrdeaine konsistentsi või selle pehmust.

Vabade hapete ja leeliste sisaldus (koguseline), mis tekitavad korrosiooni ja muudavad määrde omadusi.

Mehaaniliste lisandite sisaldus määretes ei ole soovitav. Nende kõrvaldamine filtreerimise või settimise teel ei ole võimalik. Seepärast on määretes mehaaniliste lisandite sisaldus rangelt piiratud, abrasiivseid lisandeid aga nendes leiduda ei tohi.

Veesisaldus. Kaltsiumiseepide alusel valmistatud määretes on vesi stabiliseerivaks lisandiks, mille märgataval vähendamisel määre laguneb. Teistes määrdeainetes on veesisaldus mittelubatav või rangelt normeeritud.

Kasutamisalade järgi jaotatakse konsistentsed määrded kahte liiki: universaalsed (mis on laialt kasutatavad mitmesuguste masinate sõlmedes) ja *spetsiaalsed* (mida kasutatakse ainult teatud masinates ja sõlmedes).

Universaalsete konsistentsete määrete markides kasutatakse järgmist tähistust: У — universaalne; Н — madala sulamistemperatuuriga (tilktäpp kuni 65°); С — keskmise sulamistemperatuuriga (tilktäpp 65—100° piirides); Т — kõrge sulamistemperatuuriga (tilktäpp üle 100°); В — veekindel; М — külmakindel; З — kaitsemääre (antikorrosiooniline); С — sünteetiline; А — aktiviseeritud, s. o. sisaldab lisandeid.

Spetsiaalsete määrete markides tähistatakse esimese tähega tööstusharu, mille jaoks määre on ette nähtud: А — auto-traktorimääre; С — lennukimääre, teine täht aga mehhanismi, kus määret tuleb kasutada: К — kardaanimääre; Ш — šassiimääre jne.

XVI peatükk

MOOTORITE ÕLITUSSÜSTEEMID

§ 1. Mootorite õlitussüsteemide liigitus

Mootori õlitussüsteemiks nimetatakse mehhanismide ja seadmete komplekti, mis vastavate kanalite ja õlitorude kaudu juhib õli mootori detailide koostöötavatele pindadele.

Mootori detailide koostöötavatele pindadele juhitava õli hulk ja selle etteandmise viis sõltub töötingimustest — koormusest ja detailide suhtelisest liikumiskiirusest. Kasutusel on kolm õli etteandmise viisi: 1) paiskõlitamine, 2) pideva juurdevooluga surveõlitamine ja 3) perioodilise (pulseeriva) juurdevooluga surveõlitamine.

Sõltuvalt detailide koostöötavatele pindadele õli andmise viisist liigitatakse õlitussüsteemid kolme tüüpi: 1) paiskõlitussüsteemid, 2) surve- ehk sundõlitussüsteemid ja 3) kombineeritud õlitussüsteemid.

Paiskõlitusel paiskavad mootori liikuvad detailid karterisse valatud õli peene õliuduna laiali, mis langeb tilgakestena tööpindadele. Ehituselt on see süsteem äärmiselt lihtne, kuid sel on olulisi puudusi: 1) õlitamise intensiivsus väheneb õli tasapinna langemise või väntvõlli pöörete arvu

vähenemise tagajärjel; 2) kui traktor või auto töötab tõusudel või langudel, valgub õli karteri ühe külje või otsa poole, mistõttu mõningate detailide õlitamine jääb puudulikuks; 3) õli tsirkuleerimist ei ole võimalik suunata, mistõttu ei saa õli puhastada ega filtritest läbi juhtida.

Eeltoodud põhjustel pole paiskõlitussüsteemid laialt levinud. Käesoleval ajal kasutatakse niisugust õlitussüsteemi ainult käivitusmootoril П-46.

Suuremal osal auto-traktorimootoritest on *kombineeritud õlitussüsteemid.* Kõige rohkem koormatud detailidele (väntvõlli kepsu- ja raamlaagrid, jaotusvõlli laagrid jt.) juhitakse õli rõhu all. Ülejäänud detailid (silindrihülsside seinad, jaotusvõlli nukid ja tõukurid jt.) määritakse õliga, mis paisatakse mootori karteris laiali töötamise ajal.

Kütusepump, pöörete regulaator, ventilaator, veepump ja käivitusmehhanismid on varustatud iseseisvate õlitusseadmetega.

Kombineeritud õlitussüsteemis on seadmed õli puhastamiseks ja jahutamiseks. See aitab tunduvalt vähendada õlikulu ja mootori detailide kulumist.

Õlitussüsteem mootori kõikide detailide rõhu all õlitamiseks kujuneks konstruktsioonilt väga keeruliseks, mistõttu sellist süsteemi ei kasutata.

§ 2. Kombineeritud õlitussüsteem

Kombineeritud õlitussüsteemide ehituse ja töötamise tundmaõppimiseks vaatleme diiselmootori Д-54А ja mootori ГАЗ-51А õlitussüsteeme.

Diiselmootoris Д-54А valgub täitetorusse *41* (joon. 167) valatud õli tõukurite karbi *44* kaudu karteri õlivanni *22*. Õli taset karteris kontrollitakse õlimõõtevarda abil.

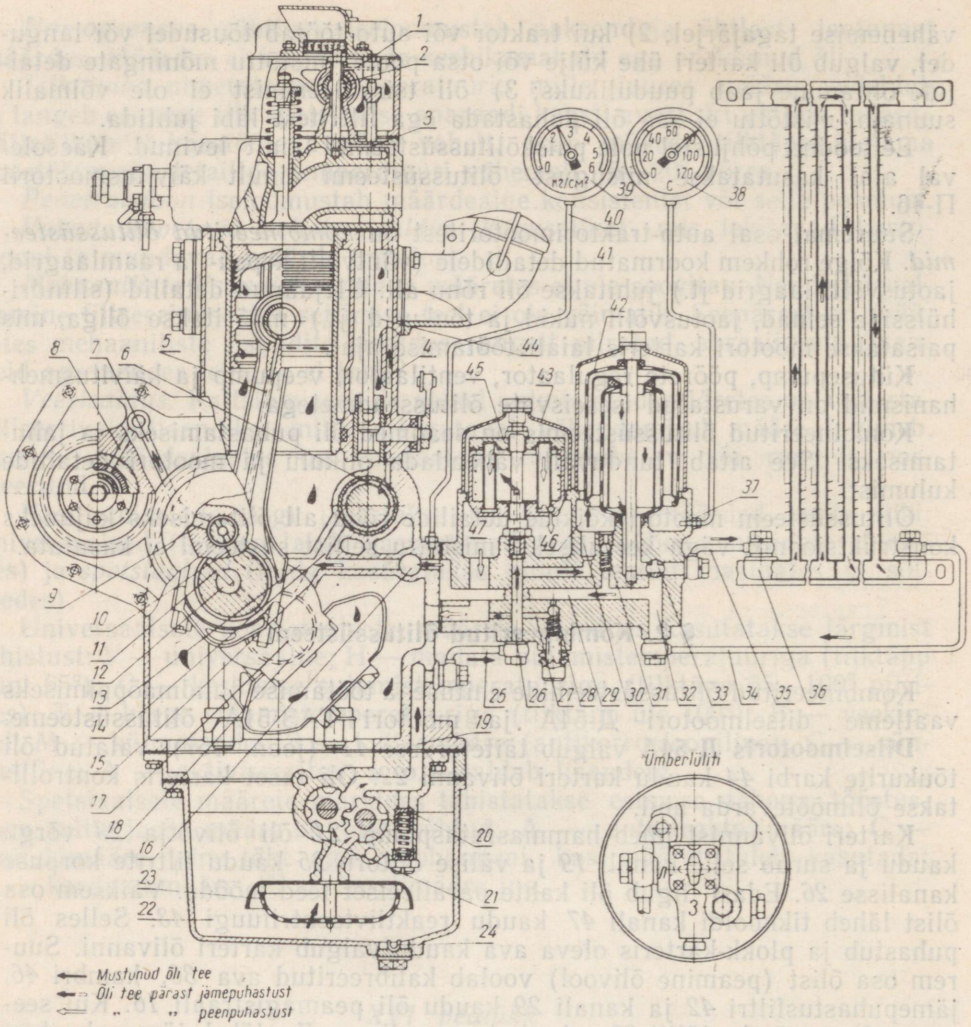
Karteri õlivannist imeb hammasrataspump *21* õli õlivõtja *23* võrgu kaudu ja surub selle kanali *19* ja välise õlitoru *25* kaudu filtrite korpuse kanalisse *26*. Edasi liigub õli kahte paralleelset teed mööda. Väiksem osa õlist läheb tikkpoldi kanali *47* kaudu reaktiivtsentrifuugi *43*. Selles õli puhastub ja plokk-karteris oleva ava kaudu valgub karteri õlivanni. Suurem osa õlist (peamine õlivool) voolab kalibreeritud ava *30*, kambri *46*, jämepuhastusfiltri *42* ja kanali *29* kaudu õli peamagistraali *16*. Kui seejuures kraan-ümberlüliti *33* paigutada asendisse «Л», läheb jämepuhastusfiltris puhastatud õli õliradiaatori *36* kaudu peamagistraali *16*, kui aga kraan-ümberlüliti seada asendisse «З», siis läheb puhastatud õli otse magistraali õliradiaatorit läbimata.

Peamagistraalist hargnevad viis horisontaalkanalit, mis juhivad õli raamlaagritele ja jaotusvõlli puksidesse. Nimetatud kanalite ja kaldkanali *15* kaudu läheb õli raamlaagrite liudadele, määrides nii laagriliudade tööpindu kui ka väntvõlli kaelu.

Väntvõlli põskede kaldkanalite *17* kaudu tungib õli raamlaagritest edasi väntvõlli vändakaelte settekogujatesse *12*, kus toimub õli täiendav puhastamine. Väntvõlli pöörlemisel paisatakse õlis leiduvad rasked lisandid tsentrifugaaljõudude toimel vastu kogujate *12* seinu, puhastatud õli aga läheb toru *11* kaudu kepsulaagritesse ja määrib nende liudade tööpindu ning väntvõlli vändakaelu.

Kepsulaagritest läheb õli kepsudes olevaid kanaleid *5* mööda üles kepsude ülemiste peade puksidesse ja määrib pukside ning kolvisõrmede tööpindu.

Raam- ja kepsulaagrite lõtkudest väljasurutav õli, samuti kepsude ülemiste peade pukside ja kolvisõrmede vahelt väljuv õli valgub koos silindri seintelt õlirõngaste poolt mahapühitud õliga karteri õlivanni, kust see laiali paisatakse silindrihülsside, kolbide, kolvisõrmede, tõukurite ja jaotusvõlli nukkide õlitamiseks.



Joon. 167. Diisli Д-54A reaktiivtsentrifuugiga õlitussüsteemi skeem:

1 — nookuri õlikanal; *2* — nookurivõlli siseruum; *3* — plokikaane õlikanal; *4, 9* ja *19* — õlikanalid plokk-karteris; *5* — kepsu õlikanal; *6* — jaotusvõlli õlisoon õli suunamiseks klapimehhanismile; *7, 11* ja *25* — õlitorud; *8* — kanal; *10* — kaldkanal; *12* — settekoguja vändakaelas; *13, 14* ja *15* — õlikanalid; *16* — õli peamagistraal; *17* — kaldkanal väntvõllis; *18* — raamlaagri liud; *20* — reduktsiooniklapp; *21* — õlipump; *22* — karteri põhi; *23* — õlivõtja; *24* — magnetkork; *26* — õlikanal; *27* — õli äravoolu kanal; *28* — mõõdavooluklapp; *29* — kanal õli juhtimiseks peamagistraali; *30* — kalibreeritud ava; *31* — kaitseklapp; *32* — kanal jahutatud õli ärajuhtimiseks; *33* — kraan-ümberlüliti; *34* ja *35* — õlitorud; *36* — õliradiaator; *37* — distantstermomeetri andur; *38* — distantstermomeeter; *39* — manomeeter; *40* — toru; *41* — õlitäitetoru; *42* — õli jämepuhastusfilter; *43* — reaktiivtsentrifuug; *44* — tõukurite karp; *45* — tsentrifuugi rootor; *46* — jämepuhastusfiltri kamber; *47* — kanal tikkpoldis.

Kanalid *14* on kanalite *15* jätkuks, mis juhivad õli esimesele, kolmandale ja viiendale raamlaagrile. Kanalite *14* kaudu pääseb õli jaotusvõlli pukside välispinnal olevatesse ringsoontesse ja sealt pukside seinte kanalite kaudu jaotusvõlli tugikaeltele.

Klappmehhanismi määritakse jaotusvõlli eesmisse puksi tuleva õliga. Jaotusvõlli eesmise tugikaela poolümar soon *6* kohtub jaotusvõlli ühe pöörde kestel üks kord puksis oleva avaga. Selle ava ja soone *6* kaudu suunatakse õli perioodiliselt surve all plokk-karteri vertikaalkanalisse *4* ning edasi plokikaane kanalit *3* mööda nookurite võlli eesmisse sambasse.

Nookurite sambast läheb õli võllide siseruumi *2* kaudu nookurite pukside juurde, seejärel aga kanalitest *1* reguleerimispoltidele, õlitades vii-

maste peasid. Liigne õli väljub varraste ülemiste otsikute süvenditest ja valgub karterisse.

Nookurivõllide ja nende pukside vahelistest lõtkudest väljuv õli piserdub kupli sees laiali ja määrib nookuritaldu ning klapivarsi. Liigne õli valgub klapikambrist drenaažkanalite kaudu karterisse.

Tõukurvardaid ja drenaažkanaleid mööda karterisse valguv õli määrib tõukurvarraste alumisi otsi ja nende pukse.

Õli peamagistraalist *16* läheb õli kanalite *13* ja *10* kaudu vahehammasratta sõrme ringsoonde, kust valgub sõrmes olevate telg- ja radiaalkanalite kaudu vahehammasratta puksi ja sõrme tööpindadele.

Sõrme radiaalkanalist läheb õli vahehammasratta rummu kaldkanalitesse. Nendest kanalitest paisatakse õli tsentrifugaaljõu toimel välja hammasratta põial olevasse ringtaskusse, ning sealt kolme augu kaudu hambuvate hammasrataste hammastele ja paisatakse laiali jaotushammasrataste karbis.

Vahehammasratta sõrme telgkanalist pääseb õli plokk-karteri kanali *9*, toru *7*, jaotuskarbi seina kanali *8* ja seadeääriku *2* (vt. joon. 143) kanali *3* kaudu pukside *15* ja *12* tööpindadele.

Jaotushammasratastega laialipaisatav õli määrib ventilaatori ajami, töötundide lugeja ja õlipumba ajami vahehammasratta pukside tööpindu.

Õli rõhu kontrollimiseks peamagistraalis ja temperatuuri kontrollimiseks õlifiltrites on armatuurlauale paigutatud manomeeter *39* (joon. 167) ja distantstermomeeter *38*.

Normaalne õlitemperatuur täiskoormusel töötaval diiselmootoril on 70—80° piirides, kuid mitte üle 90°. Niisuguse õlitemperatuuri ja nominaalse pöörete arvu puhul peab diisli õlirõhk kõikuma 1,7—2,5 kg/cm² piirides. Minimaalne lubatav õlirõhk süsteemis ei tohi langeda alla 1 kg/cm². Külma mootori käivitamisel, kui õli on veel jahe ja sitke, ei tohi rõhk ületada 4 kg/cm².

Õlitussüsteemis on kolm automaatselt töötavat klappi: õlipumba reduktsiooniklapp, kaitseklapp ja möödavooluklapp.

Reduktsiooniklapp *20* laseb õli pumba surveruumist tagasi karterisse siis, kui õli rõhk tõuseb viskoossuse tõttu (näiteks külma diiselmootori käivitamisel).

Kaitseklapp *31* on paigaldatud jämepuhastusfiltri ette ning laseb õli vahetult peamagistraali *16* ilma jämepuhastusfiltrit läbimata siis, kui filtrielemendid on üleliia mustunud, ja ka õli suure viskoossuse puhul.

Möödavooluklapp *28* hoiab peamagistraalis normaalse õlirõhu. Rõhu suurenemisel üle ettenähtud piiri avaneb möödavooluklapp ja laseb liigse õli karterisse.

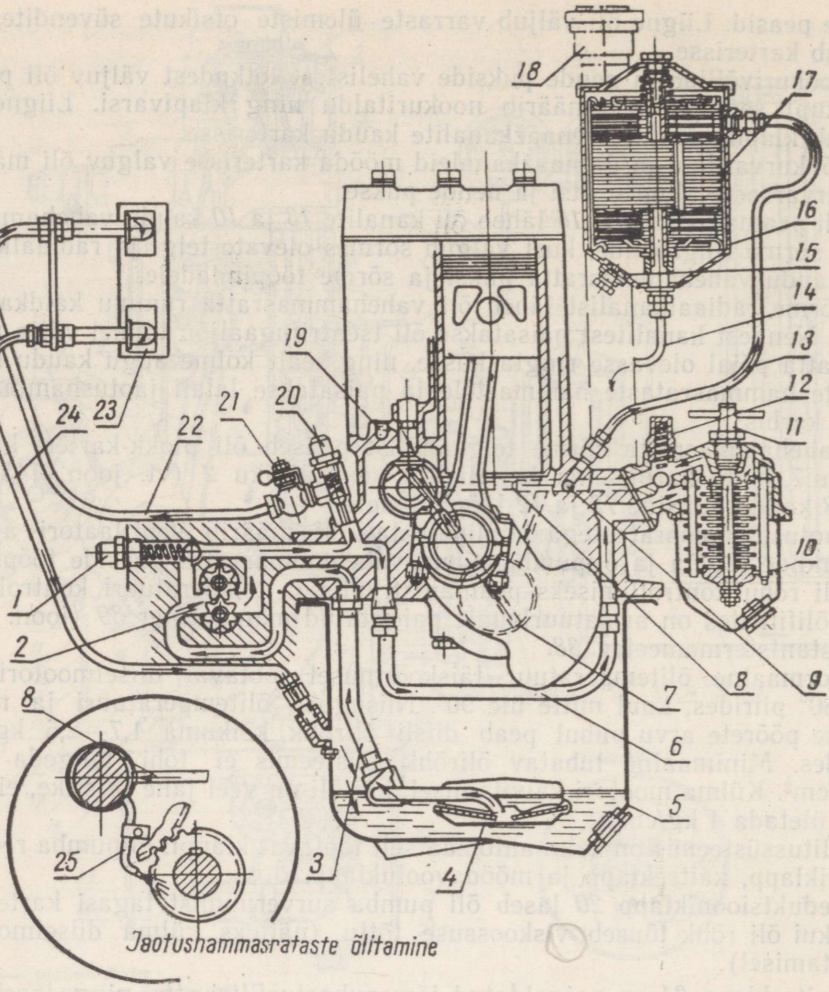
Karteri õlivannist lastakse õli välja korgiga *24* suletud ava kaudu.

Veepumba, pingutusrulli, diisli juhtimisajami ja generaatori laagreid määritakse perioodiliselt õlitite või avade kaudu, mis on suletavad korkidega.

Mootoril ГАЗ-51А valatakse õli täitetoru *18* (joon. 168) kaudu karteri õlivanni *5*. Õli hulka karteris kontrollitakse õlimõõtevardal olevate märkide järgi.

Hammasratas-õlipump *2* imeb karteri õlivannist õli õlivõtja *4* kaudu ja surub selle mööda toru *6* jämepuhastusfiltrisse *10*. Jämedatest lisanditest (mille suurus on üle 0,08 mm) ja vaikainetest puhastatud õli surutakse filtrist *10* peamagistraali *9*, mis asub plokk-karteris. Peamagistraalist *9* suunatakse õli nelja ristkanali *8* kaudu väntvõlli raamlaagritele ja jaotusvõlli laagritele. Raamlaagritest läheb õli väntvõllis olevate kaldkanalite *7* kaudu kepsulaagritele.

Väntvõlli ja jaotusvõlli laagritest ning kepsu alumise pea aukudest väljuv õli paisatakse karteris laiali ja tekitab selles õliudu, mis sadeneb



Joon. 168. Mootori ГАЗ-51А õlitussüsteemi skeem:

1 — reduktsiooniklapp; *2* — õlipump; *3* — õlipumba vastuvõtutoru; *4* — ujuv õlivõtja; *5* — karteri põhi; *6* — toru; *7* — õlikanal võllikaelast vändakaela; *8* — vänt- ja jaotusvõlli laagrite õlikanalid; *9* — õlipeamagistraal; *10* — õli jämepuhastusfilter; *11* — õli jämepuhastusfiltri käepide; *12* — õli jämepuhastusfiltri kaitseklapp; *13* — survetoru; *14* — äravoolutoru; *15* — kork; *16* — õli peenpuhastusfilter; *17* — vahetatav filtrielement; *18* — õlitäitetoru; *19* — õlitasku; *20* — õliradiaatori möödavooluklapp; *21* — õliradiaatori lülituskraan; *22* — õliradiaatori survevoolik; *23* — õliradiaator; *24* — õliradiaatori tagasivooluvoolik; *25* — toru.

silindrite, kolbide, tõukuritaldrikute ja jaotusvõlli nukkide pindadele ning määrib neid.

Tõukuritele valgub õli isevoolu teel klapikarbi spetsiaalsetest taskutest *19*. Klapivarsi määritakse klapikambris laialipaiskuva õliga.

Jaotusvõlli eesmisest laagrist antakse õli pulseerivalt toru *25* kaudu jaotusvõlli hammasratastele.

Paralleelselt peamagistraaliga on lülitatud õli peenpuhastusfilter *16*, mida pidevalt läbib osa õlist, mis läheb tagasi karterisse.

Õli jahutamiseks, kui välisõhu temperatuur tõuseb üle 20°, on õliradiaator *23*, sellesse õli suunamiseks lülituskraan *21*.

Süsteemis kontrollitakse õli rõhk manomeetriga. Auto liikumisel kiirusega 50 km/h peab normaalne õlirõhk olema 2—4 kg/cm². Külma, soojenemata mootori töötamisel võib õlirõhk tõusta kuni 4,5 kg/cm², kuuma ilma

korral aga langeda kuni 1,5 kg/cm². Tühikäigu väikestel pööretel peab õlirõhk olema umbes 1 kg/cm².

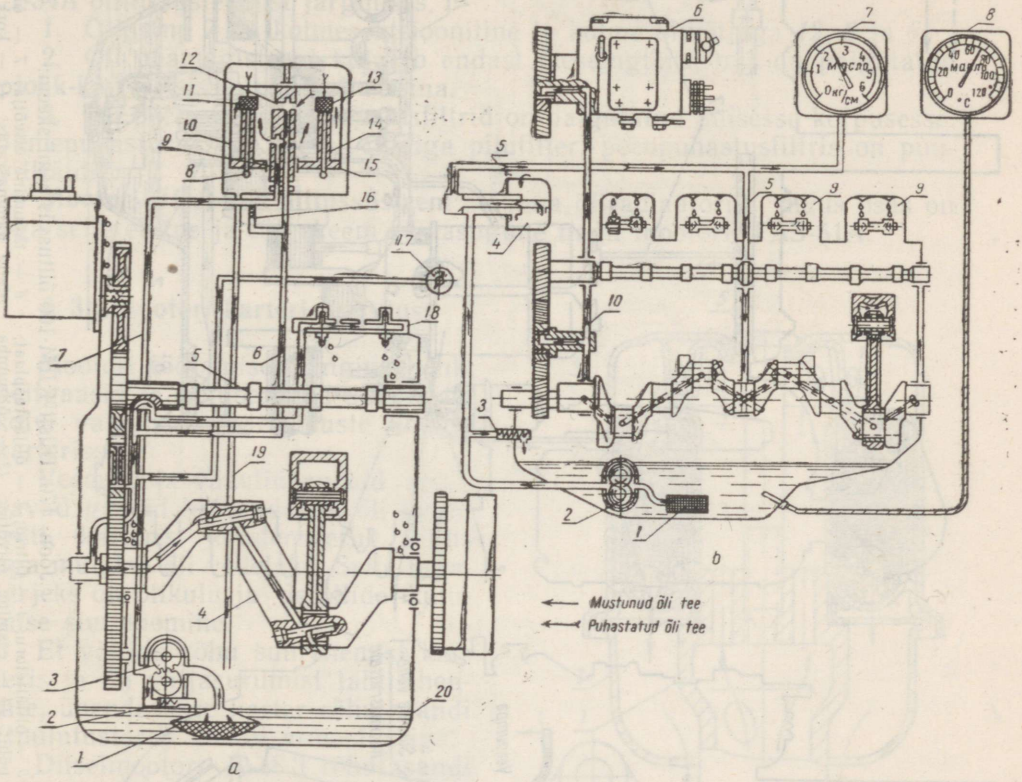
Õlitussüsteemis on kolm automaatselt töötavat klappi: reduktsiooniklapp *1*, kaitseklapp *12* ja möödavooluklapp *20*.

Reduktsiooniklapi ja kaitseklapi ülesanded on samad mis mootoril Д-54А. Möödavooluklapp annab õlile võimaluse tsirkuleerida läbi õliradiaatori *23*, kui rõhk õlitussüsteemis ületab 1 kg/cm².

Veepumba ja mootori elektriseadmete laagreid määritakse perioodiliselt nendel olevate õlitite kaudu.

Diiselmootorite Д-20, СМД-7, Д-48Л ja Д-75 õlitussüsteemide skeemid on põhiliselt samasugused nagu diislil Д-54А.

Mootori Д-48Л õlitussüsteemis on kolm automaatselt töötavat klappi: kaitseklapp, mis laseb filtreerimata õli magistraali siis, kui õli on liiga sitke või kui filtrielemendid on mustusest ummistunud; reduktsiooniklapp laseb õli külma mootori puhul radiaatorist mööda; möödavooluklapp avaneb õli rõhul 2,1—2,6 kg/cm².

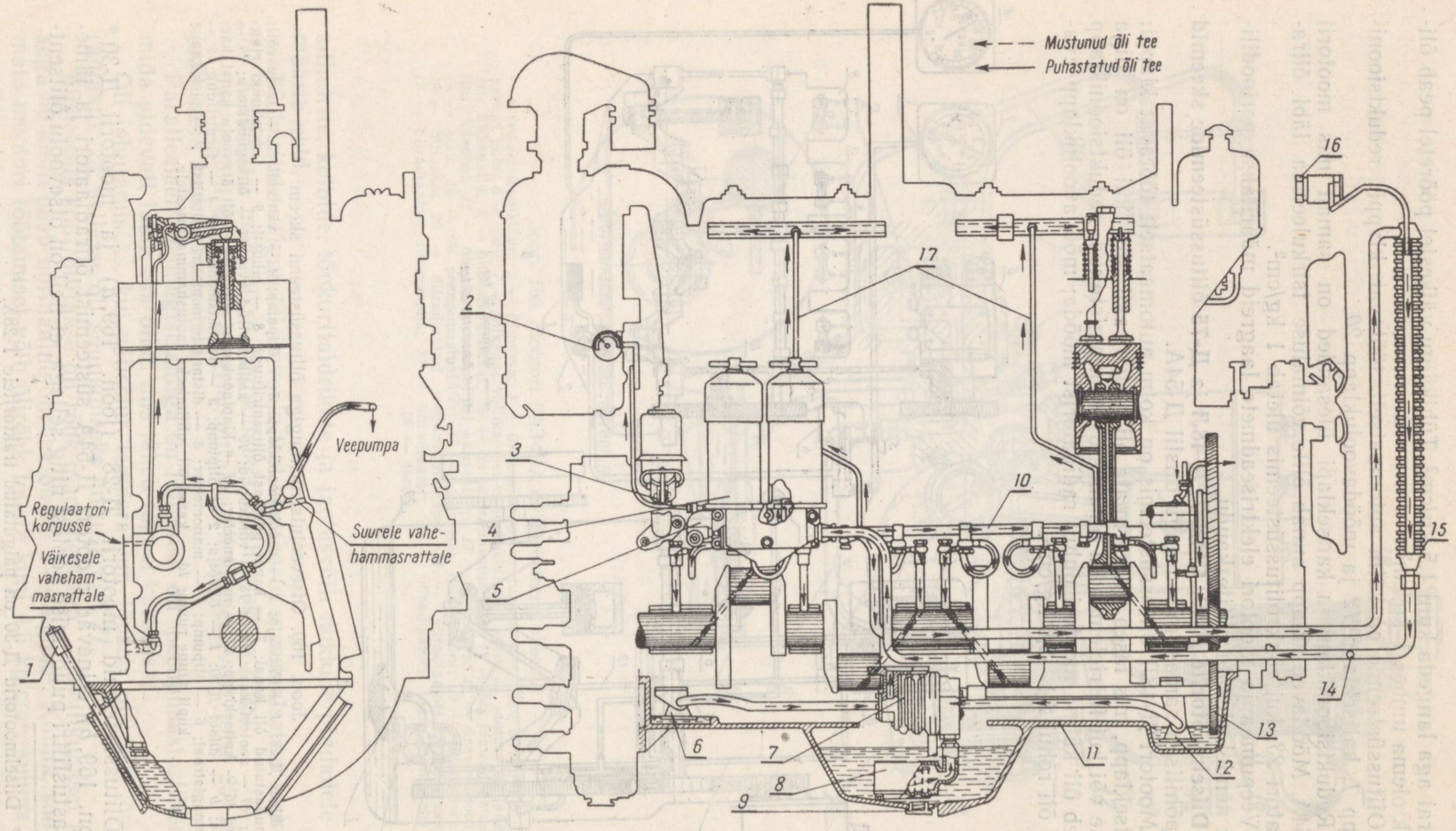


Joon. 169. Otsevoolutsentrifuugiga õlitussüsteemi skeem:

a — diisel Д-28: *1* — õlivõtja; *2* — reduktsiooniklapp; *3* — õlipump; *4* — väntvõll; *5* — jaotusvõll; *6* — puhastatud õli kanal; *7* — kanal pumbast õlitsentrifuugi; *8* — pihusti; *9* — tsentrifuugi ringruum; *10* — rootori kaas; *11* ja *13* — võrkkuplid; *12* — kalibreeritud ava; *14* — õlikogumistoru; *15* — rootor; *16* — kaitseklapp; *17* — manomeeter; *18* — klapinookurite võll; *19* — õli äravoolu kanal karterisse; *b* — diisel Д-30: *1* — õlivõtja; *2* — õlipump; *3* — reduktsiooniklapp; *4* — tsentrifuug; *5* — õlipeamagistraal; *6* — õlipump; *7* — manomeeter; *8* — distantstermomeetri näiteriist; *9* — plokikaane kupli alune ruum; *10* — kanal õli juhtimiseks jaotushammasratastele.

Õlitussüsteemid mootoril Д-28 (joon. 169, *a*) ja mootoril Д-30 * (joon. 169, *b*) erinevad mootori Д-54А süsteemist õliradiaatori ja jämepuhastusfiltri puudumise poolest ning sellega, et neil on otsevoolu õlitsent-

* Diiselmootorid Д-30 on paigutatud traktoritele Т-28Х.



Joon. 170. Diisli КДМ-100 õlitussüsteemi skeem:

1 — õlimõõtevarras; *2* — manomeeter; *3* — õlitäitetoru; *4* — filtrid; *5* — õlijaotusplaat; *6* — tagumine õlivõtja; *7* — õlipump; *8* — tsentraalne õlivõtja; *9* — magnetkork; *10* — õlipeamagistraal; *11* — karteri põhi; *12* — eesmine õlivõtja; *13* — õlipumba ajami hammasratas; *14* — kork õli väljalaskmiseks radiaatorist; *15* — õliradiaator; *16* — õliradiaatori õhuava kork; *17* — toru õli juhtimiseks nookurite võllidele.

rifuug. Niisuguse süsteemi iseärasuseks on see, et kogu õlipumba poolt süsteemi suunatav õli puhastatakse reaktiivtsentrifuugis.

Diislil Д-16 toimub klappmehhanismi õlitamine ežektsiooniliselt (õhuvoolu poolt kaasaimetava õliga). Klapikarp on kaane ja seadetihvti kanalite kaudu ühendatud sisselaskekanaliga plokikaanes. Õhu sisseimemisel silindrisse tekib klapikarbis alarõhk. Seepärast voolab klapikarpi tõukuri puksi soone ja tõukurvarda ning kesta vahelt peene õliuduga segatud õhku karterist. Klapikarbis sadeneb õli klappmehhanismile ja määrib seda. Osa õlist sadeneb klapikarbi ülemises osas kaane siseküljel olevatele prismakujulistele näsadele ja tilgub sealt nookurites olevatesse aukudesse nende pukside määrimiseks. Mootori Д-30 klappmehhanismi määrimine toimub samuti kui mootoril Д-16.

Õlitemperatuuril 80—90° ja väntvõlli nominaalse pöörete arvu puhul peab õli rõhk peamagistraalis olema diislil Д-20 vähemalt 1,8 kg/cm², diislil Д-28 aga 1,5—2,5 kg/cm² piirides.

Diiselmootori КДМ-100 õlitussüsteem (joon. 170) erineb mootori Д-54А õlitussüsteemist järgmises.

1. Õlipump *7* on kolmesektsiooniline ja kolme õlivõtjaga *12*, *8* ja *6*.
2. Õli peamagistraal kujutab endast messingtoru, mis on paigutatud plokk-karteri sisse, piki selle seina.
3. Õli peen- ja jämepuhastusfiltrid on paigutatud ühisesse korpusesse. Jämepuhastuseks on metall-lindiga pilufilter, peenpuhastusfiltris on puuvilltäidis.

Mootori ЗИЛ-164 õlitussüsteem on ilma õliradiaatorita, muus osas on aga selle ehitus ja töö skeem samasugune nagu mootoril ГАЗ-51А.

§ 3. Mootori karteri tuulutus

Mootori töötamisel tungivad õhk, heitgaasid ja kütuseaurud silindri ja kolvi vaheliste ebatiheduste kaudu karterisse.

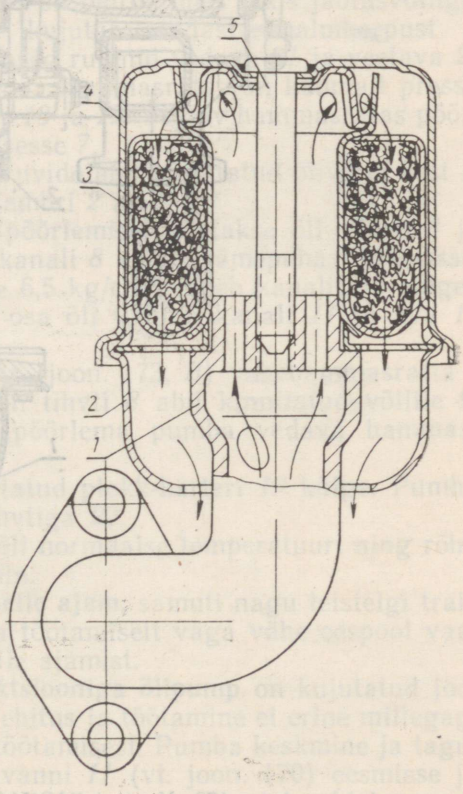
Veeauru ja väävliühendeid sisaldavad gaasid halvendavad õli kvaliteeti, karteris kondenseeruv kütus aga muudab õli vedelaks. Selle tagajärjeks on õlikulu ja detailide kulumise suurenemine.

Et vältida rõhu suurenemist karteris ja õli väljasurumist läbi tihendite, ühendatakse karter rõhutasandi (tuulutustoru) kaudu atmosfääriga.

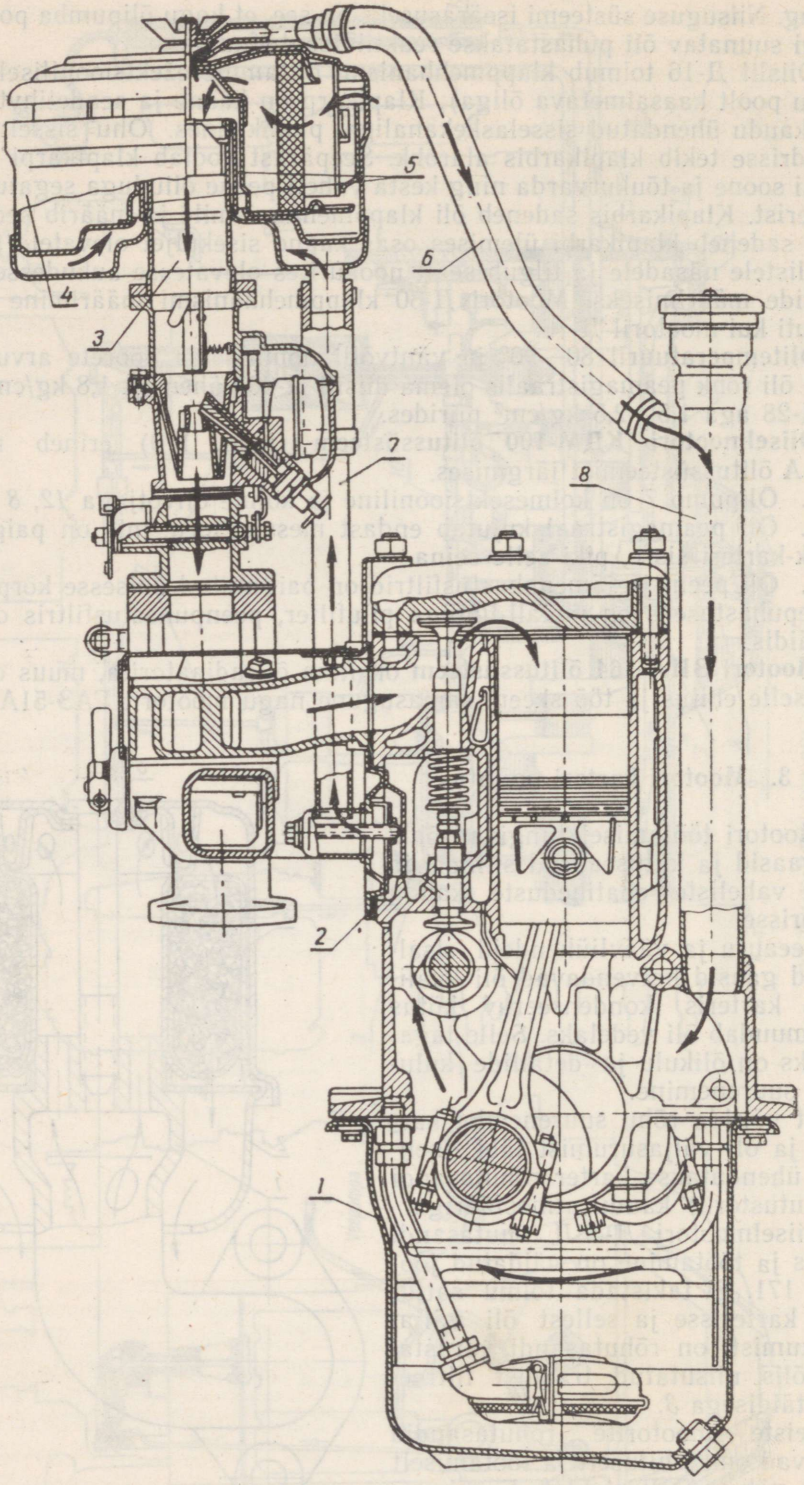
Diiselmootori Д-48Л rõhutasandi ehitus ja töötamine on näidatud joonisel 171. Et takistada tolmu sattumist karterisse ja sellest õli väljapaiskumist, on rõhutasandi varustatud õlis niisutatud traadist filtreeriva täidisega *3*.

Teiste mootorite rõhutasandid erinevad oma ehituselt ja töötamiselt väga vähe ülalkirjeldatud rõhutasandist.

Et vähendada detailide kulumist ja vältida õli kvaliteedi halvenemist on enamikul karburaatormootoritest



Joon. 171. Diisli Д-48Л rõhutasandi:
1 — ühendustoru; *2* — kauss; *3* — traattäidis; *4* — välimine kuppel; *5* — pingutuspolt.



Joon. 172. Mootori ГАЗ-51А karteri tuulutus (klappideta):

1 — karteri põhi; *2* — klapikarbi tagumine kaas; *3* — tsentraalne õhutoru; *4* — õhupuhasti; *5* — ringpilu; *6* — sissevoolutoru; *7* — väljatõmbetoru; *8* — õli täitetoru.

karteri sundventilatsioon, mis pidevalt eemaldab sellest heitgaase ja kütuseaure.

Mootori ГАЗ-51А karteri ventilatsioon (joon. 172) (klappideta) töötab rõhkude vahe arvel õhupuhasti *4* kahes punktis, kuhu on ühendatud sissevoolutoru *6* ja tõmbetoru *7*. Karterigaasid satuvad klapikambri ja toru *7* kaudu õhupuhasti alumisse ossa. Õhuvoolu kiiruse järsul vähenemisel eralduvad siin gaasidega kaasakantud õliosakesed ja valguvad tagasi karterisse. Edasi lähevad gaasid ringpilu *5* ja õhupuhasti kesktoru kaudu koos puhta õhuga karburaatorisse. Puhas õhk voolab karterisse toru *6* kaudu õhupuhasti ülemisest osast, kus alarõhk on üsna väike.

Mootori ЗИЛ-164 karteri ventilatsioon erineb mootori ГАЗ-51А omast sellega, et siin pääseb õhk karterisse spetsiaalse õhupuhasti kaudu, mis on paigutatud karteri õlitäitetorule.

§ 4. Õlipumpade ehitus

Õlipumba ülesandeks on suruda õli mootori õlitussüsteemi. Autode ja traktorite mootoritel kasutatakse hammasratas-õlipumpi. Oma tööpõhimõttelt ei erine need pumbad kütuse etteandmise hammasrataspumpadest, mida kirjeldati IX ptk. § 4.

Hammasrataspumbad on kolme sektsiooniga (mootoril КДМ-100), kahe sektsiooniga (mootor Урал-353А) ja ühe sektsiooniga (kõik ülejäänud auto-traktorimootorid).

Traktorimootorite õlipumbad käitatakse väntvõlli jaotushammasrattalt, automootoritel aga hammasrattalt, mis on tehtud ühes tükis jaotusvõlliga.

Diiselmootori Д-54А õlipump kujutab endast malmkorpust *7* (joon. 173, *A*), millesse on treitud täpsed ruumid vedava *21* ja veetava *24* terashammasratta paigutamiseks. Vedav hammasratas on kuumalt pressitud võllile *6*, mis pöörleb kahes puksis *18* ja *19*. Veetav hammasratas pöörleb sõrmel *10*, mis on pressitud korpusesse *7*.

Õlivõtukanali *5* ääriku külge on kruvide abil kinnitatud õlivõtja kest *1*. Viimase külge kinnitub võrk *3* lookklambri *2* abil.

Pumba hammasrataste *21* ja *24* pöörlemisel imetakse õli võrgu *3* ja kanali *5* kaudu pumpa ja surutakse kanali *8* kaudu jämepuhastusfiltrisse.

Kui kanalis õli rõhk suureneb üle 6,5 kg/cm², läheb kanalit *11* sulgev reduktsiooniklapi kolb *12* alla ning osa õli valgub kanali *11* ja ava *13* kaudu karteri õlivanni.

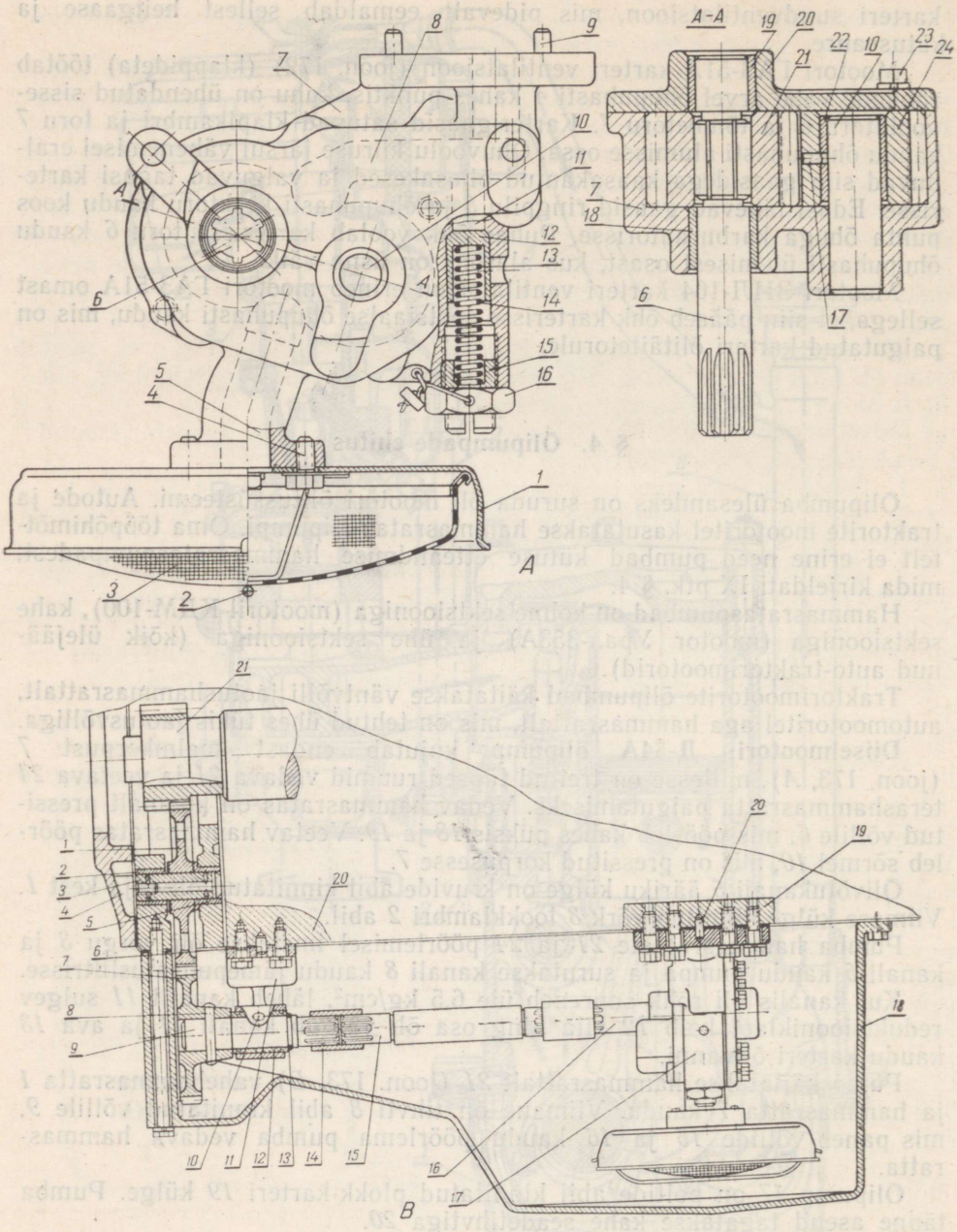
Pump käitatakse hammasrattalt *21* (joon. 173, *B*) vahehammasratta *1* ja hammasratta *7* kaudu. Viimane on tihvti *8* abil kinnitatud võllile *9*, mis paneb võllide *15* ja *16* kaudu pöörlema pumba vedava hammasratta.

Õlipump *17* on poltide abil kinnitatud plokk-karteri *19* külge. Pumba täpne asend tagatakse kahe seadetihvtiga *20*.

Mootori normaalsetel pööretel ja õli normaalse temperatuuri ning rõhu korral on õlipumba tootlikkus 40 l/min.

Diiselmootori Д-48Л õlipump ja selle ajam, samuti nagu teistelgi traktorimootoritel erineb oma ehituselt ja töötamiselt väga vähe eespool vaadeldud diisli Д-54А õlipumbast ja selle ajamist.

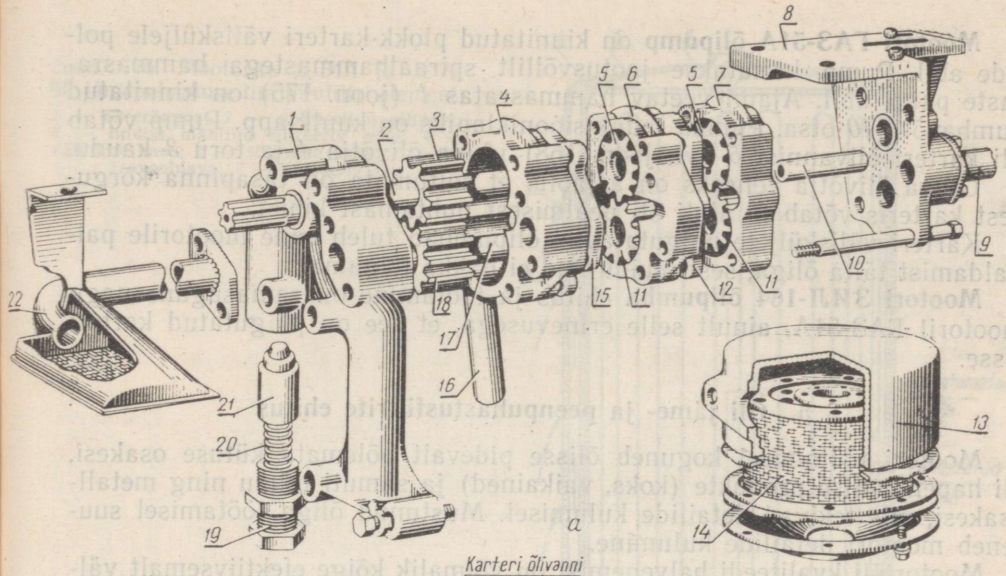
Diiselmootori КДМ-100 kolme sektsiooniga õlipump on kujutatud joonisel 174. Selle pumba iga sektsiooni ehitus ja töötamine ei erine millegagi ühe sektsiooniga pumba ehitusest ja töötamisest. Pumba keskmine ja tagumine sektsioon pumpavad karteri õlivanni *11* (vt. joon. 170) eesmisse ja tagumisse ossa kogunenud õli vanni keskmisse ossa, eesmine sektsioon aga surub õli filtritesse *4*. Selline ehitus tagab mootori kindla määrimise ka siis, kui traktor töötab tõusudel või langudel.



Joon. 173. Õlipump ja selle ajam (diisel Д-54A):

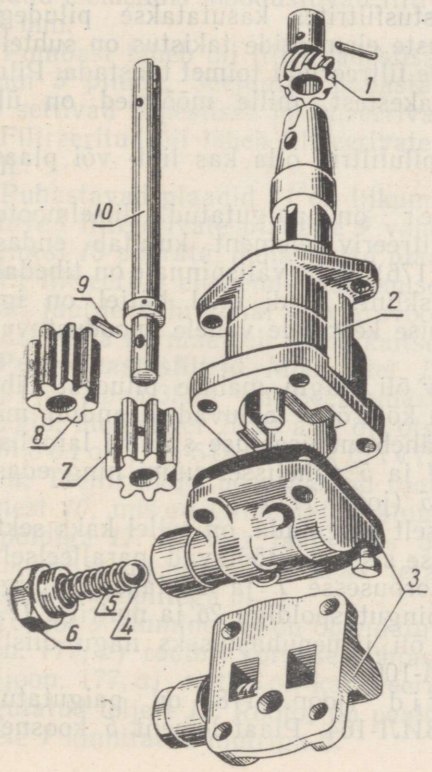
A — õlipump; *1* — õlivõtja kest; *2* — lookklamber; *3* — võrk; *4* — polt; *5* — õlivõtukanal; *6* — võll; *7* — korpus; *8* — survekanal; *9* — seadetihvt; *10* — veetava hammasratta sõrm; *11* — kanal õli juhtimiseks karteri põhja; *12* — väike kolb; *13* — ava õli valgumiseks karteri põhja; *14* — vedru; *15* — reguleerimiskruvi; *16* — mutter; *17* — veetava hammasratta sõrme õliava; *18* ja *19* — võlli *6* puksid; *20* — kaas; *21* — vedav hammasratas; *22* — veetava hammasratta puks; *23* — polt; *24* — veetav hammasratas; *B* — õlipumba ajam: *1* — vahehammasratas; *2* ja *5* — puksid; *3* — vahehammasratta võll; *4* — õlitasku; *6* ja *20* — seadetihvtid; *7* — ajamihammasratas; *8* — tihvt; *9* — ajamivõll; *10* — õliava; *11* — kronstein; *12* — puks; *13* — vedrurõngas; *14* — nuutmuhv; *15* — vahevõll; *16* — õlipumba võll; *17* — õlipump; *18* — karteri põhi; *19* — plokk-karter; *21* — väntvõlli hammasratas.

Kõik kolm pumba sektsiooni on monteeritud ühte plokki ja eraldatud üksteisest plaatidega *12* (joon. 174) ja *15*. Pumba reduktsiooniklapp reguleeritakse õlirõhule 3—3,5 kg/cm².



Joon. 174. Diisli КДМ-100 kolmesektsiooniline õlipump:

a — detailid; *b* — töötamise skeem; *1* — pumba eesmine kaas; *2* — vedavate hammasrataste võll; *3* — vedav survehammasratas; *4* — survesektsiooni korpus; *5* — vedav ammutushammasratas; *6* — eesmise ammutussektsiooni korpus; *7* — tagumise ammutussektsiooni korpus; *8* — pumba tagumine kaas koos kronsteiniga; *9* — tagumise õlivõtja toru; *10* — survesektsiooni toru; *11* — veetav ammutushammasratas; *12* — ammutussektsiooni plaat; *13* — tsentraalse õlivõtja korpus; *14* — võrkfilter; *15* — survesektsiooni plaat; *16* — äravoolutoru; *17* — veetavate hammasrataste telg; *18* — veetav survehammasratas; *19* — reduktsioonklapi reguleerimiskruvi; *20* — vedru; *21* — väike kolb; *22* — eesmine õlivõtja ja selle toru.



Joon. 175. Mootori ГАЗ-51А õlipump (detailid):

1 — pumba ajami veetav hammasratas; *2* — korpus; *3* — kaas; *4* — kuul; *5* — vedru; *6* — kork; *7* — pumba vedav hammasratas; *8* — pumba veetav hammasratas; *9* — tihvt; *10* — võll.

Mootori ГАЗ-51А õlipump on kinnitatud plokk-karteri väliskülgedele poltide abil. Pump käitatakse jaotusvõllilt spiraalhammastega hammasrataste paari abil. Ajami veetav hammasratas *1* (joon. 175) on kinnitatud pumbavõlli *10* otsa. Pumba reduktsiooniklapiks on kuulklapp. Pump võtab õli karteri õlivannist *5* (vt. joon. 168) ujuva õlivõtja *4* ja toru *3* kaudu. Ujuva õlivõtja eeliseks on asjaolu, et sõltumata õli tasapinna kõrgusest karteris võtab ta alati õli pealmisest puhtamast kihist.

Karteri väliskülgedele paigutatavad õlipumbad tuleb enne mootorile paigaldamist täita õliga, sest muidu nad ei hakka töötama.

Mootori ЗИЛ-164 õlipumba ehitus ja töötamine on samasugune nagu mootoril ГАЗ-51А, ainult selle erinevusega, et see on paigutatud karteri sisse.

§ 5. Õli jäme- ja peenpuhastusfiltrite ehitus

Mootori töötamisel koguneb õlisse pidevalt põlemata kütuse osakesi, õli hapendumise produkte (koks, vaikained) ja samuti tolmu ning metallosakesi, mis tekivad detailide kulumisel. Mustunud õliga töötamisel suureneb mootori detailide kulumine.

Mootoriõli kvaliteedi halvenemist on võimalik kõige efektiivsemalt vältida õli filtreerimise teel. Filtrite abil on võimalik õlist eemaldada mitte ainult võrdlemisi suuri metalliosakesi ja mitmesuguseid mehaanilisi lisandeid, vaid ka valdav osa peenimaid tolmuosakesi, liiva ja setteid, mis asuvad õlis hõljuvas olekus. Ebasoovitavate lisandite kiire eemaldamisega õlist ei vähene mitte üksnes abrasiivne kulumine, vaid sellega pidurdatakse ühtlasi tunduvalt õli enda vananemist.

Seepärast on mootorid varustatud õlifiltritega. Kasutatakse kahte liiki filtreid: a) jämepuhastusfiltreid, mis eemaldavad õlist ainult jämedamad mehaanilised lisandid ja setted; b) peenpuhastusfiltreid, mis eraldavad õlist mitmesuguste lisandite osakesed, mille suurus on ainult mõni tuhandik millimeetrit. Filtrite põhiosaks on filtreeriv element.

Jämepuhastusfiltrid. Õli jämepuhastusfiltrites kasutatakse piludega filtreerivaid metallist elemente. Niisuguste elementide takistus on suhteliselt väike. Mustumisel on võimalik nende filtreerivat toimet taastada. Pilu-elemendid puhastavad õli mustuseosakestest, mille mõõtmed on üle 0,09 mm.

Sõltuvalt konstruktsioonist võivad pilufiltrid olla kas lint- või plaatelementidega.

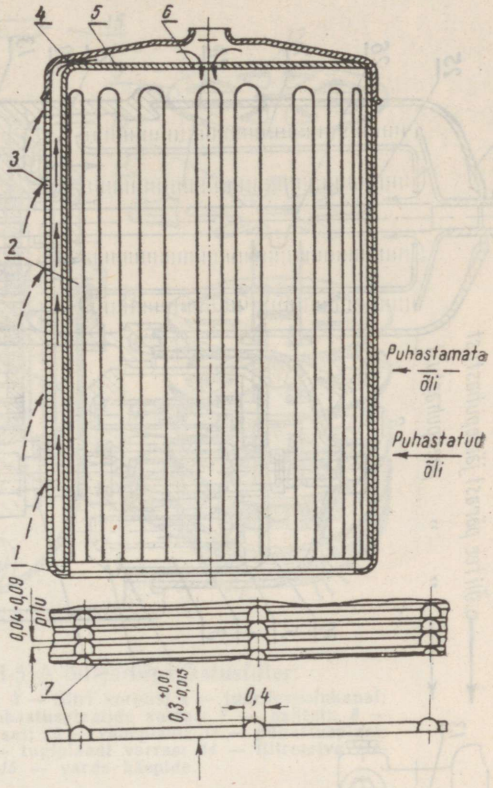
Lintelemendiga pilufilter on paigutatud diiselmootoritele Д-54А ja Д-75. Niisugune filtreeriv element kujutab endast gofreeritud (lainelist) silindrit *2* (joon. 176), mille välispinnale on tihedalt keerd keeru kõrvale mähitud valgevasklint. Lindi ühel küljel on iga 3,5 mm järel kühmukene, mistõttu mähise keerdude vahele moodustuvad 0,04 — 0,09 mm laiused pilud.

Pumba jämepuhastusfiltrisse surutav õli tungib mähise piludest läbi, kusjuures mähise välispinnale *3* jäävad kõik õlis leiduvad lisandid, mis ei mahu piludest läbi. Filtreeritud õli läheb mähisealuse silindri lainelise pinna soonte (voltide) kaudu kaante *4* ja *5* vahelisse ruumi ning edasi avast *6* jämepuhastusfiltri keskruumi *25* (joon. 177).

Et elementi oleks võimalik kompaktselt paigutada, on sellel kaks sektsiooni *27* ja *28*, mis on asetatud teineteise sisse ja töötavad paralleelselt. Mõlemad sektsioonid asetatakse filtri korpusesse *1* ja kaetakse kupliga *11*. Sektsioonid ja kuppel kinnitatakse pingutuspoldiga *26* ja mutriga *12*.

Sama tüüpi filtreerivad elemendid õli jämepuhastuseks nagu diislil Д-54А on ka mootoritel Д-48Л ja КДМ-100.

Plaatelemendiga pilufiltrid (joon. 178) on paigutatud mootoritele ГАЗ-51А, М-20, М-21 ja ЗИЛ-164. Plaatelement *5* koosneb



Joon. 176. Mootorite Д-54A ja Д-75 õli jämepuhastuse lint-pilufiltri element: *1* — äärerõngas; *2* — gofreeritud silinder; *3* — lindist mähitud filtreeriv pind; *4* — välimine kaas; *5* — sisemine kaas; *6* — õli äravooluava; *7* — filtreeriv lint.

suurest hulgast vaheldumisi asetatud filtreerivatest plaatidest *9* ja vaheplaatidest (tähekujulistest) *10*, mis on kokku pandud vardale *14*. Kokkupandud elemendis moodustuvad filtreerivate plaatide vahel pilud laiusega 0,08 mm.

Pumbast läheb õli filtri sadestisse *7* ja surutakse läbi filtreeriva elemendi *5* pilude. Seejuures puhastatakse õli mehaanilistest lisanditest, mis settivad sadestisse ja filtreeriva elemendi pinnale.

Filtreeritud õli läheb filtreerivate plaatide avade *12* kaudu peamagistraali.

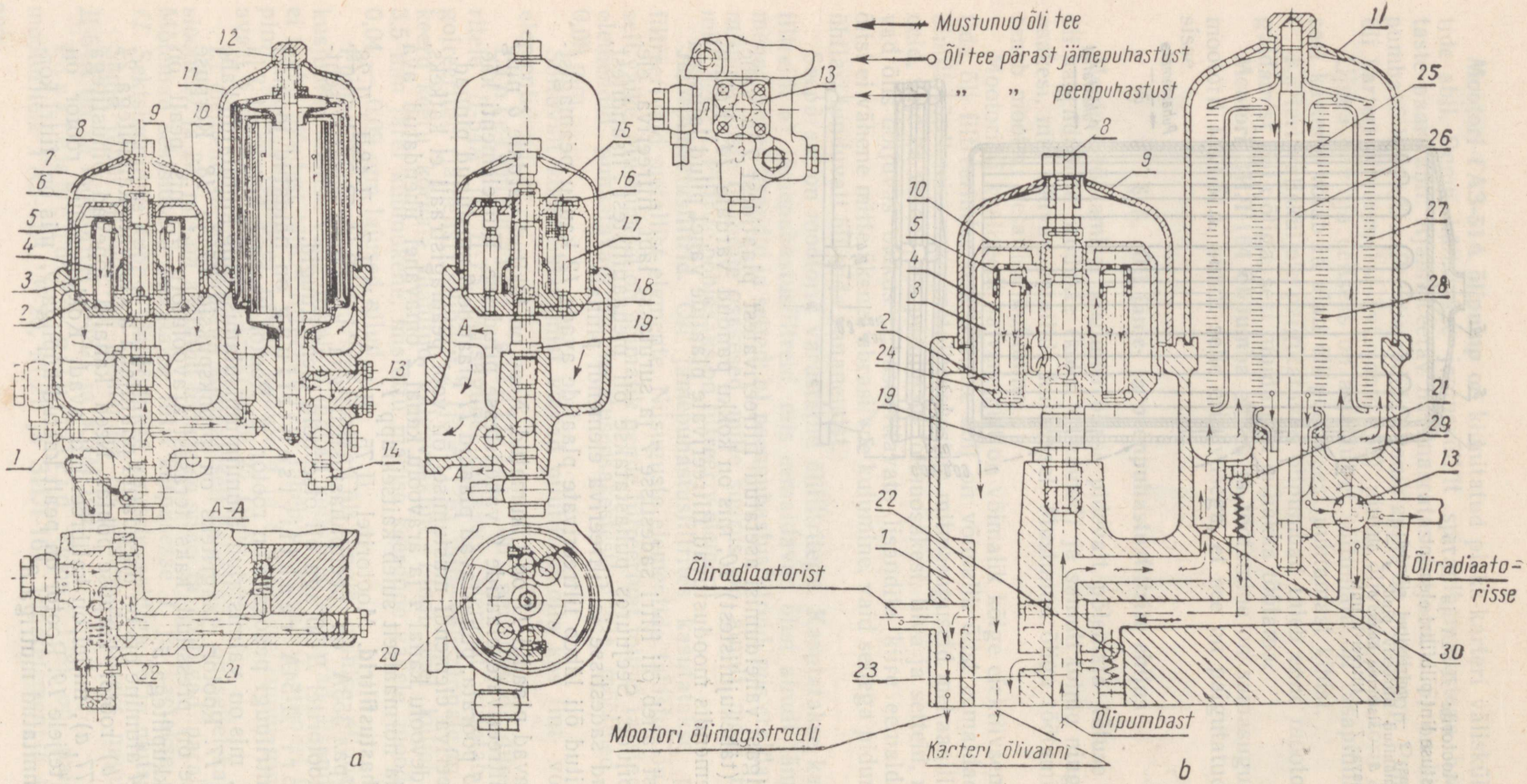
Puhastavad plaadid *11* on liikumatud. Need on lükitud vardale *6* ning ulatuvad filtreerivate plaatide *9* vahelistesse piludesse. Kui elementi käepidemest *15* pöörata, puhastavad plaadid *11* plaatide *9* mustunud pinnad.

Et filtreeriva elemendi mustumisel õli vool peamagistraali ei katkeks, on õli juurdevoolu kanal *4* ja äravoolu kanal *2* omavahel ühendatud ava kaudu, mida normaalselt suleb kaitseklapp *1*.

Peenpuhastusfiltrid. Mootoritel Д-75, Д-54A, СМД-7, Д-48Л, Д-28, Д-20 ja Урал-353А on peenpuhastusfiltritena kasutusel reaktiivtsentrifuugid, mootoritel Д-30 aga õli otsevoolu tsentrifuugid.

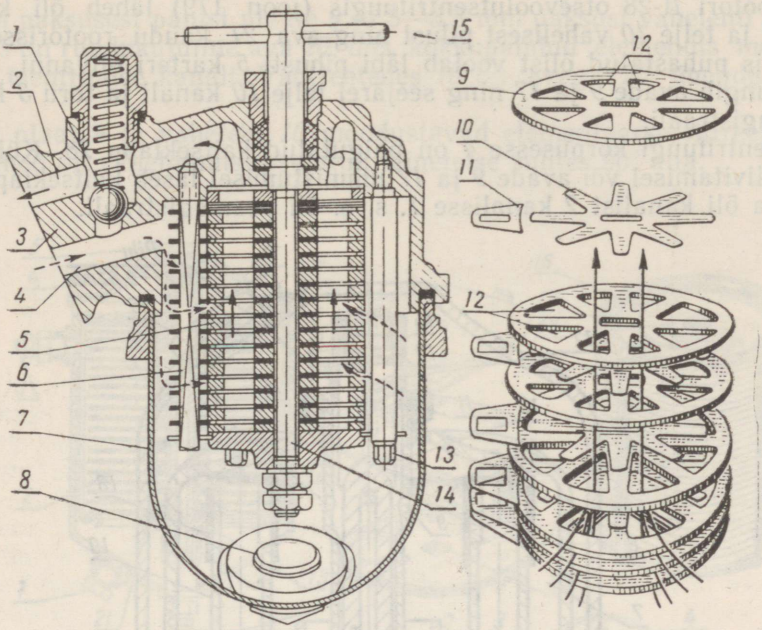
Mootori Д-54A reaktiivtsentrifuug on näidatud joonisel 177, *a*, Tsentrifuugi peaosaks on rootor *3*. Rootor koosneb korpusest *2* ja kaanest *10*, mis on valmistatud alumiiniumisulamist ning kinnitatud kahe tikkpoldiga *17*. Rootori laagriteks on pronkspuksid *15* ja *18*. Korpuse *2* aukudesse on pressitud kaks terasest äravoolutoru *4*, mis pealt on kaetud võrkkuplitega *5*.

Torude *4* alumine ots on ühendatud puutujana asetsevate kanalitega *24* (joon. 177, *b*) rootori korpuse põhjas. Need kanalid lõpevad pihustitega *20* (joon. 177, *a*), millel on kalibreeritud avad. Kokkupandud rootor on paigutatud teljele *19*. Rootor on pealt kaetud kupliga *9*, mis on filtri korpusele *1* kinnitatud mutriga *8*.



Joon. 177. Mootorite Д-54А ja Д-75 õli jämepuhastusfilter ja reaktiivtsentrifuug:

a — õli jämepuhastusfiltri ja reaktiivtsentrifuugi ehitus; *b* — õli tee läbi jämepuhastusfiltri ja reaktiivtsentrifuugi; *1* — filtrite korpus; *2* — rootori korpus; *3* — rootor; *4* — õlitoru; *5* — võrkkuppel; *6* — tugirõngas; *7* — mutter; *8* — tsentrifuugi kupli mutter; *9* — tsentrifuugi kuppel; *10* — rootori kaas; *11* — jämepuhastusfiltri kuppel; *12* — mutter; *13* — õliradiaatori lülituskraan; *14* — tühjendusava kork; *15* ja *18* — rootori puksid; *16* — mutter; *17* — tikkpolt; *19* — rootori telg; *20* — pihusti; *21* — kaitseklapp; *22* — äravooluklapp; *23* — õlipumbast tulev kanal; *24* — rootori kanal õli andmiseks pihustisse; *25* — jämepuhastusfiltri keskruum; *26* — pingutuspolt; *27* — filtreeriva elemendi välimine sektsioon; *28* — filtreeriva elemendi sisemine sektsioon; *29* — jämepuhastusfiltri kamber; *30* — kalibreeritud ava (düüs).



Joon. 178. Mootori ГАЗ-51А õli jämepuhastusfilter:
1 — kaitseklapp; *2* — äravoolukanal; *3* — filtri korpus; *4* — juurdevoolukanal; *5* — filtreeriv plaatelement; *6* — puhastusplaatide varras; *7* — sadesti; *8* — tühjendusava kork; *9* — filtreeriv plaat; *10* — vaheplaat; *11* — puhastusplaat; *12* — avad filtreerivas plaadis; *13* — tugiplaadi varras; *14* — filtreeriva elemendi varras; *15* — varda käepide.

Õli surutakse tsentrifuugi rootorisse 6 kg/cm² rõhu all kanali *23* (joon. 177, *b*) ja telge *19* puuritud augu kaudu. Pumbaga etteantavast õlist juhitakse tsentrifuugi väiksem osa. Suurem osa õlist surutakse ava (düüsi) *30* kaudu jämepuhastusfiltri kambrisse *29*. Düüsist läbides väheneb õli rõhk jämepuhastusfiltris kuni 2—2,5 kg/cm².

Rootorit täitev õli läheb torusse *4* ja väljub suure kiirusega pihusti kaudu. Väljuva õlijoa reaktiivjõu tagajärjel hakkab rootor *3* suure kiirusega pöörlema. Seejuures settivad õlis hõljuvad õli erikaalust suurema erikaaluga tahked osakesed tsentrifugaaljõu toimel rootori siseseinale.

Kui õli rõhk peamagistraalis on 2,5 kg/cm² ja temperatuur 80°, on rootori pöörlemiskiirus ligi 6000 p/min. Sellisel pöörlemiskiirusel on rootori läbilaskevõime 12 l/min.

Telje *19* alumise kaela läbimõõt on mõnevõrra suurem kui ülemisel kaelal, mistõttu korpuse põhja pindala on kaane pindalast väiksem. Seesuguse pindalade suuruste vahe tõttu on õli rõhk kaanele suurem kui põhjale, s. o. tekib jõudude vahe, mis tasakaalustab rootori ja selles oleva õli raskuse. Selle jõu mõjul surutakse rootor üles ujuvasse asendisse, kusjuures surve laagritele lakkab. Tänu sellele vähenevad hõõrdekaod ning pukside *15* ja *18* kulumine.

Rootori telgnihkumist piiratakse tugirõngaga *6*, mis kinnitatakse teljele *19* mutri *7* abil.

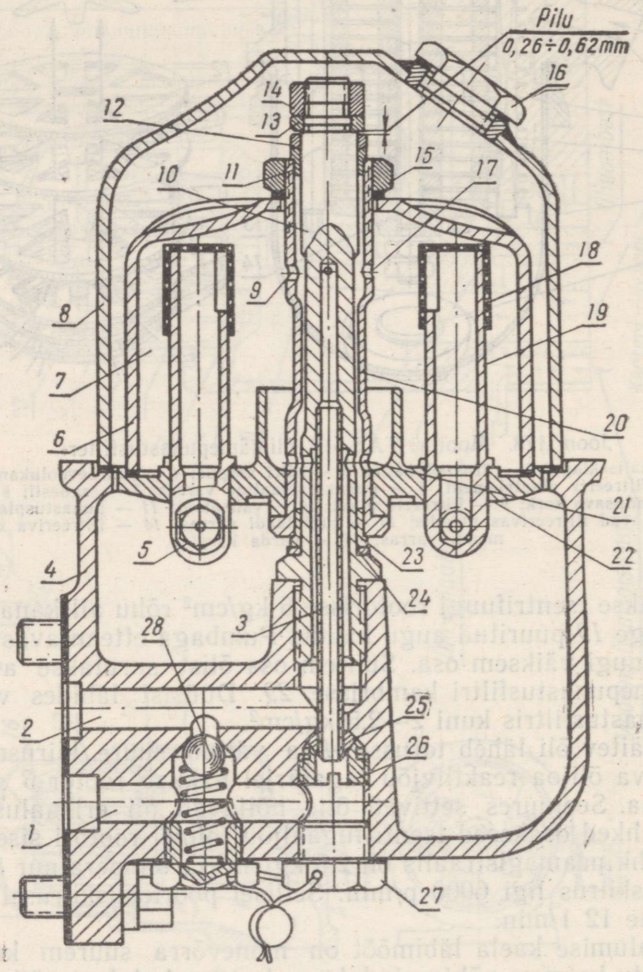
Rootorist väljuv õli läheb tagasi mootori karteri õlivanni.

Teiste mootorite haruvoolu-reaktiivtsentrifuugide ehitus ja töötamine on samasugune kui mootoril Д-54А.

Mootorite Д-30 ja Д-28 otsevoolu-tsentrifuugid erinevad eespool kirjeldatust selle poolest, et neis läbib kogu õli rootori ja alles puhastatud õli juhitakse kaht teed mööda: üks osa õlist, mis paneb rootori pöörlema, läheb läbi pihusti õlivanni, teine osa aga juhitakse õli peamagistraali.

Mootori Д-28 otsevoolutsentrifuugis (joon. 179) läheb õli kanalist *2* toru *3* ja telje *10* vahelisest pilust ning ava *21* kaudu rootorisse *7*. Osa rootoris puhastatud õlist voolab läbi pihusti *5* karteri õlivanni, teine osa aga tungib avade *9* ja *17* ning seejärel telje *10* kanali ja toru *3* kaudu õli peamagistraali.

Tsentrifuugi korpusesse *4* on paigutatud kaitseklapp *28*. Külma mootori käivitamisel või avade *9* ja *17* ummistumisel laseb kaitseklapp puhastamata õli kanalist *2* kanalisse *1*, s. o. õli peamagistraali.



Joon. 179. Diisli Д-28 õli otsevoolu reaktiivtsentrifuugi skeem:
1 — puhastatud õli äravoolukanal; *2* — õli juurdevoolukanal; *3* — toru; *4* — tsentrifuugi korpus; *5* — pihusti; *6* — rootori korpus; *7* — rootor; *8* — kuppel; *9, 17* ja *21* — kalibreeritud avad; *10* — rootori telg; *11* ja *23* — ülemine ja alumine puks; *12* — vaherõngas; *13* — tugirõngas; *14* ja *15* — mutrid; *16* — vaateava kork; *18* — võrkkuppel; *19* ja *20* — torud; *22* — rootori alus; *24* — rõngas; *25* — muhv; *26* — kork; *27* — umbkork; *28* — kaitseklapp.

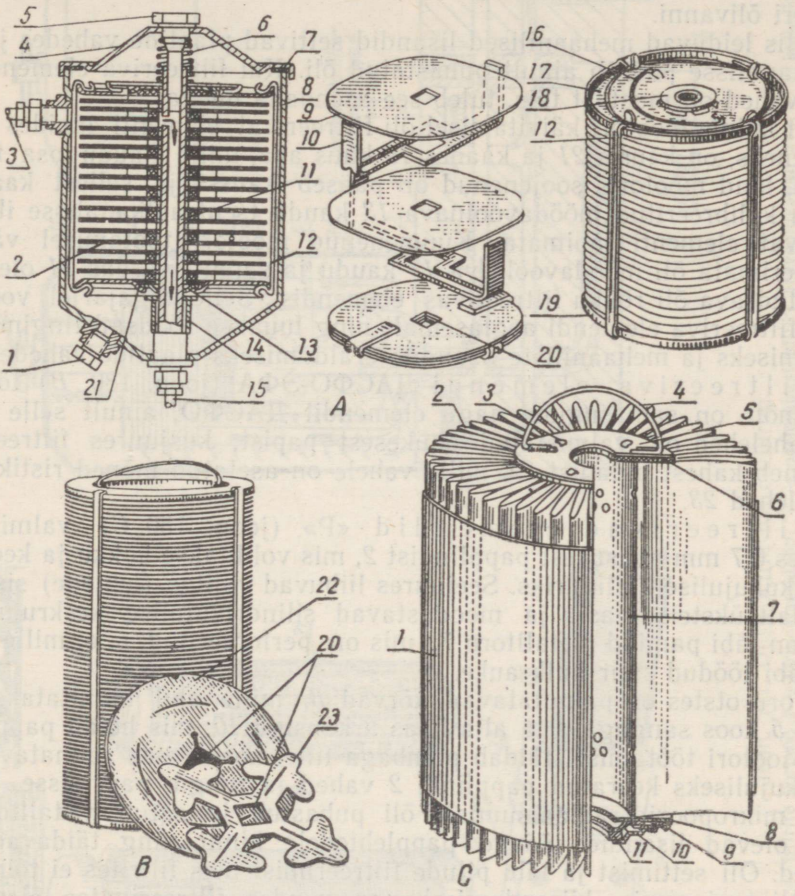
Mootorite 407, М-20, М-21 ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164 peenpuhastusfiltrites kasutatakse filtreerivaid elemente ДАСФО (auto kahesektsiooniline superfilter-sadesti), ДАСФО-ЭФА ja «Р» («Regotmass»)*.

Filtreeriv element ДАСФО (joon. 180, *А*) kujutab endast 0,5—

* Niisugust tüüpi filtreerivad elemendid on paigutatud diislite Д-24, Д-36, Д-38, Д-40К (kuni 1957. a. toodetud) ja Д-54 (kuni 1955. a. toodetud) peenpuhastusfiltritesse.

0,7 mm paksusest papist plaate *9* ja 3—3,5 mm paksusi vahelehti *10*, mille tsentris on ruudukujuline ava *20*, mis kokkupandud elemendis moodustab läbiva tsentraalse kanali. Vahelehtedes *10* on avaga *20* ühenduses olev soon.

Iga plaat *9* ja vaheleht *10* moodustavad elementaarse filtreeriva osa. Vahelehed on vaheldumisi asetatud teineteise suhtes 90° alla.



Joon. 180. Mootorite M-20, M-21 ja ГАЗ-151А õli peenpuhastusfiltrid ja vahetatavad filtreerivad elemendid:

A — mootorite M-20, M-21 ja ГАЗ-51А õli peenpuhastusfilter ja filtreeriv element ДАСФО; *1* — tühjendusava kork; *2* — filtreeriv element; *3* — sissevoolutoru; *4* — korpuse kaas; *5* — pingutuspolt; *6* — vedru; *7* — vahetihend; *8* — korpus; *9* — filtreeriva elemendi ДАСФО plaat; *10* — filtreeriva elemendi ДАСФО vaheleht; *11* — varras; *12* — pingutusvarras; *13* — möödavooluava; *14* — puks; *15* — väljavoolutoru; *16* — sang; *17* ja *19* — filtreeriva elemendi kaas; *18* — papptihend; 20 — plaatide tsentraalava; *21* — kauss; *B* — vahetatav element ДАСФО-ЭФА; *22* — plaat; *23* — vaheplaat; *C* — vahetatav element «Р» («Regotmass»); *1* — paberilint; *2* — papplint; *3* — toru kõrv; *4* — sang; *5* — pealmine kaas; *6* — pealmise kaane tihend; *7* — metalltoru; *8* — alumise kaane tihend; *9* — alumine kaas; *10* — kauss; *11* — papptihend.

Plaatidest ja vahelehtedest pakk on asetatud metallkaante *17* ja *19* vahele ning kinni tõmmatud nelja pingutusvardaga *12*.

Filtreeriv element *2* paigutatakse õõnsale vardale *11* korpuses *8*. Pealt suletakse korpus kaanega *4*, mis kinnitatakse poldiga *5*.

Et plaadid ja vahelehed oleksid alalise surve all, on element vedru *6* abil surutud vastu puksi *14* jõuga 10 kuni 40 kg. Vardal *11* on filtreeriv

element tihendatud papptihenditega *18*, mis on asetatud elemendi kaantesse *17* ja *19*.

Torust *3* filtri korpusesse *8* voolav õli täidab plaatide *9* vahelised ruumid. Siit läheb õli aegamööda plaatide ja vahelehtede vahelistest piludest, samuti plaatide ja vahelehtede materjali kapillaarsete pooride kaudu vahelehtede *10* soontesse ning sealt edasi filtreeriva elemendi tsentraalkanalisse. Sellest kanalist läheb õli 1,6 mm läbimõõduga kalibreeritud ava kaudu varda *11* ülemises osas olevasse kanalisse ning edasi toru *15* kaudu karteri õlivanni.

Õlis leiduvad mehaanilised lisandid settivad plaatide vahedes ja tsentraalkanalisse pääseb ainult puhastatud õli. Kui filtreeriva elemendi plaatide vahed on mustust täis, tuleb see asendada uuega.

Et külma mootori käivitamisel õli filtreerivat elementi läbides kiiresti soojeneks, on kausis *21* ja kaanes *19* kuus ava, mille kaudu osa filtreerimata, kuid mootoris soojenenud õli pääseb kaussi ja sellest kaanes *19* oleva kalibreeritud möödavooluava *13* kaudu tsentraalkanalisse ilma filtreerivat elementi läbimata. Kuumenenud mootori töötamisel vähendab filtreerimata õli möödavool ava *13* kaudu ja samuti vardas *11* olev kalibreeritud ava õli rõhku filtreerivas elemendis. Selle tagajärjel voolab õli läbi filtreeriva elemendi aeglasemalt ning luuakse soodsad tingimused õli settimiseks ja mehaaniliste lisandite eraldumiseks plaatide vahedes.

Filtreeriva elemendi ДАСФО-ЭФА (joon. 180, *B*) töötamise põhimõte on samasugune nagu elemendil ДАСФО, ainult selle plaadid ja vahelehed on valmistatud õhukesest papist, kusjuures filtreeriv osa koosneb kahest plaadist *22*, mille vahele on asetatud mõned ristikujulised vahelehed *23*.

Filtreerivad elemendid «Р» (joon. 180, *C*) valmistatakse umbes 0,7 mm paksusest papplindist *2*, mis volditakse kokku ja keeratakse lehvikukujuliselt silindriks. Seejuures liibuvad voltide (lehtede) siseservad tihedalt üksteise vastu ja moodustavad silindrikujulise keskruumi. Sellest on läbi pandud metalltoru *7*, mis on perforeeritud, s. o. mille seinast on läbi löödud suur hulk auke.

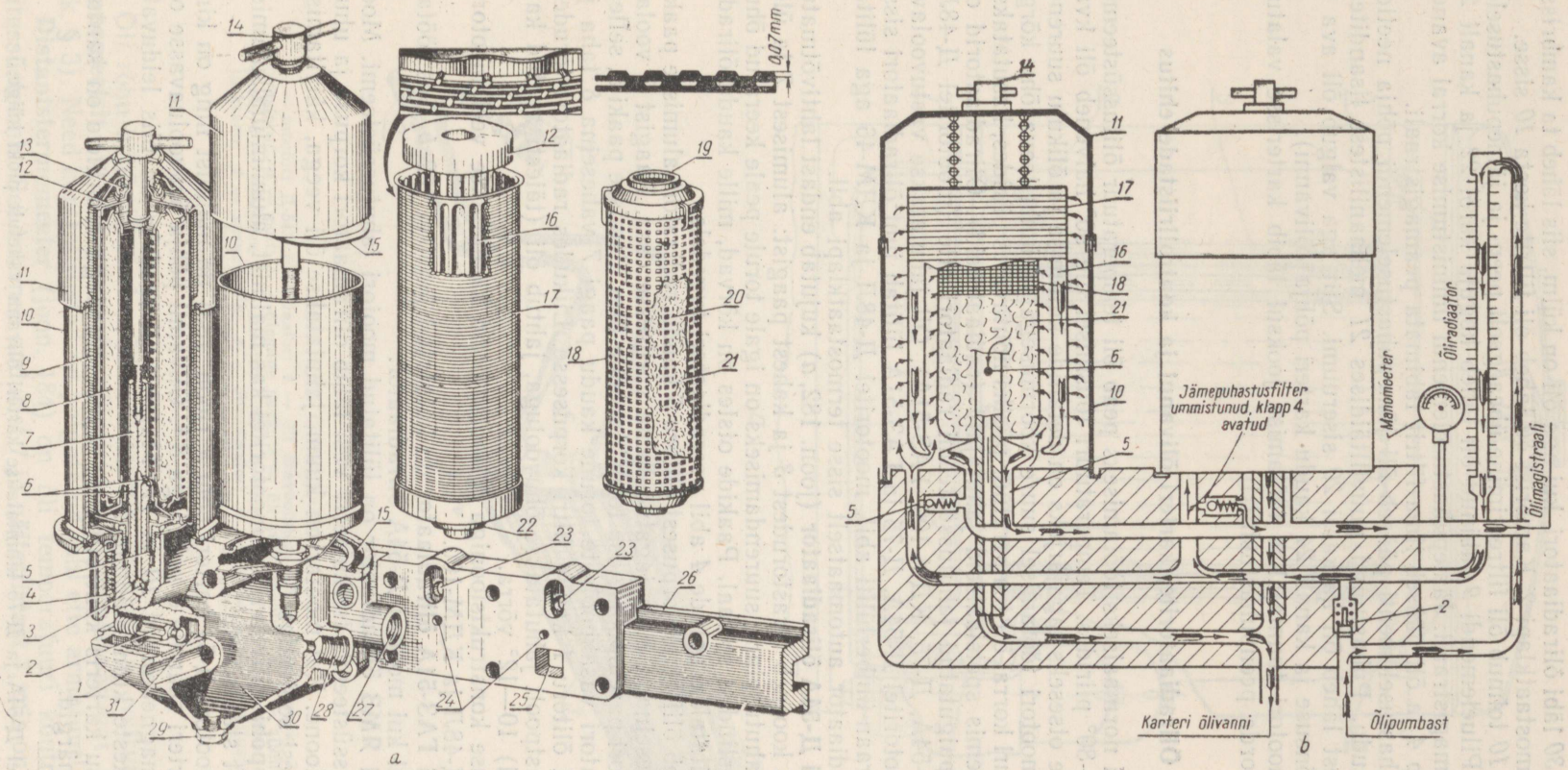
Toru otstes on painutatavad kõrvad *3*, mille abil kinnitatakse peale kaas *5* koos sangaga *4* ja alla kaas *9* kausiga *10*, mis hoiab papptihendit *11*. Mootori töötamisel täidab pumbaga filtri korpusesse suunatav õli lehvikukujuliseks keeratud papplindi *2* vahed ja tungib papi sisse. Läbinud papi mikropoorid radiaalsuunas, õli puhastub ja satub metalltorusse *7*. Õlis olevad lisandid jäävad papplehtedele kinni ning täidavad nende vahed. Õli settimist ja läbi pilude filtreerimist neis filtrites ei toimu.

Õli soojenemise kiirendamiseks on nendes filtreerivates elementides nagu elemendis ДАСФО kaussi *10* tehtud kuus ava ning alumisse kaande *9* üks möödavooluava.

Mootori КДМ-100 õlifiltrid. Diislil КДМ-100 on kaks komplekti paarikaupa ühendatud ja paralleelselt töötavaid õli jäme- ja peenpuhastusfiltri elemente.

Õli peenpuhastuselement kujutab endast läbilöödud aukudega kesta *18* (joon. 181, *a*) mille sisseasetatud samasuguste läbilöödud aukudega karkass *20* on üle tõmmatud puuvillriidega (mitkaliga). Kest ja karkass on valmistatud õhukesest terasplekist. Kesta ja karkassi vahel on tihe puuvillnarmastest täidis *21*. Mitkalist mähis karkassil takistab täidisest puuvillakiudude sattumist koos puhta õliga karteri õlivanni. Kesta *18* alumine kaas on külge keevitatud. Kesta pealmine kaas *19* on äravõetav (klambritega kinnitatud). Peenpuhastuse filtreeriv element *8* on paigutatud jämepuhastuselemendi *9* sisse ja taldriku *12* kaudu surutud vedru *13* abil vastu karbi *22* põhja.

Õlifiltrid töötavad järgmiselt. Õlijaotusplaadi *26* kanali *25* kaudu tungib õlifiltri korpuse *1* kambrisse *31*. Kuum õli läheb kambrist *31*



Joon. 181. Diisli КДМ-100 õlifiltrid:

a — filtrite detailid; *b* — filtrite töötamise skeem; *1* — filtrite korpus; *2* — termostaatklapp; *3* — peenpuhastusfiltri äravoolukanali ava; *4* — kaitseklapp; *5* — jämepuhastusfiltri äravoolukanal; *6* — kalibreeritud ava; *7* — varras; *8* — peenpuhastusfiltri element; *9* — jämepuhastusfiltri element; *10* — kest; *11* — kesta kaas; *12* — taldrik; *13* — vedru; *14* — pingutuspolt; *15* — kummivaheleht; *16* — gofreeritud silinder; *17* — lindist mähitud filtreeriv pind; *18* — peenpuhastusfiltri elemendi kest; *19* — kaas; *20* — karkass; *21* — täidis; *22* — kogumiskarp; *23*, *24* ja *25* — õlijaotusplaadi kanalid; *26* — õlijaotusplaat; *27* ja *28* — avad õliradiaatori juurde- ja äravoolutorude ühendamiseks; *29* — kork; *30* — filtrite korpuse välimine kamber; *31* — filtrite korpuse sisemine kamber.

kambrisse *30* läbi õliradiaatori, kui aga õli on külm, siis läheb ta kambrisse *30* läbi termostaatklapi *2*. Kambrist *30* läheb õli filtrite kesta *10* sisse.

Kestas *10* toimub õli filtreerimine üheaegselt peen- ja jämepuhastuselementides. Piluelemendi *9* läbinud õli läheb koguja karbi *22* ja kanali *23* kaudu peamagistraali. Jämepuhastuselemendi ummistumise korral avaneb kaitseklapp *4* ja õli pääseb ilma filtrit läbimata peamagistraali.

Peenpuhastuselementi pääseb õli jämepuhastuselemendi põhja neetide aukude kaudu. Puhastunud puuvilltäidises *21* mehaanilistest lisanditest ja tvaikudest läheb õli karkassi *20* siseruumi. Siit aga valgub õli ava *6*, varda *7* õõnsuse ja kanali *24* kaudu karteri põhja (õlivanni).

Diiselmootori tunniajalise töötamise jooksul läbib karterisse valatud õli koim korda peenpuhastusfiltri.

§ 6. Õliradiaatorite, karteri õlivanni ja kontrollriistade ehitus

Mootori normaalseks töötamiseks peab õli temperatuur õlitussüsteemis* olema 70—80° piirides. Temperatuuri tõusmisel üle 90° halveneb õli kvaliteet, mille otseseks tagajärjeks on detailide kulumise ja õlikulu suurenemine. Et mootori töötamisel suure koormusega ja ümbritseva õhu kõrge temperatuuri korral õli temperatuur püsiks nõutavates piirides, kasutatakse õlitussüsteemis spetsiaalseid jahutajaid (radiaatoreid). Õliradiaatorid on tavaliselt paigutatud jahutussüsteemi radiaatori ette (mootoritel Д-48Л, СМД-7, Д-54А, Д-75, КДМ-100, ГАЗ-51А). Õli jahutatakse vastuvoolava õhuga. Mootoritel Д-54А, Д-75 ja ГАЗ-51А lülitab juht õliradiaatori sisse ja välja kraan-ümberlüliti abil, mootoritel Д-48Л ja КДМ-46 aga lülitatakse õliradiaator automaatselt sisse termostaatklapi abil.

Mootori Д-54А õliradiaator (joon. 182, *a*) kujutab endast lahtivõtmatut sõlme, mis koosneb terastorudest *3* ja kahest paagist: alumisest *7* ja ülemisest *5*. Jahutuspinna suurendamiseks on igale torule peale keeratud õhukesest teraslindist spiraal. Paakide otstes on kõrvad, mille kaudu õliradiaator kinnitatakse poltide *4* abil veeradiaatori tugedele.

Õli läheb õlifiltrite korpusest õlitoru *6* kaudu radiaatori alumisse paaki, *7*, mis vaheseinaga *8* on jagatud kahte võrdsesse ossa. Paagist *7* voolab õli radiaatori parempoolse osa torusid mööda üles ülemisse paaki *5*, sellest aga radiaatori vasakpoolsete torude kaudu paagi *7* vaheseina *8* taha ja sealt edasi õlitoru *1* kaudu filtri korpusesse. Liikudes radiaatori torudes, mida väljastpoolt jahutatakse õhuvooluga, jahtub õli (täiesti avatud kardina korral) 10—12° võrra.

Niisuguse konstruktsiooniga õliradiaatoreid kasutatakse veel mootoritel Д-75, Д-48Л ja КДМ-100.

Mootori ГАЗ-51А õliradiaator on kujutatud joonisel 182, *b*. See töötab samal viisil kui mootori Д-54А õliradiaator.

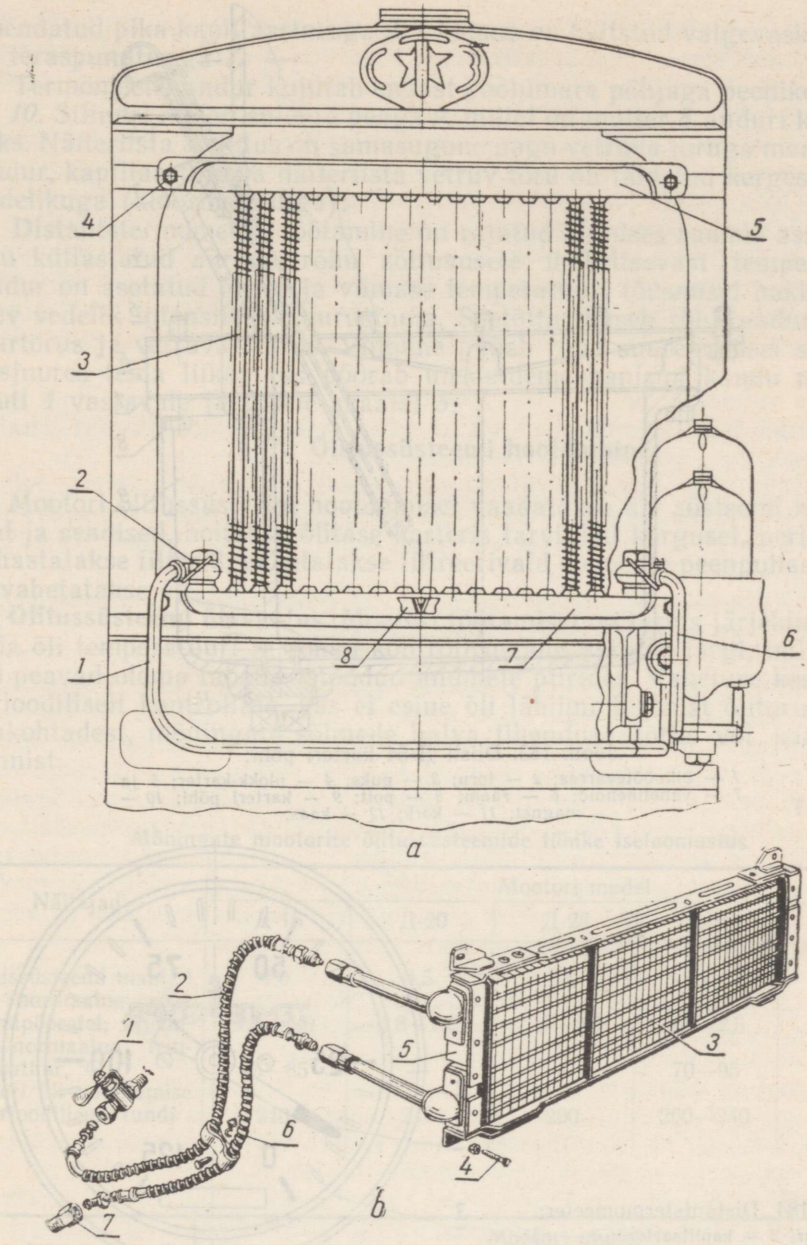
Mootori ЯМЗ õliradiaator on lülitatud mootori jahutussüsteemi. Mootori jahutussüsteemis tsirkuleeriv vesi läbib õliradiaatori korpuse ja uhub selle sektsioone. Kui mootor on kuum, jahutatakse õli veega, käivitamise ajal aga vesi soojendab õli.

Karteri põhi (õlivann) on mootoritel kas malmist, alumiiniumisulamist või terasest stantsitud.

Diiselmootori Д-54 karteri põhi *9* (joon. 183) on malmist ning on kinnitatud karteri raamile *6* poltidega *8**. Õlivanni põhja äravooluavasse on keeratud magnetkorgid *10* ja *11*. Magneti ülesandeks on õlis leiduvate metalliosakeste kinnipüüdmine.

Õli seisu karteris kontrollitakse õlimõõtevardaga *1*, millele on kantud vastavad märgid.

* Diislitel Д-54А ja Д-75 kinnitatakse karteri õlivann vahetult ploki külge.

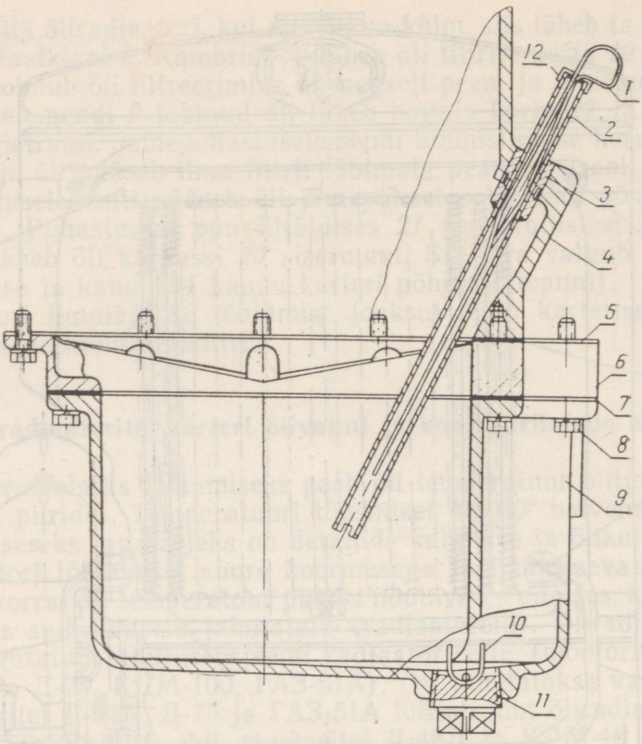


Joon. 182. Õliradiaatorid:

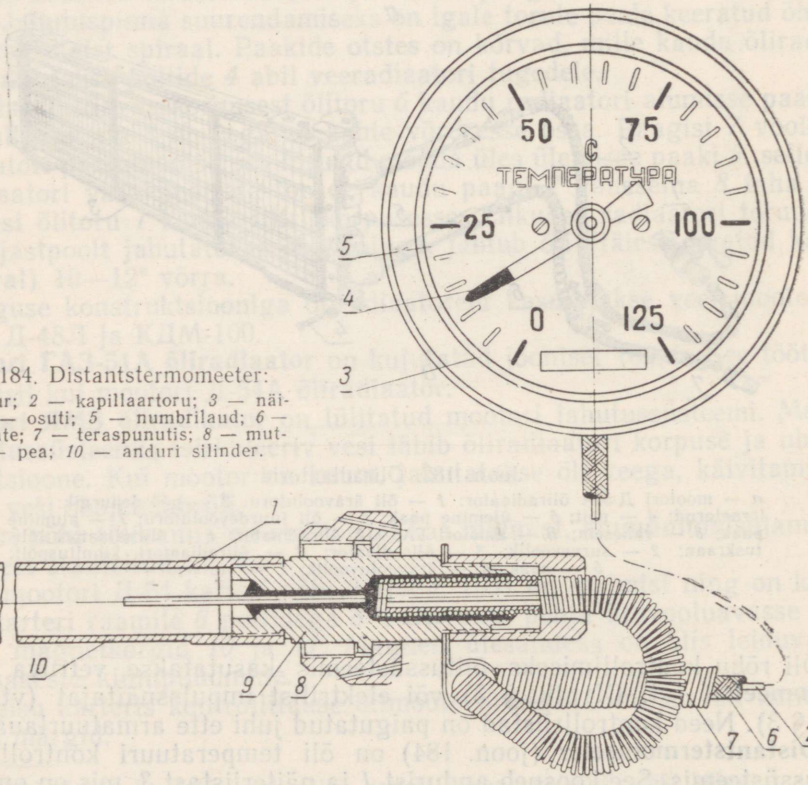
a — mootori Д-54А õliradiaator: *1* — õli äravoolutoru; *2* — pöördenurgik; *3* — terastorud; *4* — polt; *5* — ülemine paak; *6* — õli juurdevoolutoru; *7* — alumine paak; *8* — vahesein; *B* — mootori ГАЗ-51А õliradiaator: *1* — õliradiaatori lülituskraan; *2* — survevoolik; *3* — õliradiaator; *4* — õliradiaatori kinnituspolt; *5* — paak; *6* — äravooluvoolik; *7* — stutser.

Õli rõhu kontrollimiseks õlitussüsteemis kasutatakse vetruva toruga **manomeetrit** (vt. IX ptk. § 3) või elektrilist impulssnäitajat (vt. XXIV ptk. § 3). Need kontrollriistad on paigutatud juhi ette armatuurlauale.

Distantstermomeeter (joon. 184) on õli temperatuuri kontrollimiseks õlitussüsteemis. See koosneb andurist *1* ja näiteriistast *3*, mis on omavahel



Joon. 183. Diisli Д-54 karteri põhi:
1 — õlimõõtevarras; *2* — toru; *3* — puks; *4* — plokk-karter; *5* ja *7* — vahetihendid; *6* — raam; *8* — polt; *9* — karteri põhi; *10* — magnet; *11* — kork; *12* — kaas.



Joon. 184. Distantstermomeeter:
1 — andur; *2* — kapillaartoru; *3* — näiteriist; *4* — osuti; *5* — numbrilaud; *6* — messingkate; *7* — teraspunutis; *8* — mutter; *9* — pea; *10* — anduri silinder.

ühendatud pika kapillaartoruga *2*. Viimane on kaitstud valgevaskkestaga *6* ja teraspunutisega *7*.

Termomeetri andur kujutab endast poolümara põhjaga peenikest silindrit *10*. Silindri ots on suletud peaga *9*, millel on mutter *8* anduri kinnitamiseks. Näiteriista *3* ehitus on samasugune nagu vetruva toruga manomeetril. Andur, kapillaartoru ja näiteriista vetruv toru on täidetud kergesti auruva vedelikuga (kloormetüüliga).

Distantstermomeetri töötamine on rajatud kinnises ruumis asuva vedeliku küllastatud aurude rõhu sõltuvusele ümbritsevast temperatuurist. Andur on asetatud õlisse ja viimase temperatuuri tõusmisel hakkab selles olev vedelik intensiivselt aurustuma. Seetõttu tõuseb rõhk anduris, kapillaartorus ja vetruvas torus. Viimane püüab rõhu suurenemisel sirgeneda, kusjuures tema liikuv ots pöörab ülekandemehhanismi kaudu näiteriista osuti *4* vastavale jaotusele skaalal *5*.

§ 7. Õlitussüsteemi hooldamine

Mootori õlitussüsteemi hooldamisel vaadatakse üle süsteemi mehhanismid ja seadised, hoitakse õlitase karteris tarvilikul kõrgusel, perioodiliselt puhastatakse filtreid, vahetatakse filtreerivaid elemente peenpuhastusfiltris ja vahetatakse õli.

Õlitussüsteemi ülevaatus. Mootori töötamisel on tarvis järjekindlalt jälgida õli temperatuuri ja rõhku kontrollriistade näitude järgi, mille suurused peavad olema tabelis 7 toodud andmete piirides. Vahetuse kestel tuleb perioodiliselt kontrollida, kas ei esine õli läbiimmitsemist õlitorude ühenduskohtadest, mõningate sõlmede halva tihenduse tõttu või karteri õlivannist.

Tabel 7

Mõningate mootorite õlitussüsteemide lühike iseloomustus

Näitajad	Mootori mudel				
	Д-16	Д-20	Д-28	Д-30	Д-48Л
Õlitussüsteemi maht, l	4,0	4,5	7,0	9	16
Õli normaalne rõhk nimipööretel, kg/cm²	1,5—3,0	1,8—2,0	1,5—2,5	2,0—2,5	2,0—3,0
Õli normaalne temperatuur, °C	75—85	—	—	70—95	70—90
Karteri õli vahetamise perioodilisus, tundi	240	240	200	200—240	240

Järg

Näitajad	Mootori mudel					
	СМД-7	Д-54А	Д-75	КДМ-100	ГАЗ-51А	ЗИЛ-164
Õlitussüsteemi maht, l	15	25	23	27	7,0	8,5
Õli normaalne rõhk nimipööretel, kg/cm²	2,5—3,0	1,7—2,5	1,7—2,5	1,7—2,7	2,5*	2—4**
Õli normaalne temperatuur, °C	70—95	70—90	70—95	—	—	—
Karteri õli vahetamise perioodilisus, tundi	150—180	240—250	180	120	1500—2000 (läbisõit km)	3000—4000 (läbisõit km)

* Väntvõlli pöörlemiskiirusel 1000 p/min.
** Auto liikumiskiirusel 50 km tunnis.

Diislitel Д-16 ja Д-30 tuleb kontrollida, et klapikarbi kaas liibuks tihedalt plokikaande, sest klappmehhanismi kaane alla õhu sisseimemisel õlitust ei toimu. Mittetöötaval mootoril kontrollida õli taset karteris, õlitussüsteemi detailide ja sõlmede kinnitusi ja kas ei esine õli lekkimist.

Õlitaset karteris kontrollitakse õlimõõtevardaga 15—20 minutit pärast mootori seiskamist. Õlitase peab ulatuma õlimõõtevarda ülemise märgi lähedale. Õlitaseme ulatumine ülemisest märgist kõrgemale ei ole soovitav, sest see võib põhjustada kolvirõngaste sissepõlemist, põlemiskambri ja kolvipõhjade intensiivset tahmumist ja õli ülekulu. Kui õlitase karteris on õlimõõtevarda alumisest märgist madalam, siis on mootoriga töötamine keelatud, sest sel juhul võib süsteemis õli etteandmine lakata, mille tagajärjeks oleks koostöötavate detailide intensiivne kulumine ja laagrite väljasulamine.

Filtrite puhastamine. Traktorimootorite igavahetuselisel tehnilisel hooldamisel tuleb filtrite korpustest setted välja lasta. Automootoritel tehakse seda operatsiooni iga 1000 km läbisõidu järel.

Lintfiltrite piluelemendid tuleb perioodiliselt (valmistaja tehase juhendite kohaselt) petrooleumis või diislikütuses puhtaks pesta. Seejuures tuleb vältida musta kütuse sattumist elemendi sisse, sest sel juhul risustuksid gofreeritud silindrite sooned.

Plaatfiltrite piluelemendid tuleb iga päev (enne mootori jahtumist) puhastada käepidemest *15* pöörates (joon. 178).

Mootori Д-48Л reaktiivtsentrifuugi rootorit tuleb puhastada ja pesta iga 100 töötunni järel, teistel mootoritel aga, millel on õlitsentrifuugid, — igal õli vahetusel. Seda operatsiooni tuleb teha järgmiselt. Võtta maha kuppel, vabastada ja võtta välja rootor. Võtta rootor lahti, puhastada rootori siseruum puitkraabi abil mustuse setetest, võtta ära õlitorude võrkkübarad ja pesta need ning rootori teised detailid diislikütuses. Seejärel tuleb puhastada rootori pihustid ilma välja keeramata. Puhastamiseks kasutada vask- või messingtraati läbimõõduga 1,5—2 mm. Siis panna rootor kokku, kinnitada teljele ja kontrollida pöörlemise kergust. Kui mutrid on õigesti pingutatud, peab rootor sõrmega lükates kergesti ja ilma kinnijäämiseta ühtlaselt pöörlema.

Filtri kuppel tuleb peale panna pärast diisli käivitamist, kui on kindel, et rootor pöörleb tarviliku pöörete arvuga. Rootori küllaldase pöörlemiskiiruse puhul paistavad rootori korpuse kinnitusmutrid ühe joonena.

Reaktiivtsentrifuugi töötamise kontrollimiseks tuleb iga vahetuse lõpul kuulata rootori pöörlemist. Pärast mootori seiskamist peab olema 1 minuti jooksul kuulda rootori kerget suminat, mis jätkab nüüd pöörlemist inertsi mõjul. Kui sumin puudub või kestab lühikest aega, on selge, et rootor ei ole korras — ei pöörle üldse või pöörleb liialt aeglaselt.

Õli vahetamine. Mootori töötamisel risustub õli mitmesuguste setetega, mis tekivad kütuse ja õli hapendumise ning lagunemise tagajärjel, kuid samuti ka kõrvaliste lisanditega (mineraal- ja metallitolmu ning veega). Selle tagajärjel halveneb õli määrimisvõime ehk, nagu öeldakse, õli vananeb. Seepärast tuleb õli süstemaatiliselt (valmistaja tehase poolt ettenähtud tähtaegadel) täielikult vahetada. Selleks tuleb kohe pärast mootori seiskamist, kui õli on veel kuum, karteri õlivannist, filtrite korpusest ja õliradiaatorist õli puhtasse anumasse välja lasta. Mootoril КДМ-100 avatakse seejuures õliradiaatori õhuava, mis on suletud korgiga *16* (vt. joon. 170). Õli tsentrifugaalpuhastusega mootoritel (millel väntvõlli vändakaeltes on settekogujad) valatakse õlivanni 8—10 l diislikütust ja lastakse see välja nõrguda. Mootoritel, millel vändakaeltes settekogujad puuduvad, valatakse õlivanni 5—7 l segu, mis koosneb (kaalu järgi) 80% õlist АК-6 (või АК-10) ja 20% petrooleumist. Siis keeratakse küünlad välja ja pööratakse väntvõlli käivitusvändaga 1—2 minutit. Seejärel lastakse pesemisõli välja voolata ja pestakse ka korgid puhtaks.

Pärast pesemist täidetakse õlitussüsteem värske õliga normaaltasemeni ning käivitatakse mootor. Mootori töötamise ajal kontrollitakse mõõteriistade näitusid ja kõigi õlitussüsteemi ühenduste tihedust. Seejärel jäetakse mootor seisma ning mõõdetakse õlitaset mootori karteris.

Rõhutasandi ja karteri ventilatsioonisüsteemi hooldamine. Õli vahetamisel võetakse rõhutasandi lahti ja pestakse filtreeriv täidis petrooleumis või diislikütuses. Siis niisutatakse täidis diisliõlis, lastakse see ära nõrguda ning pannakse rõhutasandi kokku.

Karteri ventilatsioonisüsteemis kontrollitakse perioodiliselt torude ühenduste hermeetilisust ja detailide kinnitusi ning eemaldatakse torudesse kogunenud setted. Mootoril ЗИЛ-164 puhastatakse ja pestakse õli vahetamise ajal ventilatsiooni õhufiltri võrk.

XVII peatükk

MOOTORITE JAHUTUSSÜSTEEMID

§ 1. Jahutussüsteemide liigitus ja mitmesuguste jahutussüsteemide töötamise skeemid

Gaaside keskmine temperatuur töötavas mootoris töötsükli kestel on 800—900°. Osa gaaside soojusest kandub üle mootori detailidele: silindritele, plokikaantele, kolbidele, klappidele jt., mistõttu need kuumenevad. Kui neid detaile ei jahutata, võivad mootori normaalses töös tekkida häired järgmistel põhjustel.

1. Õli määrimisvõime halveneb, mistõttu suurenevad kaod hõõrdumisele, suureneb detailide kulumine ja õlikulu.
2. Tekivad võimalused küttesegu enneaegseks süttimiseks ja detonatsiooniks (karburaatormootoritel).
3. Vähenevad lõtkud liikuvates ühendustes ja kujunevad võimalused liikuvate detailide kinnikiilumiseks.

Mootori detailidelt juhitakse soojus atmosfääri. Need on soojusenergia paratamatud kaod, mille suurus sõltub mootori tüübist, konstruktsioonist ja jahutusviisist.

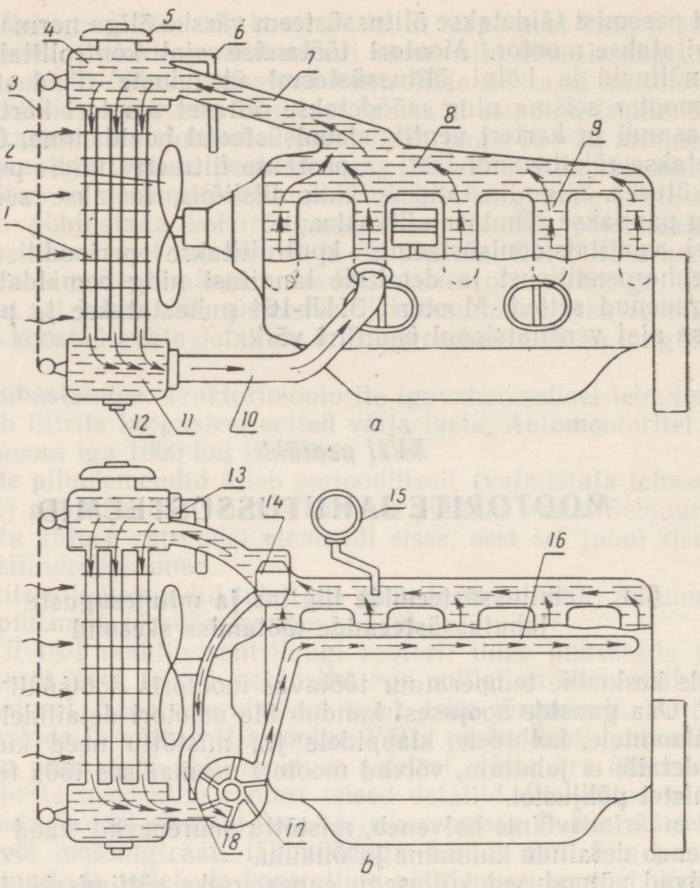
Mootorit ei tohi üleliia jahutada, sest seejuures kulutatakse kasulikku soojust, kütus aurustub halvasti, süttib raskelt ning põleb aeglaselt, mistõttu võimsus langeb. Peale selle kondenseerub kütus silindri seintele, peseb nendelt õli maha ja valgudes karterisse, vedeldab õli. Selle tagajärjel halveneb mootori õlitamine.

Tarviliku temperatuurilise seisukorra kindlustamiseks on mootoril vastavad seadmed, mehhanismid ja kontrollriistad, mis kokku moodustavad nn. jahutussüsteemi.

Mootorites on kasutusel kaks jahutusviisi: vedelik-(vesi-)jahutus * ja õhkjahutus. Vesijahutuse korral antakse soojus silindri seintelt üle veele, mis omakorda annab selle edasi õhule. Õhkjahutuse korral kandub soojus silindri seintelt vahetult üle õhule.

Vesijahutussüsteem töötab järgmiselt: plokk-karteri veesärki *9* (joon. 185) ja plokikaane *8* veesärki täitev vesi uhub silindrite ja põlemiskambrite seinu ning kannab nendelt soojuse ära. Kuumenenud vesi juhitakse spetsiaalsesse radiaatorisse. Radiaatoris jahtunud vesi suunatakse uuesti veesärki. Seega toimub jahutussüsteemis pidev vee tsirkulatsioon.

* Talvel kasutatakse jahutusvedelikena mitmesuguseid madala külmumistemperatuuriga segusid, mida nimetatakse antifriisideks.



Joon. 185. Vesijahutussüsteemide skeemid:

a — termosifooniline; *b* — sundtsirkulatsiooniga; *1* — radiaatori südamik; *2* — ventilaator; *3* — radiaatori kate; *4* — radiaatori ülemine paak; *5* — täiteava kaas; *6* — aurutoru; *7* — ülemine ühendustoru; *8* — plokikaane veesärk; *9* — plokk-karteri veesärk; *10* — alumine ühendustoru; *11* — radiaatori alumine paak; *12* — tühjendusava kork; *13* — auru-õhuklapp; *14* — termostaat; *15* — termomeeter; *16* — veejaotustoru; *17* — tsentrifugaalpump; *18* — toru vee ärajuhtimiseks.

Mootori jahutusvee temperatuur peab olema 80—90° piirides.

Olenevalt jahutusvee tsirkuleerimise viisist on jahutussüsteemid kahesugused: termosifoonilised ja sundjahutussüsteemid.

Termosifoonilises jahutussüsteemis (joon. 185, *a*) toimub vee tsirkuleerimine sooja ja külma vee erikaalude vahe tõttu. Veesärkides kuumenenud vee tihedus väheneb ja see tõuseb toru *7* kaudu radiaatori ülemisse paaki *4*. Jahtudes radiaatori südamikus *1*, vee tihedus suureneb ning ta tungib toru *10* kaudu veesärki, tõrjudes sellest väiksema tihedusega vee välja.

Et vee jahtumist radiaatoris kiirendada, on selle taha paigutatud ventilaator *2*, mis suurendab vett jahutava õhuvoolu kiirust.

Termosifoonilise jahutussüsteemi eelised on järgmised: lihtne ehitus; vee aeglane tsirkuleerimine mootori käivitamisel ja soojendamisel; jahutuse intensiivsuse isereguleerimine sõltuvalt mootori koormusest (koormuse suurenemisel vesi kuumeneb rohkem ja järelikult kiireneb tsirkulatsioon).

Termosifoonilise jahutussüsteemi puuduseks on suhteliselt aeglane vee tsirkuleerimine, mistõttu süsteem peab olema suure mahuga. Selle taga-

järjel suureneb aga mootori kaal. Peale selle aurab aeglaselt tsirkuleeriv vesi kiiremini süsteemist, mistõttu vee taset on tarvis tihti kontrollida ja vett süsteemi juurde lisada.

Käesoleval ajal on termosifooniline jahutussüsteem ainult käivitusmootoritel ПД-10 ja П-46.

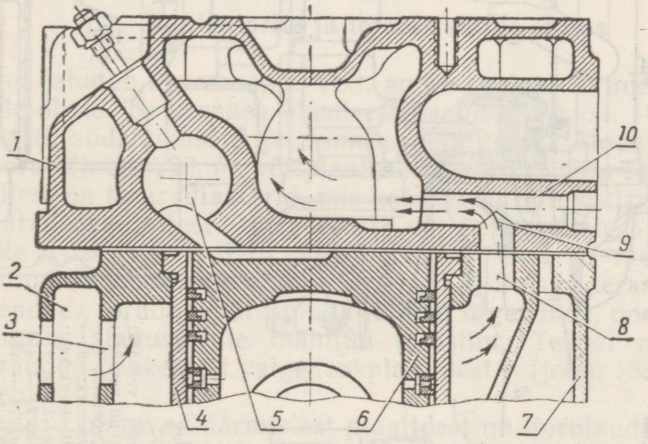
Sundjahutussüsteemis (joon. 185, *b*) pannakse vesi tsirkuleerima tsentrifugaalpumbaga *17*. Pump surub jahutusvee plokk-karteri silindrite veesärki, kust kuumenenud vesi surutakse edasi radiaatorisse. Viimases jahtunud vesi läheb toru kaudu uuesti pumpa.

Niisuguse skeemi järgi töötavad enamiku mootorite vesijahutussüsteemid.

Kuumenenud ja jahutatud vee temperatuuride vahe sundjahutussüsteemis ei ületa 5—10°.

Sundjahutussüsteemis sõltub vee tsirkuleerimise intensiivsus ja ventilaatoriga tekitatud õhuvoolu kiirus peamiselt mootori pöörete arvust. Et mootor ümbritseva õhu madala temperatuuri korral ja mootori koormuse vähenemisel liiga alla ei jahtuks, kasutatakse mootori soojusrežiimi reguleerimiseks mitmesuguseid seadiseid, nagu termostaate, radiaatorikatteid ja ribakardinaid (žalusiisid).

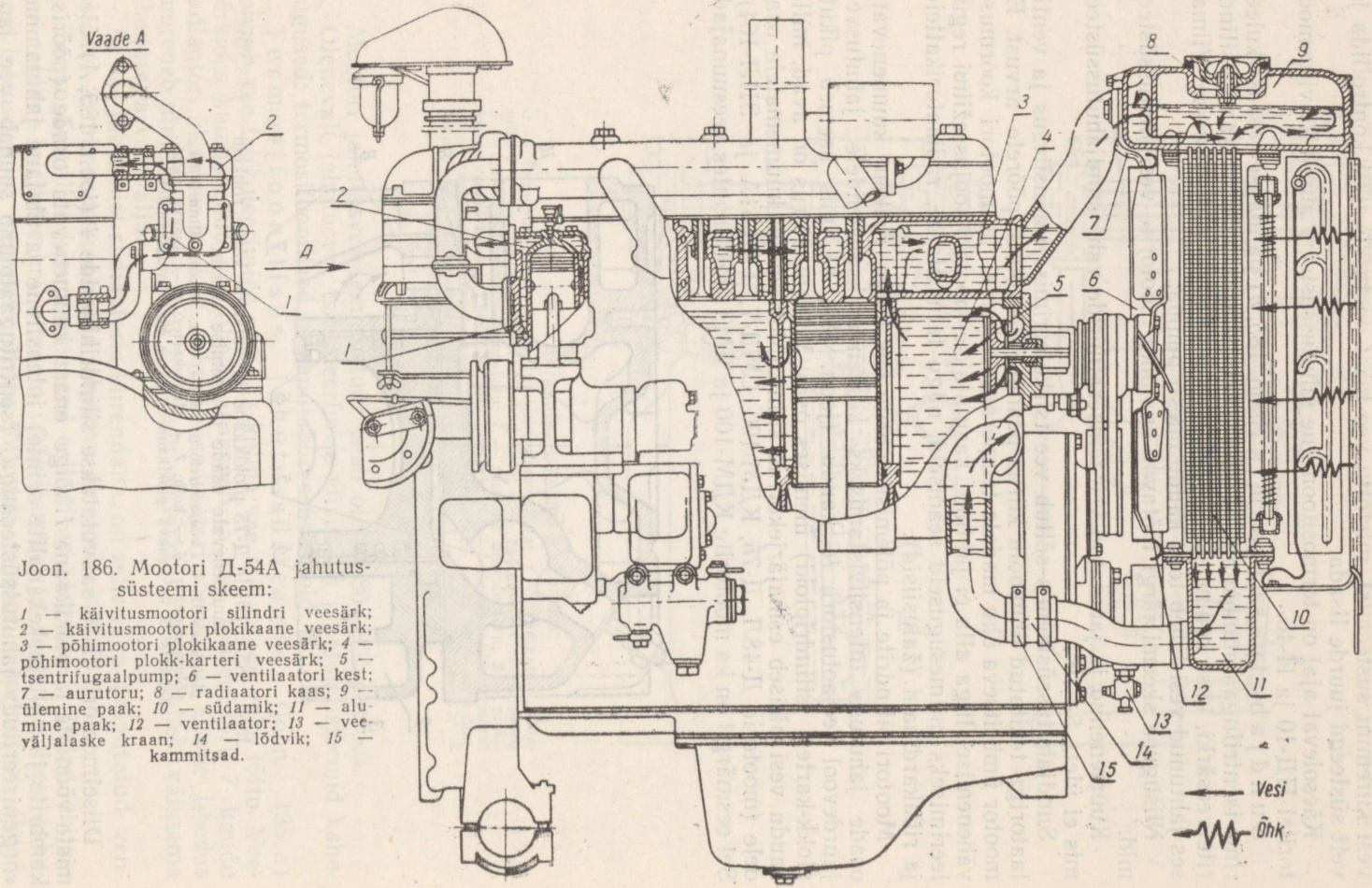
Mootori silindrite ja põlemiskambrite kui kõige rohkem kuumenevate osade jahutuse intensiivistamiseks keskendatakse nendele jahutusvee juurdevool veejaotustoru *16* kaudu (joon. 185, *b*), mis asetseb pikuti plokk-karteri (silindriploki) ülemises osas. Veejaotustorus on avad, mille kaudu vesi pääseb esmajärjekorras silindriploki kõige kuumematele osadele (mootorid Д-48Л, Д-75, КДМ-100, СМД-7, ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164). Sel eesmärgil on ka mootorite КДМ-100 ja ЯМЗ plokikaantes veesuunajad.



Joon. 185A. Diisli Д-75 plokikaane ja hülsside kõige rohkem kuumenevate osade jahutamise skeem:

1 — plokikaas; *2* — veejaotustoru; *3* — ava; *4* — silindrihülss; *5* — põlemiskamber; *6* — kolb; *7* — plokk-karter; *8* — lisaava plokk-karteris; *9* — lisaava plokikaanes; *10* — horisontaalkanalid.

Diiselmootoril Д-75 saavutatakse silindrihülsside *4* (joon. 185, *A*) ülemiste vööndite ja plokikaane *1* kõige enam kuumenevate osade (pööriskambrite ja väljalaskekanalite seinte) intensiivne ja ühtlane jahutamine «organiseeritud» jahutussüsteemiga. Tsentrifugaalpump suunab vee jaotustorusse *2*. Veejaotustorust läheb vesi paralleelsete jugadena silindri kohal olevast avast *3* plokk-karteri *7* veesärki, sealt plokk-karteri ava *8* ja plokikaane ava *9* kaudu horisontaalkanalisse *10* väljalasketorude ja põlemiskambrite jahutamiseks.



Joon. 186. Mootori Д-54А jahutussüsteemi skeem:

1 — käivitusmootori silindri veesärk; *2* — käivitusmootori plokikaane veesärk; *3* — põhimootori plokikaane veesärk; *4* — põhimootori plokk-karteri veesärk; *5* — tsentrifugaalpump; *6* — ventilaatori kest; *7* — aurutoru; *8* — radiaatori kaas; *9* — ülemine paak; *10* — südamik; *11* — alumine paak; *12* — ventilaator; *13* — veeväljalaske kraan; *14* — lõdvik; *15* — kammitsad.

Kui sundjahutussüsteem on aurutoru *7* (joon. 186) kaudu alaliselt ühendatud atmosfääriga, siis nimetatakse sellist süsteemi *lahtiseks* jahutussüsteemiks. Seda kasutatakse mootoritel Д-54А ja Урал-353А.

Kui sundjahutussüsteem on atmosfääriga ühendatud spetsiaalse auruõhuklapiga *13* (joon. 185, *b*), siis nimetatakse sellist süsteemi *kinniseks*. Niisuguses süsteemis on töötamise ajal rõhk veidi kõrgem atmosfäärirõhust, vastavalt sellele on ka vee keemistemperatuur nendes kõrgem. Seepärast väheneb kinnises jahutussüsteemis vee aurumine ja seega ka veekulu ning katlakivi tekkimine.

Õhkjahutussüsteemis (joon. 187) jahutatakse mootori detaile õhuvooluga.

Jahutuspinna suurendamiseks varustatakse mootorite silindrid *13* ja plokikaaned *11* ribidega.

Mootorrataste ja motorollerite väikese võimsusega mootorite detaile jahutatakse sõitmisel vastuliikuvas õhuvoolus. Traktorite ja autode mootoritel sellisest jahutamisest ei piisa ning need varustatakse ventilaatoriga *21*, mis sunnib õhuvoolu liikuma üle jahutatavate detailide. Ventilaatorist tulev õhuvool juhitakse jahutatavatele pindadele kesta (deflektori) *8* kaudu, mis suunab õhuvoolu selliselt, et kõikide detailide jahutus oleks ühesugune.

Mootori õhkjahutussüsteem on võrreldes sundtsirkulatsiooniga vesijahutusega ekspluatatsioonis kindlam, lihtsam ja odavam. Peale selle on säärase mootori kaal ja gabariidid tunduvalt väiksemad.

Õhkjahutussüsteemi puudused on järgmised: mootori detailide ebaühtlane jahutus; tunduv võimsuse kadu (kuni 10%) ventilaatori käitamisele; mootorilt tuleva õhu suhteliselt kõrge temperatuur.

§ 2. Radiaatorite ja termostaatide ehitus

Radiaator jahutab kuumenenud vett, andes soojuse torude seinte kaudu ümbritsevale õhule. Ta koosneb ülemisest paagist *1* (joon. 188, *a*), alumisest paagist *6*, südamikust *3* ja kinnitusdetailidest. Mootoritel kasutatakse kas toru- (joon. 188, *b*) või plaatradiaatoreid (joon. 188, *c*). Enamikul mootoritest on toruradiaatorid, mis koosnevad mitmest reast vertikaalselt paigutatud ovaalsetest (lamedatest) või ümmargustest torudest *8*.

Mootorite Д-28, Д-54А, Д-75, КДМ-100 ГАЗ-51А jt. radiaatoritel on valgevasktorudest jahutuselemendid, mootoril Д-24 aga terastorudest.

Et suurendada torude jahutuspinda ja neid tugevdada, on mootori Д-24 radiaatori igale jahutustorule mähitud teraslint. Teistel mootoritel on torud läbi pandud õhukestest valgevaskplaatidest *9* (joon. 188, *b*) ja nende külge joodetud.

Torude otsad ulatuvad äärmistest plaatidest nn. torulaudadest *10* veidi välja. Torulauad *10* on tehtud veidi paksemast lehtmetallist kui plaadid *9*.

Mootoritel Д-24 on torulauasse *10* paigutatud torud *8* (joon. 188, *d*), mis on tihendatud kummist tihendusrõngastega *11*, teistel mootoritel on torud joodetud torulaua külge.

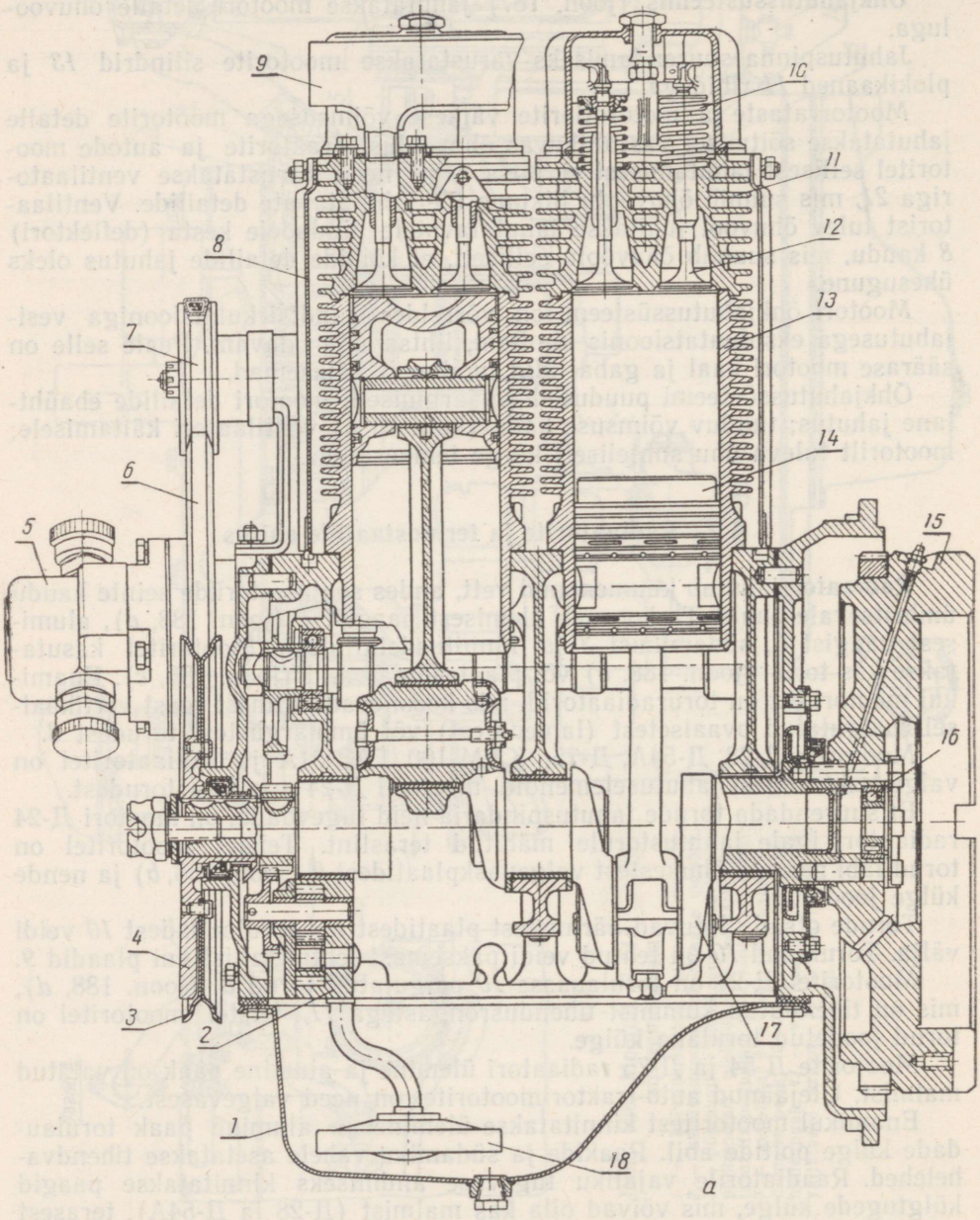
Mootorite Д-54 ja Д-75 radiaatori ülemine ja alumine paak on valatud malmist. Ülejäänud auto-traktorimootoritel on need valgevasest.

Enamikul mootoritest kinnitatakse ülemine ja alumine paak torulaudade külge poltide abil. Paakide ja südamiku vahele asetatakse tihendvahelehed. Raadiatorile vajaliku tugevuse andmiseks kinnitatakse paagid külgtugede külge, mis võivad olla kas malmist (Д-28 ja Д-54А), terasest (Д-48Л) või valgevasest (ГАЗ-51А). Mootoril КДМ-100 on südamik koos paakidega paigutatud radiaatori raamile.

Mootori Д-54А radiaatori ülemisel paagil *9* (joon. 186) on täitesuue tihedalt suletud kaanega *8*. Alumise paagi *11* ühendustorusse on keeratud

kraan *13*, mille kaudu jahutussüsteem veest tühjendatakse. Mootoril Д-75 on selleks, et vett oleks võimalik plokk-karterist täielikult välja lasta, mootori veesärk peene toru kaudu ühendatud radiaatori alumise paagiga. Radiaatori tagaküljele on kinnitatud ventilaatori juhtkest *6*, mis soodustab õhu sisseimemist läbi radiaatori südamiku. Ülalt on radiaator kinnitatud mootori külge varraste abil, alt aga raamile poltidega.

Mootoritel КДМ-100, ЗИЛ-164 jt. on raami ja radiaatori ühenduskohtadesse asetatud kummist vahetükid, et leevendada raamilt radiaatorile ülekanduvaid vibreerimisi.

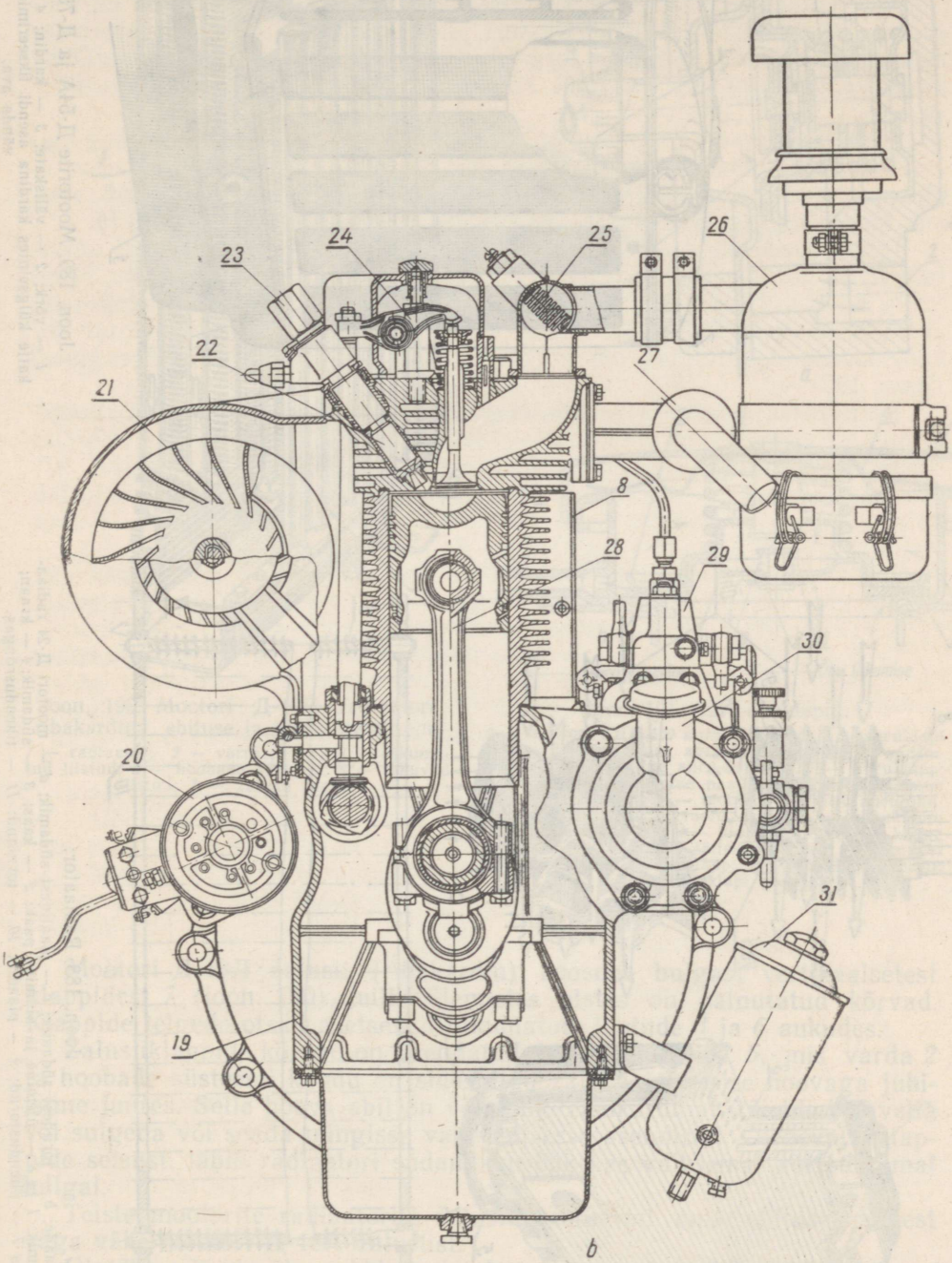


Joon. 187. Õhkjahutusega mootori Д-16 pikilõige (*a*) ja ristlõige (*b*):
1 — karteri põhi; *2* — õlipump; *3* — väntvõlli rihmaratas; *4* — vastukaal; *5* — rippsüsteemi õlipump; *6* — ventilaatori rihm; *7* — ventilaatori rihmaratas; *8* — kest; *9* — plokikaane kuppel; *10* — vedru; *11* — plokikaas; *12* — klapp; *13* — silinder; *14* — kolb; *15* — hooratas; *16* — kuullaager; *17* — väntvõll; *18* — õlivõtja.

Mõningatel mootoritel on radiaatori alumises paagis läbiv ava *5* (joon. 189) käivitusvända läbipistmiseks.

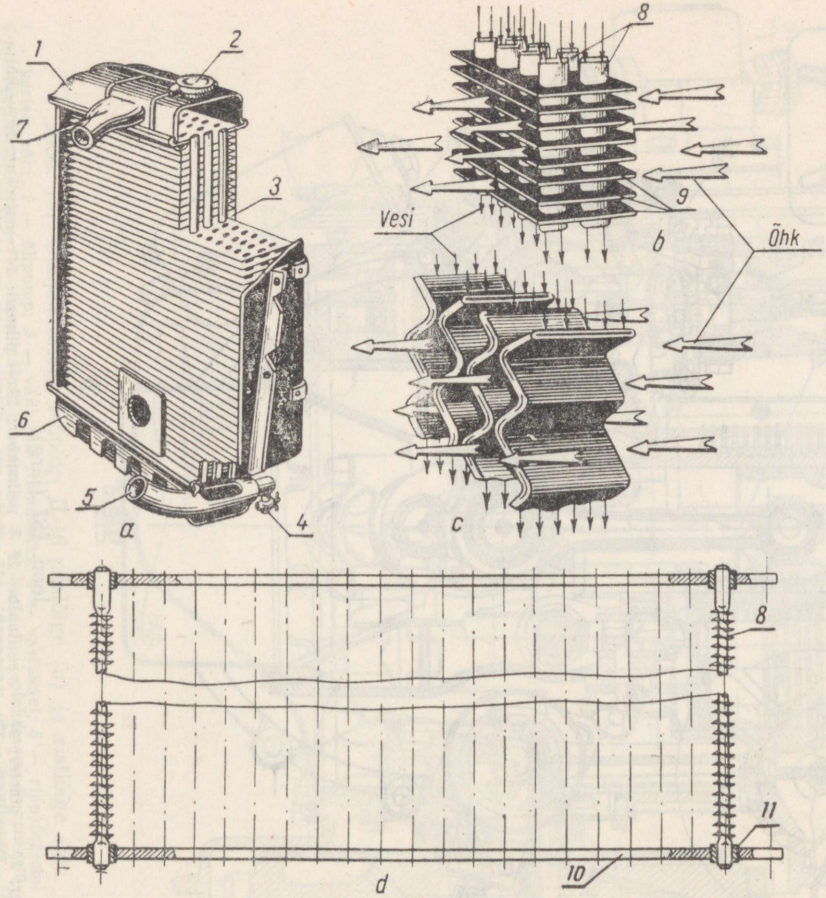
Traktori- ja kombainimootorite radiaatorite esikülg on kaetud väliskatte *2* ja kaitsevõrguga *1*.

Veeradiaatorit läbiva õhuvoolu intensiivsuse reguleerimiseks asetatakse mootoritel Д-54А, Д-75, Д-20 ja КДМ-100 radiaatori ette kardin *3*, teistel auto-traktorimootoritel aga ribakardin (žalusii).



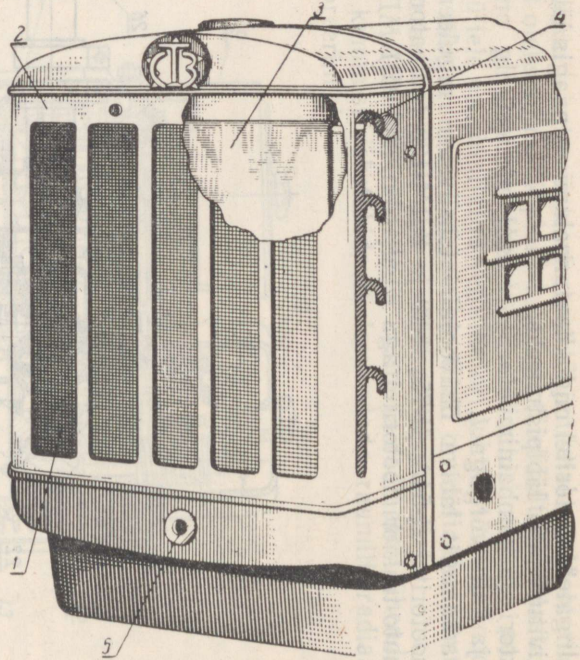
Joon. 187 (järg).

19 — karter; *20* — starter; *21* — ventilaator; *22* — eelkamber; *23* — pihusti; *24* — nookur; *25* — küttespiraal; *26* — õhupuhasti; *27* — summuti; *28* — keps; *29* — kütusepump; *30* — õlitäitetoru; *31* — õli peenpuhastusfilter.



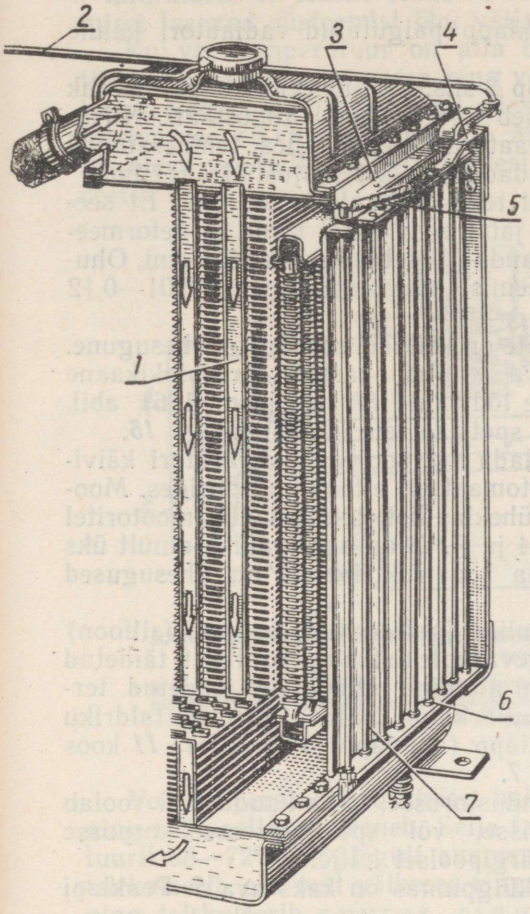
Joon. 188. Radiaator:

a — üldvaade; *b* — torudest südamik; *c* — plaatidest südamik; *d* — mootori Д-24 radiaatori südamik; *1* ja *6* — ülemine ja alumine paak; *2* — kaas; *3* — südamik; *4* — kraan; *5* ja *7* — ühendustorud; *9* — plaadid; *10* — torulaud; *11* — tihendusrõngas.

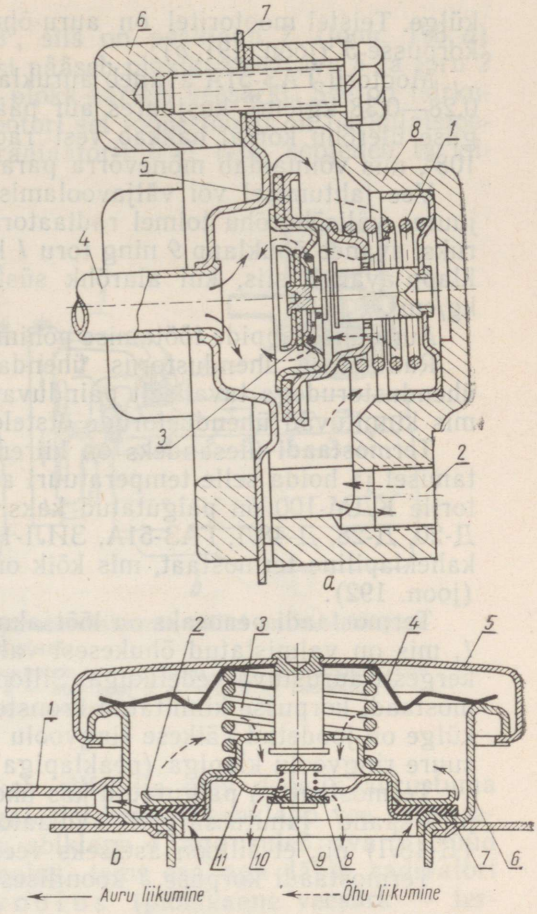


Joon. 189. Mootorite Д-54A ja Д-75 veeradiaator:

1 — võrk; *2* — väliskate; *3* — kardin; *4* — väljalõiked väliskatte külgseintes kardina asendi fikseerimiseks; *5* — käivitusvända ava.



Joon. 190. Mootori Д-48Л radiaatori ribakardina ehituse ja juhtimise skeem:
1 — radiaator; *2* — varras; *3* ja *6* — liikumatud liistud; *4* — hoobade süsteem; *5* — liikuvad liistud; *7* — žalusii klapp.



Joon. 191. Auru-õhuklapid:
a — mootori КДМ-100 auru-õhuklapp: *1* — auruklapi vedru; *2* — välimise auru-õhutoru ava; *3* — õhuklapp; *4* — sisemine auru-õhutoru; *5* — auruklapp; *6* — radiaatori ülemise paagi äärik; *7* — ülemine paak; *8* — korpus; *b* — mootori ГАЗ-51А auru-õhuklapp: *1* — auru äravoolu toru; *2* — auruklapp; *3* — auruklapi vedru; *4* — kinnitusvedru; *5* — kaane korpus; *6* — radiaatori täiteava; *7* ja *8* — kummist vahetihendid; *9* — õhuklapp; *10* — õhuklapi vedru; *11* — õhuklapi pesa.

Mootori Д-48Л žalusii (ribakardin) koosneb hulgast vertikaalsetest klappidest *7* (joon. 190), mille ülemistes otstes on painutatud kõrvad. Klappide telgede otsad asetsevad liikumatute liistude *3* ja *6* aukudes.

Žalusiiklappide kõrvad on ühendatud liikuva liistuga *5*, mis varda *2* ja hoobade süsteemi kaudu on sidestatud žalusii juhtimise hoovaga juhiistme juures. Selle hoova abil on võimalik ribakardinat täielikult avada või sulgeda või seada mingisse vahepealsesse asendisse. Olenevalt klappide seisust, läbib radiaatori südamikku õhk kas väiksemal või suuremal hulgal.

Teiste mootorite radiaatorite žalusiid erinevad oma ehituse poolest väga vähe mootori Д-48Л žalusiist.

Ülerõhu või alarõhu tekkimisel jahutussüsteemis, tuleb viimane ühendada atmosfääriga. Seda ülesannet täidab auru-õhuklapp.

Mootoril КДМ-100 asetseb auru-õhuklapp eraldi korpuses *8* (joon. 191, *a*), mis on kruvidega kinnitatud radiaatori ülemise paagi *7* ääriku *6*

külge. Teistel mootoritel on auru-õhuklapp paigutatud radiaatori kaane korpusse *5* (joon. 191, *b*).

Mootoril ГАЗ-51А avaneb auruklapp *2* siis, kui süsteemis tekib ülerõhk 0,28—0,38 kg/cm², kusjuures aur pääseb toru *1* kaudu atmosfääri. Niisuguse ülerõhu korral hakkab vesi radiaatoris keema alles temperatuuril 108°, mis võimaldab mõnevõrra parandada mootori soojuslikku režiimi.

Vee jahtumisel või väljavoolamisel tekib radiaatoris alarõhk. Et seejuures välisõhurõhu toimel radiaatori jahutuselemendi torud ei deformeeruks, avaneb õhuklapp *9* ning toru *1* kaudu pääseb välisõhk süsteemi. Õhuklapp avaneb siis, kui alarõhk süsteemis saavutab väärtuse 0,01—0,12 kg/cm².

Auru-õhuklappide töötamise põhimõte on kõikidel mootoritel ühesugune.

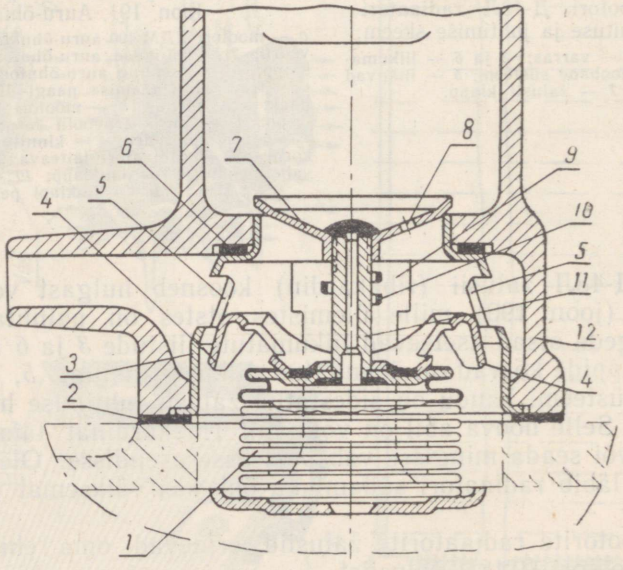
Radiaatori ühendustorus ühendatakse plokk-karteri ja plokikaane ühendustorudega tavaliselt painduvate lõdvikute *14* (vt. joon. 186) abil, mis kinnituvad ühendustorude otstele spetsiaalsete kammitsatega *15*.

Termostaadi ülesandeks on kiirendada vee soojenemist mootori käivitamisel ja hoida selle temperatuuri automaatselt ettenähtud piirides. Mootorile КДМ-100 on paigutatud kaks üheklapilist termostaati, mootoritel Д-20, Д-28, Д-48Л, ГАЗ-51А, ЗИЛ-164 ja ЯМЗ on aga igaühel ainult üks kaheklapiline termostaat, mis kõik oma konstruktsioonilt on ühesugused (joon. 192).

Termostaadi peaosaks on lõõtsakujuline (gofreeritud) balloon (silfoon) *1*, mis on valmistatud õhukesest valgevaskplekist ning osaliselt täidetud kergesti aurustuva vedelikuga. Silfooni alumine taldrik on joodetud termostaadi korpusse kinnitatud kronsteini *9* külge. Silfooni ülemise taldriku külge on joodetud väikese ringvoolu klapp (abiklapp) *4* ja varras *11* koos suure ringvoolu klapiga (peaklapiga) *7*.

Termostaat on paigutatud kas ühendustorusse, mille kaudu vesi voolab plokikaane jahutussärgist radiaatorisse, või spetsiaalsesse korpusse (Д-48Л) nii, et silfoon asetseks veesärgipoolsel küljel.

Termostaadi korpuse *3* koonilises külgpinnas on kaks ava *5*. Peaklapi

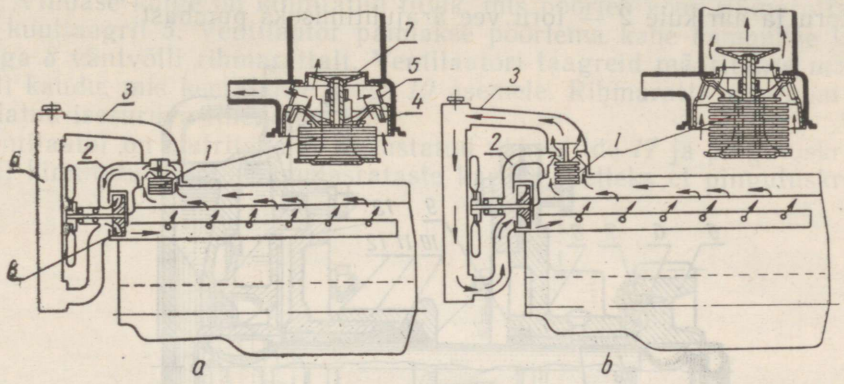


Joon. 192. Kahe klapiga termostaat:

1 — lõõts (gofreeritud balloon — silfoon); *2* ja *6* — vahetihendid; *3* — termostaadi korpus; *4* — abiklapp; *5* — ava; *7* — peaklapp; *8* — õhu väljalaske ava; *9* — kronstein; *10* — varda suunaja; *11* — varras; *12* — ühendustoru.

7 taldrikusse on tehtud väikesed avad 8, mis jahutussüsteemi veega täitmisel lasevad süsteemist õhu välja.

Kui vee temperatuur on alla 68°, siis on peaklapp 7 (joon. 193, *a*) tihedalt surutud oma pessa ning vesi pääseb plokikaanest ava 5 ja toru 2 kaudu veepumpa 8 ning sealt edasi plokk-karteri veesärki. See on tsirkuleeriva vee **väike ringvool**. Mootori sel tööperioodil on tsirkulatsioonis oleva vee hulk väike ja, et vesi radiaatorit 6 ei läbi, soojeneb ta kiiresti.



Joon. 193. Vee tsirkuleerimise skeem jahutussüsteemis, millel on kahe klapiga termostaat:

a — vee väike ringvool; *b* — vee suur ringvool; *1* — silfoon; *2* — ühendustoru veepumbaga; *3* — ühendustoru radiaatoriga; *4* — abiklapp; *5* — ava; *6* — radiaator; *7* — peaklapp; *8* — veepump.

Vee temperatuuri tõusmisel hakkab silfoonis olev vedelik aurustuma ning rõhk selles suureneb. Selle tagajärjel hakkab peaklapp vee temperatuuril 68—72° järk-järgult avanema, abiklapp *4* aga suleb ava *5*. Nüüd tsirkuleerib osa vett väikeses ringvoolus, teine osa aga läbib radiaatori ning tsirkuleerib **suures ringvoolus** (plokikaane veesärk — termostaat — radiaator — pump — plokk-karteri veesärk). Mida rohkem avaneb peaklapp, seda rohkem vett läbib radiaatorit.

Kui vee temperatuur on saavutanud 86°, avaneb peaklapp täielikult (joon. 193, *b*), abiklapp aga sulgub ning kogu jahutusvesi läbib radiaatori.

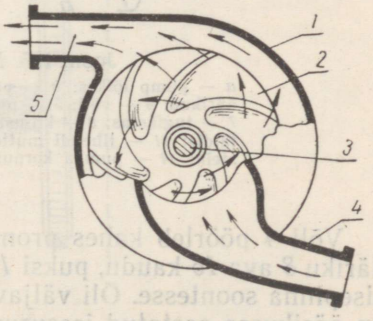
Üheklapilise termostaadi töötamine erineb ülalkirjeldatust selle poolest, et selle klapp reguleerib radiaatorisse minevat veehulka.

Vee temperatuuri jahutussüsteemis kontrollitakse distantstermomeetriga (vt. ptk. XVI § 6) või elektrilise impulsstermomeetriga (vt. ptk. XXIV § 3).

§ 3. Ventilaatorite ja veepumpade ehitus

Traktorite ja autode mootorite sundtsirkulatsiooniga vesijahutussüsteemides kasutatakse tsentrifugaalpumpasid, mille tootlikkus nende väikeste gabariitidega võrreldes on küllaltki suur.

Tsentrifugaalpump koosneb korpusest *1* (joon. 194), tiivikust *2*, mis on kinnitatud võllile *3* ja tihendusseadisest. Võll *3* pannakse pöörlema mootori väntvõllilt. Pumba korpusesse *1* tiiviku *2* kesk-

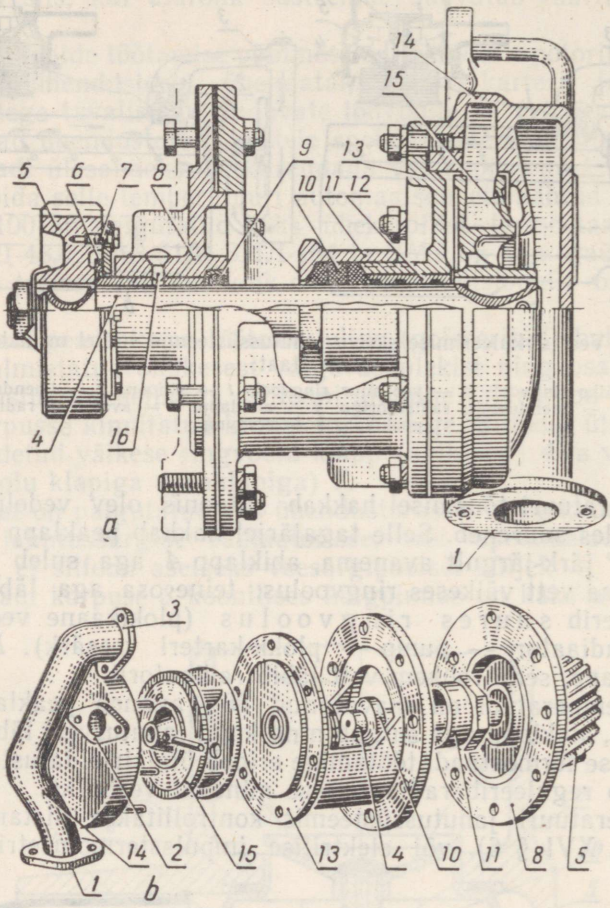


Joon. 194. Tsentrifugaalpumba ehituse ja töötamise skeem:

1 — korpus; *2* — tiivik; *3* — võll; *4* — juurdevoolutoru; *5* — äravoolutoru.

kohta juhitakse vesi ühendustorust *4*. Vesi paisatakse pöörleva tiiviku tsentrifugaaljõu toimel vastu korpuse seinu ja surutakse puutuja sihis äravoolutoru *5* kaudu mootori veesärki.

Mootori КДМ-100 pumba korpus *14* (joon. 195) kinnitatakse poltide abil kronsteini *13* külge, mis koos äärikuga *8* on kinnitatud jaotushammasrataste karbile. Korpuses *14* pöörleb viie labaga malmtiivik *15*, mis on kinnitatud võllile *4*. Tiivikus on viis ava rõhu vähendamiseks puksi *12* ees olevas ruumis. Pumba korpuse ääriku *1* külge ühendatakse radiaatorist tulev veetoru; äärikule *3* ühendatakse termostaadi korpusest tuleva vee toru ja äärikule *2* — toru vee ärajuhtimiseks pumbast.



Joon. 195. Mootori КДМ-100 veepump:
a — pump lõikes; *b* — pumba detailid; *1*, *2* ja *3* — pumba korpuse äärikud; *4* — võll; *5* — pumba ajami hammasratas; *6* — eesmine puks; *7* — tugiketas; *8* — kronsteini äärik; *9* — isesuruv tihend; *10* — tihendi täidis; *11* — tihendi mutter; *12* — tagumine puks; *13* — pumba kronstein; *14* — pumba korpus; *15* — tiivik; *16* — ava kronsteini äärikus.

Võll *4* pöörleb kahes pronkspuksis *6* ja *12*. Puksi *6* määritakse õliga ääriku *8* ava *16* kaudu, puksi *12* aga grafiitmäärdega, mis on pandud puksi sisepinna soontesse. Õli väljavalgumise vältimiseks puksi *6* ja võlli vahelt on äärikusse asetatud isesuruv tihend *9*.

Võlli eesmisele otsale on kinnitatud pumba ajamihammasratas *5*, mis käitatakse suurelt vahehammasrattalt.

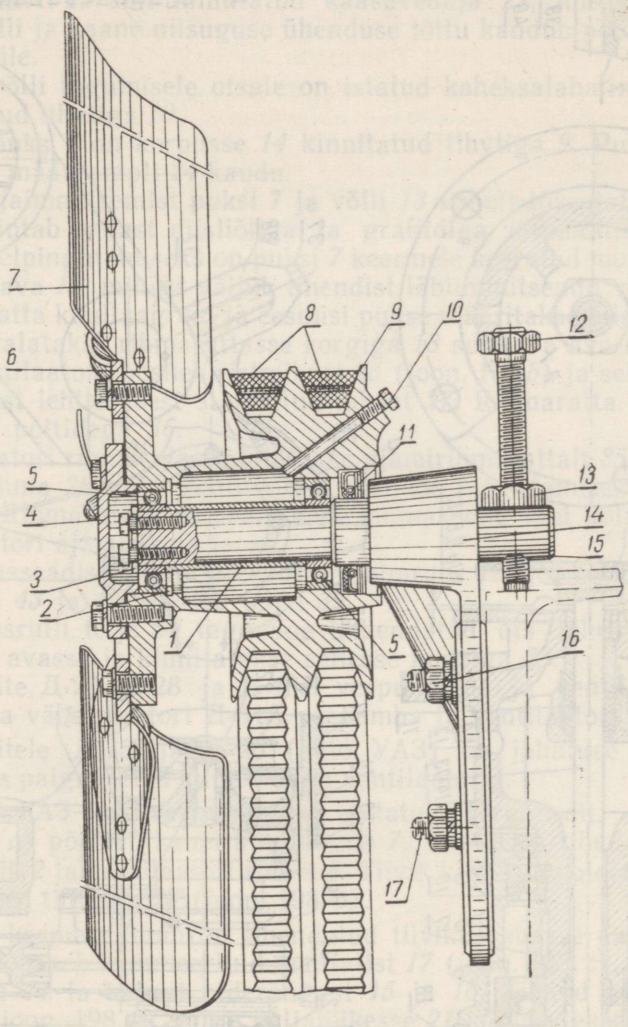
Et vee väljapääsu tõkestada, on kronsteini *13* otsale keeratud tihendava

täidisega *10* mutter *11*. Täidis koosneb õli ja grafiidiga immutatud asbestnööri kolmest keerust. Tihendava täidise surumiseks tihedalt vastu võlli tuleb tihendi mutrit pingutada.

Veepumba tootlikkus väljuva vee temperatuuril 90° ja väntvõlli pöörlemiskiirusel 1000 p/min on 7400 l/h.

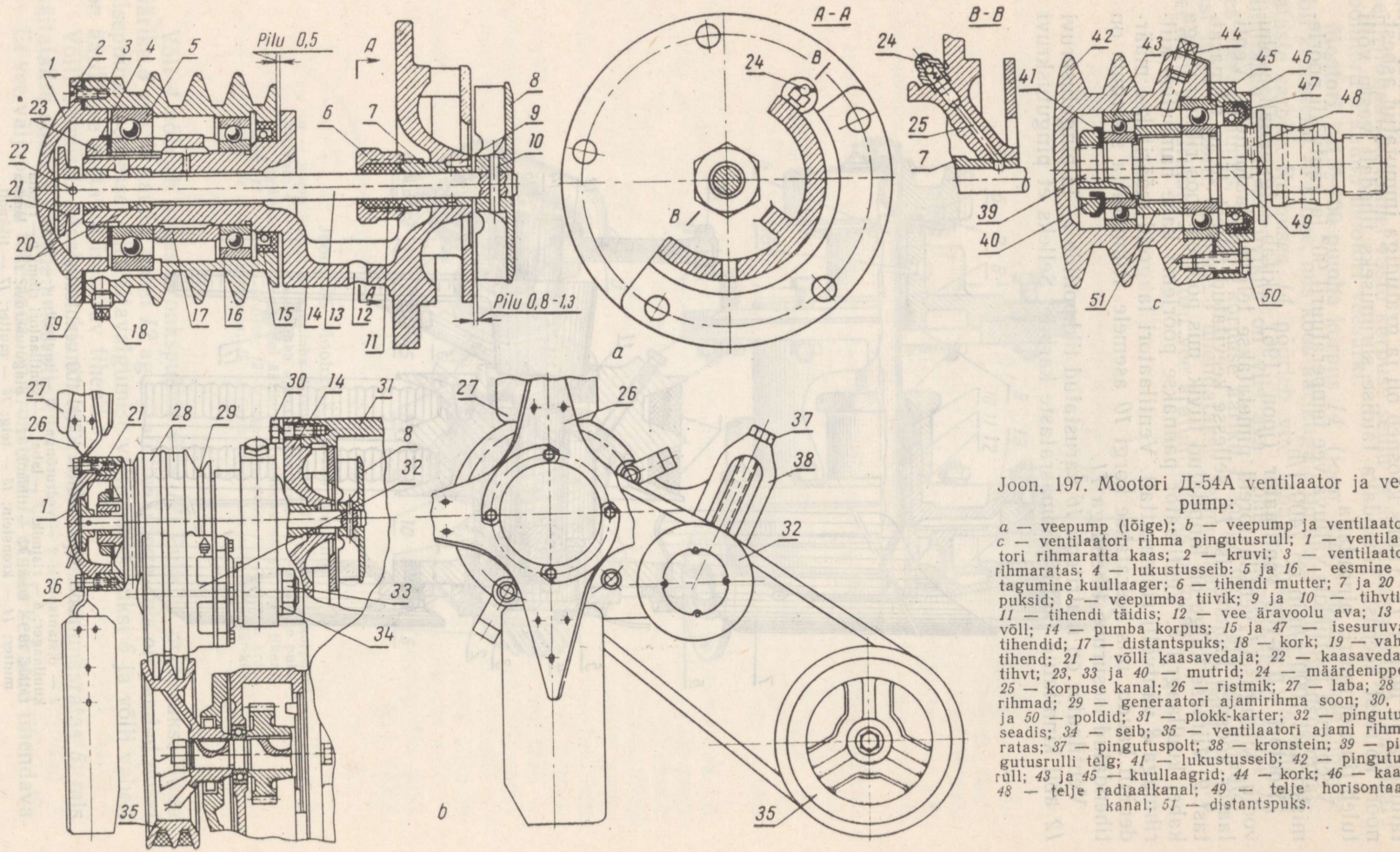
Mootori КДМ-100 ventilaator (joon. 196) tekitab telgsuunalise õhuvoolu. Niisuguseid ventilaatoreid nimetatakse telgventilaatoriteks. Ventilaator koosneb kronsteinist *14*, sellesse keevitatud teljest *15* ja rihmarattast *9*. Viimase külge on kinnitatud tiivik, mis pöörleb koos rihmarattaga kahel kuullaagril *5*. Ventilaator pannakse pöörlema kahe hambulise kiilrihmaga *8* väntvõlli rihmarattalt. Ventilaatori laagreid määritakse määrdenipli kaudu, mis keeratakse korgi *10* asemele. Rihmaratta siseruum on tihendatud isesuruva tihendiga *11*.

Ventilaator on mutritega *16* varustatud tikkpoltide *17* ja pingutuskruvi *12* abil kinnitatud jaotushammasrataste karbile. Selleks et pingutuskruvi



Joon. 196. Mootori КДМ-100 ventilaator:

1 — distantspuks; *2* — vedrurõngas; *3* — tugiseib; *4* — kaas; *5* — kuullaager; *6* — ristmik; *7* — laba; *8* — ventilaatori rihm; *9* — rihmaratas; *10* — kork; *11* — tihend; *12* — pingutuskruvi; *13* — kontramutter; *14* — kronstein; *15* — telg; *16* — mutter; *17* — tikkpolt.



Joon. 197. Mootori Д-54А ventilaator ja veepump:

a — veepump (lõige); *b* — veepump ja ventilaator; *c* — ventilaatori rihma pingutusrull; *1* — ventilaatori rihmaratta kaas; *2* — kruvi; *3* — ventilaatori rihmaratas; *4* — lukustusseib: *5* ja *16* — eesmine ja tagumine kuullaager; *6* — tihendi mutter; *7* ja *20* — puksid; *8* — veepumba tiivik; *9* ja *10* — tihvtid; *11* — tihendi täidis; *12* — vee äravoolu ava; *13* — võll; *14* — pumba korpus; *15* ja *47* — isesuruvad tihendid; *17* — distantspuks; *18* — kork; *19* — vahetihend; *21* — võlli kaasavedaja; *22* — kaasavedaja tihvt; *23*, *33* ja *40* — mutrid; *24* — määrdenippel; *25* — korpuse kanal; *26* — ristmik; *27* — laba; *28* — rihmad; *29* — generaatori ajamirihma soon; *30*, *36* ja *50* — poldid; *31* — plokk-karter; *32* — pingutusseadis; *34* — seib; *35* — ventilaatori ajami rihmaratas; *37* — pingutuspolt; *38* — kronstein; *39* — pingutusrulli telg; *41* — lukustusseib; *42* — pingutusrull; *43* ja *45* — kuullaagrid; *44* — kork; *46* — kaas; *48* — telje radiaalkanal; *49* — telje horisontaalkanal; *51* — distantspuks.

abil oleks võimalik ventilaatorit rihmade pinguse reguleerimisel üles või alla nihutada, on tikkpoltide augud kronsteinis pikergused.

Enamikul auto-traktorimootoritel (Д-20, Д-28, Д-48Л, СМД-7, Д-75, Д-54А, ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164) on ventilaator ja veepump ühendatud üheks agregaadiks, mis käitatakse ühise ajami kaudu. See lihtsustab ajami konstruktsiooni ning vähendab mootori kaalu.

Mootori Д-54А ventilaator ja veepump on näidatud joonisel 197. Pumba malmkorpus *14* (joon. 197, *b*) kinnitub plokk-karteri *31* eesmisele seinale poltidega *30*. Tihenduseks on pumba korpuse ja plokk-karteri vahele asetatud vaheleht. Pumba korpuse esiossa on paigutatud kaks kuullaagrit *5* (joon 197, *a*) ja *16*, mille vahel on distantspuks *17*. Mõlemad laagrid kinnituvad korpusesse mutriga *23*. Laagritel *5* ja *16* pöörleb ventilaatori rihmaratas *3*, mille kruvidega *2* on kinnitatud kaas *1*. Rihmaratta sisse on pressitud isesuruv tihend *15*, mis kaitseb rihmaratta siseruumi tolmu eest ning ei lase õli välja valguda.

Pumba terasvõll *13* pöörleb kolmes pronkspuksis *20* ja *7*. Võlli eesmisele otsale on tihvti *22* abil kinnitatud kaasavedaja *21*, mis läheb kaane *1* soonde. Võlli ja kaane niisuguse ühenduse tõttu kandub pöörlemine rihmarattalt võllile.

Pumbavõlli tagumisele otsale on istatud kaheksalabaline tiivik *8*, mis on kinnitatud tihvtiga *10*.

Pronkspuks *7* on korpusse *14* kinnitatud tihvtiga *9*. Puksi määritakse solidooliga määrdenipli *24* kaudu.

Vee väljaimmitsemist puksi *7* ja võlli *13* vahelt tõkestatakse tihendiga *11*, mis kujutab endast diisliõliga ja grafiidiga immutatud asbestnööri. Tihendi järelpingutamiseks on puksi *7* keermele keeratud mutter *6*. Korpuse allosas on ava *12*, millest väljub tihendist läbiimmitsenud vesi.

Rihmaratta kuullaagreid ja eesmisi pukse määritakse õliga (diisliõli või АК), mis valatakse rihmarattasse korgiga *18* suletava ava kaudu.

Telgventilaator koosneb ristmikust *26* (joon. 197, *b*) ja selle külge kinnitatud neljast lehtterasest stantsitud labast *27*. Rihmaratta külge kinnitub ventilaator poltidega *36*.

Ventilaatori rihmaratast käitatakse ajamirihmarattalt *35* kahe kummeeritud kiilrihma *28* abil. Ventilaatori rihmade pingutamiseks on pingutusseadis *32*. Rihmarattal on peale kahe rihmasoone veel kolmas rihmasoon *29* generaatori ajamirihma jaoks.

Pingutusseadis *32* kujutab endast malmrulli *42* (joon. 197, *c*), mis kahel kuullaagril *43* ja *45* pöörleb teljel *39*.

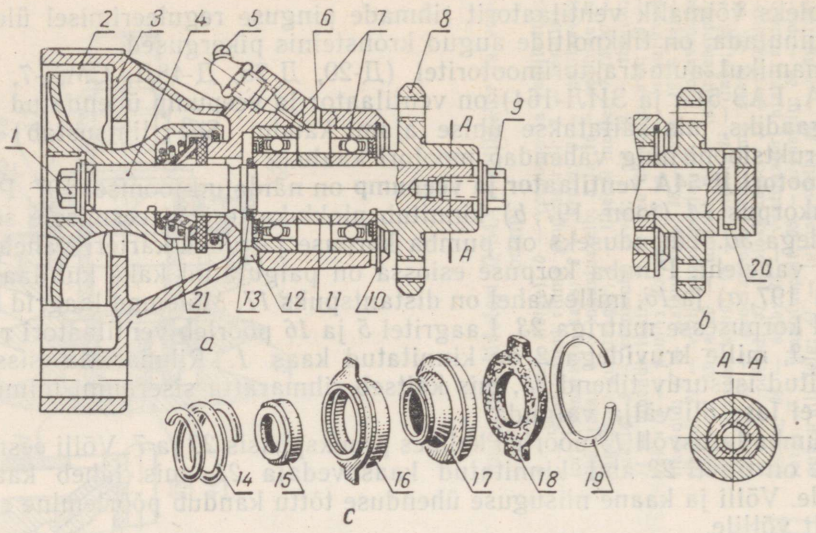
Pingutusrulli telje *39* tagumine lamendatud ots läheb kronsteini *38* pikergusse avasse ja kinnitatakse sellesse mutriga *33*.

Mootorite Д-20, Д-28 ja Д-48Л veepumpade ja ventilaatorite ehitus erineb väga vähe mootori Д-54А veepumba ja ventilaatori ehitusest.

Mootoritele Д-75 ja М-20 (auto УАЗ) on jahutuse efektiivsemaks muutmiseks paigaldatud kuue labaga ventilaatorid.

Mootori ГАЗ-51А veepump on ehitatud järgmiselt. Pumba võll *4* (joon. 198, *a*) pöörleb kahel kuullaagril *7*. Võllile on tihedalt istatud veepumba tiivik *2* ja ventilaatori rumm *8*. Tiivik kinnitub poldiga *1*, rumm aga poldiga *9* või tihvtiga *20* (joon. 198, *b*).

Pumba korpuse ruum on tihendatud tiiviku sabasse paigutatud tihendiga, mis koosneb kummeeritud mansetist *17* (joon. 198, *c*), tekstoliitseibist *18*, vedrust *14* ja kahest piderõngast *15* ja *16*. Tihend pöörleb koos tiivikuga *2* (joon. 198, *a*), mille väljalõikesse *21* käivad tekstoliitseibi nukid. Vedruga *14* korpuse otsmiku vastu surutav tekstoliitseib *18* (joon. 198, *c*) takistab vee väljumist pumba tööruumist. Kummimansett *17* väldib vee läbipääsu võlli *4* (joon. 198, *a*) ja tekstoliitseibi vahelt. Kulunud tihendist läbi läinud vesi voolab ava *12* kaudu välja.



Joon. 198. Mootori ГАЗ-51А veepump:

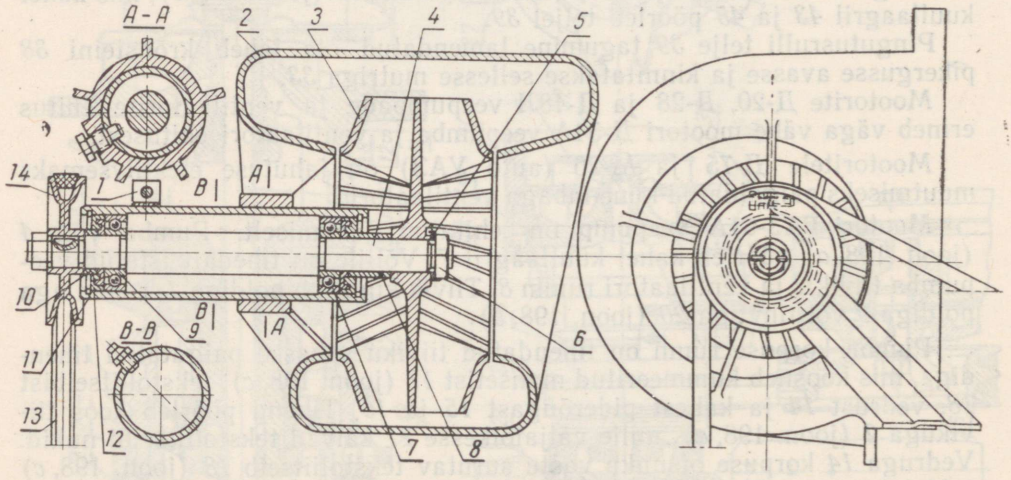
a — veepump (lõige); *b* — ventilaatori rummu kinnitus; *c* — tihendi detailid; *1* ja *9* — poldid; *2* — tiivik; *3* — pumba korpus; *4* — võll; *5* — määrdenippel; *6* — määrde väljumise kontrollava korpuses; *7* — laagrid; *8* — ventilaatori rumm; *10* ja *13* — piderõngas; *11* — distantspuks; *12* — tihendist läbiimbuva vee väljumisava; *14* — tihendi vedru; *15* ja *16* — tihendi sisemine ja välimine rõngas; *17* — kummimansett; *18* — tekstoliitseib; *19* — tihendi lukustusrõngas; *20* — tihvt; *21* — väljalõige tiiviku korpuses.

Määret antakse laagritele määrdenipli *5* kaudu seni, kuni ta ilmub kontrollavast *6*

Rummule *8* on poltide abil kinnitatud nelja labaga ventilaator koos rihmarattaga. Ventilaatori rihmaratas käitatakse kiilrihma abil väntvõlli rihmarattalt.

Mootorite М-20 ja ЗИЛ-164 veepumpadel ja ventilaatoritel on analoogiline ehitus.

Ventilaatori ja veepumba poolt tarbitav võimsus auto-traktorimootoritel on tavaliselt (0,03—0,05) N_e.



Joon. 199. Mootori Д-16 õhkjahutussüsteemi ventilaator:

1 — pingutusklamber; *2* — korpus; *3* — ratas; *4* — võll; *5* — lukustusseib; *6* — mutter; *7* ja *9* — kuullaagrid; *8* — tugipuks; *10* — puks; *11* — ajami hülss; *12* — tihendusseib; *13* — rihm; *14* — ventilaatori rihmaratas.

Mootoril Д-16 on õhkjahutussüsteem ja selles kasutatakse tsentrifugaalventilaatorit (joon. 199). Ventilaatori alumiiniumkorpuses *2* pöörleb alumiiniumist ratas *3*, mis on kinnitatud terasvõllile *4*. See võll pöörleb puksi *11* paigutatud kahel kuullaagril *7* ja *9*. Ventilaator käitatakse rihmaga *13* väntvõlli rihmarattalt. Puks *11* koos võlli, laagrite ja tihenditega paigutatakse korpuse *2* õnarasse.

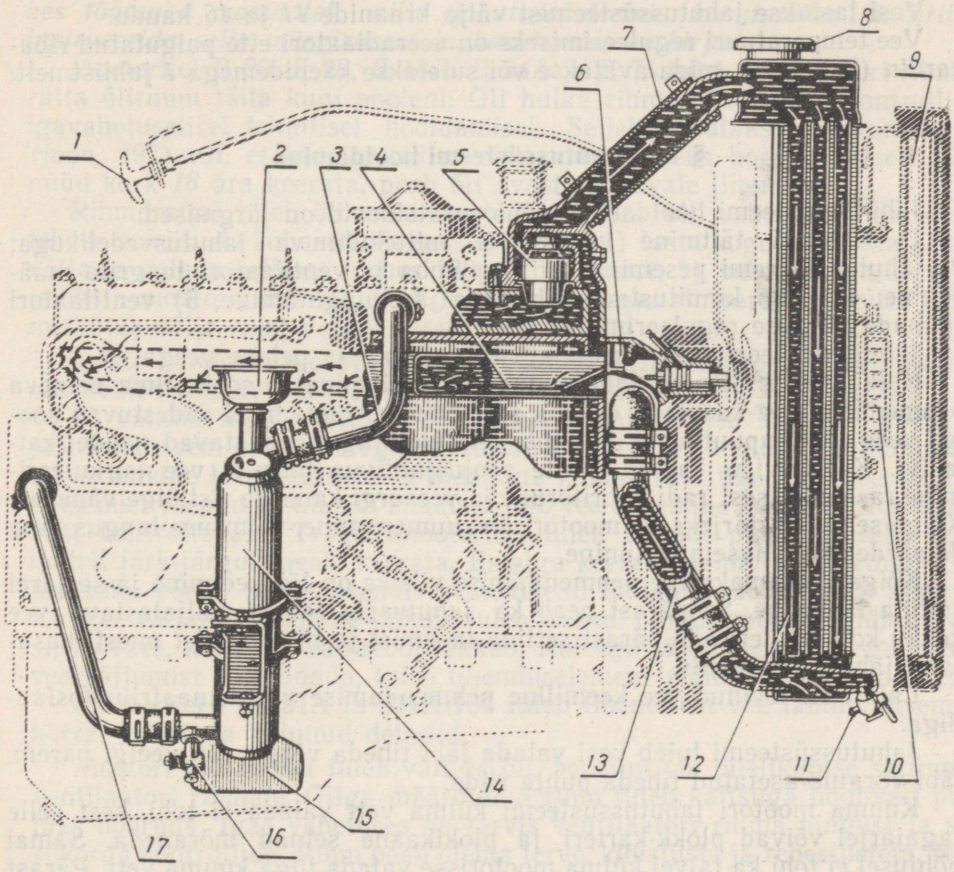
Ventilaatori korpus kinnitub ülalt plokikaane külge, alt aga mootori karterile.

Mootori Д-16 ventilaatori käitamiseks vajalik võimsus on umbes 1,5 hj.

§ 4. Kinnine sundtsirkulatsiooniga vesijahutussüsteem

Käesoleval ajal on kõige rohkem rakendamist leidnud sundtsirkulatsiooniga kinnine vesijahutussüsteem. Vaatleme selle süsteemi ehitust ja töötamist mootoril ГАЗ-51А.

Radiaator *12* (joon. 200) on kinnitatud raamile kummipatjadel. Radiaatori ülemine ühendustoru on termostaadi korpuse toruga ühendatud lõdviku *7* kaudu. Radiaatori alumine ühendustoru on toru *13* ja painduvate lõdvikute kaudu ühendatud veepumba *6* sissevoolutoruga. Ventilaator ja



Joon. 200. Mootori ГАЗ-51А jahutussüsteem:

1 — ribakardina (žalusii) juhtimishoob; *2* — soojenduskatla lehter; *3* — katla ja plokikaane ühendustoru; *4* — veejaotustoru; *5* — termostaat; *6* — tsentrifugaalpump; *7* — lõdvik; *8* — radiaatori kaas; *9* — ribakardin; *10* — õliradiaator; *11* — radiaatori tühjenduskraan; *12* — veeradiaator; *13* — veetoru; *14* — käivitussoojendi katel; *15* — suunaja; *16* — katla tühjenduskraan; *17* — katla ja plokk-karteri ühendustoru.

veepump käitatakse väntvõlli rihmarattalt kahe rihma abil. Torudega *3* ja *17* on jahutussüsteem ühendatud käivituseelsoojendi katlaga *14*.

Vesi kallatakse jahutussüsteemi radiaatori suudme kaudu. Mootori töötamisel imeb tsentrifugaalpump *6* vett radiaatori alumisest paagist ja surub selle veejahutustorusse *4*, mis on paigutatud plokk-karteri ülemisse ossa. Torust *4* tungib vesi kuue pilu kaudu plokk-karteri veesärki ja edasi plokikaane veesärki, jahutades intensiivselt mootori kõige kuumemaid osi.

Kui vee temperatuur on alla 68°, on termostaadi *5* peaklapp suletud, abiklapp aga avatud. Vesi, mis ei satu radiaatorisse, läbib termostaadi korpuse külgava ning voolab tagasi veepumba sissevooluruumi. Sellise vee tsirkulatsiooni ehk nn. väikese ringvoolu puhul kuumeneb mootor kiiresti.

Kui vesi on kuumenenud temperatuurini 68—72°, hakkab termostaadi peaklapp avanema ning osa vett plokk-karterist läheb suurde ringvoolu (läbi radiaatori), osa aga tsirkuleerib edasi väikeses ringvoolus.

Vee temperatuuril 82—86° avaneb termostaadi peaklapp täielikult, termostaadi korpuse külgava aga sulgub ning kogu vesi voolab radiaatori ülemisse paaki.

Vesi jahtub radiaatori ülemisest paagist läbi jahutuselementide alumisse paaki voolates.

Jahutussüsteemi auru-õhuklapp *8* on paigutatud radiaatori täitesuudme kaande.

Vesi lastakse jahutussüsteemist välja kraanide *11* ja *16* kaudu.

Vee temperatuuri reguleerimiseks on veeradiaatori ette paigutatud ribakardin (žalusii) *9*, mida avatakse või suletakse käepidemega *1* juhiistmelt.

§ 5. Jahutussüsteemi hooldamine

Jahutussüsteemi hooldamise põhioperatsioonid on järgmised:

1) süsteemi täitmine veega või mittekülmuva jahutusvedelikuga; 2) jahutussüsteemi pesemine; 3) veepumba ja ventilaatori laagrite määrimine; 4) kõigi kinnituste ja tihendite järelpingutamine; 5) ventilaatori rihmade pinguse reguleerimine.

Jahutussüsteem tuleb tingimata täita puhta ja pehme veega.

Kalki vett, milles on lahustunud rohkesti mineraalsooli, ilma eelneva pehmendamiseta kasutada ei tohi, sest mootori töötamisel sadestuvad soolad veega kokkupuutuvate detailide seintele ning moodustavad nendel katlakivi. Katlakiviga kaetud seinte soojusjuhtivus langeb, vee tsirkuleerimine raskeneb, sest radiaatoritorude ja veesärgi kanalite ristlõige väheneb. Kõige selle tagajärjeks on mootori ülekuumenemine, võimsuse langus ning detailide intensiivsem kulumine.

Kõige lihtsamaks vee pehmendamise viisiks on läbikeetmine ja seejärel settida laskmine. Seepärast peab ka jahutussüsteemist väljalastava vee kokku koguma, et seda pärast settida laskmist ja filtreerimist uuesti kasutada jahutussüsteemis.

Laialt on levinud vee keemiline pehmendamise viis trinaatriumfosfaadiga.

Jahutussüsteemi tuleb vesi valada läbi tiheda võrgu või, veelgi parem, läbi võrgule asetatud tiheda puhta riide.

Kuuma mootori jahutussüsteemi külma vett valada ei tohi, sest selle tagajärjel võivad plokk-karteri ja plokikaane seinad mõraneda. Samal põhjusel ei tohi ka talvel külma mootorisse valada liiga kuuma vett. Pärast mootori tankimist veega tuleb radiaatori täitesuudme kaas tihedalt sulgeda.

Töö ajal tuleb vee taset radiaatoris perioodiliselt kontrollida. Seejuures tuleb aga radiaatori suudme kaane avamisel hoiduda näo ja käte põletustest suudmest väljapaiskuva kuuma vee või auruga.

Pärast mootori 300—400 töötundi pestakse jahutussüsteem läbi, et sel-

lest setted (šlammi) eemaldada. Selleks lastakse mootori seismajätmisel kohe vesi välja ja pärast jahtumist juhitakse jahutussüsteemist läbi puhast vett koguses, mis on vähemalt kaks korda suurem süsteemi mahutavusest.

Katlakivi eemaldamiseks tuleb jahutussüsteem perioodiliselt, vastavalt valmistaja tehase soovitustele läbi pesta spetsiaalsete lahustega.

Kõige laialdasemat kasutamist on leidnud lahus, mis sisaldab 1 kg pesusoodat, 0,5 kg petrooleumi 10 l vee kohta. Seda lahust tuleb lasta jahutussüsteemis seista 10—12 tundi, siis käivitatakse mootor ja lastakse töötada keskmistel pööretel 15—20 minutit. Pärast seda loputatakse jahutussüsteem puhta veega.

Talvel on soovitatav jahutussüsteem täita antifriisiga. Tööstuslikult toodetakse kaht marki etüleenglükoolvedelikke — antifriisi 40 ja 60 (ГОСТ 159-52). Antifriisi 40 võib kasutada välisõhu temperatuuril kuni —40°.

Antifriisi tuleb jahutussüsteemi valada 5—7% (mahuliselt) vähem kui vett, sest see paisub kuumenemisel rohkem.

Ekspluatatsioonis tuleb antifriisi erikaalu aeg-ajalt areomeetriga kontrollida, sest mootori töötamisel aurab antifriisist vesi välja ning vedeliku külmumistemperatuur võib tõusta.

Etüleenglükoolantifriisid on tugevad mürgid. Seepärast tuleb töötajaid, kes töötavad masinatel, mille jahutussüsteemis kasutatakse antifriisi, instrueerida selle mürgisusest ja kasutamise eeskirjadest.

Mootoritel Д-20, Д-28, Д-48Л, Д-54А ja Д-75 tuleb ventilaatori rihmaratta õliruum täita kuni pooleni. Õli hulka rihmarattas tuleb kontrollida igavahetuselisel tehnilisel hooldamisel. Selleks seatakse rihmaratas *3* (joon. 197) nii, et korgiga *18* suletud ava asetseks horisontaalselt. Kui nüüd kork *18* ära keerata, peab õli avast nähtavale ilmuma.

Rihmarattal tuleb õliruumi pesta ja selles õli vahetada valmistaja tehase soovituste kohaselt järgmises korras: 1) lasta kogu õli rihmarattast välja ja valada sellesse umbes 120 g diislikütust; 2) sulgeda ava korgiga ja lasta mootorit töötada 1—2 minutit; 3) lasta rihmarattast must pesemiskütus välja ning valada sisse värske õli.

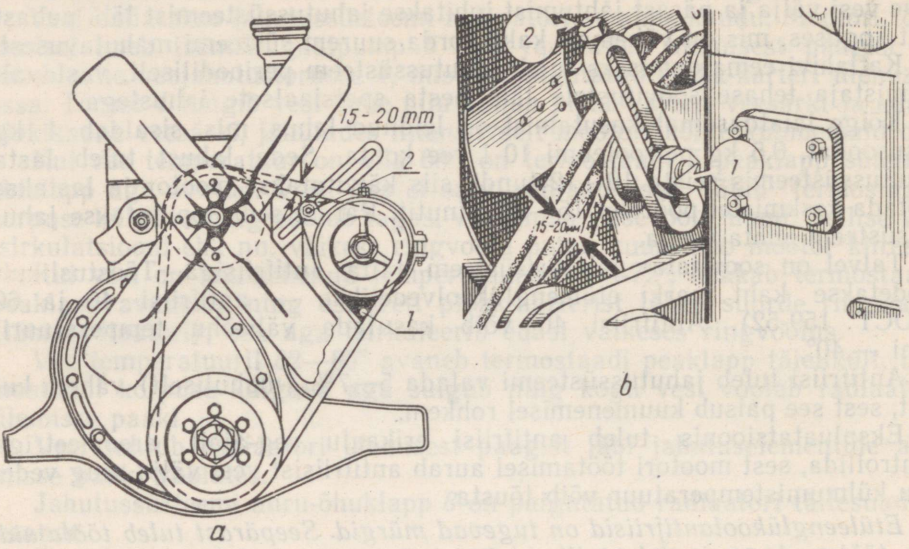
Teiste mootorite veepumpade ja ventilaatorite laagreid tuleb määrida vastavalt valmistaja tehase poolt õlitamiskaartidel antud eeskirjadele.

Et vältida iiga sagedast vee juurdelisamist, tuleb silmas pidada, et jahutussüsteem ei lekiks. Igavahetuselisel tehnilisel hooldamisel kontrollitakse kõikide keermeliidete ja lõdvikute kammitsate tihedust. Vee läbiimmitsemist veepumba tihendi kaudu näitab vee tilkumine korpuse allosas olevast kontrollavast. Traktorimootoritel tuleb tihendi pingutamiseks selle mutrit järk-järgult peale keerata. Esialgu keeratakse mutrit $^1/_6$ ringi, s. o. ühe tahu võrra. Selles asendis peab tihend töötama vähemalt 10 minutit. Kui vee väljaimmitsemine jätkub, tuleb tihendi pingutamist kirjeldatud viisil korrata, kuni vee väljavool lakkab. Kui aga järelpingutamisega ei saa vee väljumist kõrvaldada, tuleb tihenduselement (täidis) asendada uuega.

Mootoritel ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164 tuleb tihenditest vee läbiimmitsemise korral vahetada kulunud detailid.

Mootori töötamisel tuleb vältida õli, bensiini või diislikütuse sattumist ventilaatori rihmale. Õliga määrdunud rihm tuleb kaltsuga hoolikalt puhtaks hõõruda. Igas vahetuses on tarvis ventilaatori rihma pingust ja seisukorda kontrollida. Rihm peab olema terve, kihistuste ja rebestusteta. Nõrgalt pingutatud rihm libiseb rihmarattal, mistõttu mootor kuumeneb üle, laadimisvool väheneb ja rihm kulub. Kui rihm on liiga tugevasti pingutatud, suureneb ventilaatori ja generaatori laagrite kulumine ja samuti kulub ka rihm kiiremini läbi.

Ventilaatoririhma pingus on normaalne siis, kui rihma keskkohas käega vajutades jõuga 3—4 kg (automootoritel) või jõuga 5—7 kg (traktorimoo-



Joon. 201. Ventilaatori rihma pinguse reguleerimine:
a — mootoril ГАЗ-51А; *b* — mootoril Д-54А.

toritel) tekib rihma läbipaindumine 15—20 mm. Mootoril КДМ-100 peab jõuga 5—7 kg surudes tekkima läbipaindumine 40 mm.

Mootoritel ЗИЛ-164 ja ГАЗ-51А (joon. 201, *a*) reguleeritakse rihma pingust generaatori pööramisega poldi *1* ümber. Enne reguleerimist tuleb generaatori seadeliistu polt *2* lõdvendada.

Mootoritel Д-16, Д-20, Д-30 ja Д-48Л reguleeritakse rihma pingust samuti generaatori asendi muutmisega.

Mootoril Д-54А (joon. 201, *b*) reguleeritakse ventilaatori rihma pingutusrulli nihutamisega. Selleks lõdvendatakse rulli telje kinnitusmutter *1* ning pööratakse reguleerimiskruvi *2* seni, kuni iga rihm tõmbub vajalikul määral pingule. Pärast reguleerimist keeratakse rulli telje kinnitusmutter jälle täiesti kinni.

Termostaadi töötamist tuleb perioodiliselt kontrollida. Selleks asetatakse termostaat soojaveevanni, mis on varustatud termomeetriga. Korras termostaadi peaklapp peab hakkama avanema temperatuuril 68—72°; täielikult peab klapp avanema temperatuuril 82—86°. Klapi tõus peab olema vähemalt 9 mm.

KUUES OSA

ELEKTRISEADMED

XVIII peatükk

GENERAATORID

§ 1. Generaatorite tüübid ja nendele esitatavad nõuded

Elektrigeneraator muundab mehaanilise energia elektrienergiaks. Traktorite, kombainide ja autode generaatorid toidavad kõiki masinatele paigutatud voolutarbijaid peale elektriliste käivitusseadmete ja ühtlasi laadivad akupatareid, kui mootor töötab keskmistel ja suurtel pööretel.

Toodetava voolu liigi järgi on autodel ja traktoritel kas alalisvoolu- või vahelduvvoolugeneraatorid.

Alalisvoolugeneraatorid on paigutatud enamikule autodele (ГАЗ-51А, ГАЗ-63, ЗИЛ-164, ЗИЛ-157, МАЗ-200, МАЗ-205, М-21 «Volga» jt.), elektriliste käivitusseadmetega traktoritele (Т-75, «Belaruss» МТЗ-5МС, Т-28, ДТ-20) ja šassiitraktoritele Т-16.

Vahelduvvoolugeneraatoreid kasutatakse peamiselt diiseltraktoritel, millel puuduvad elektrilised käivitusseadmed (ДТ-54А, «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja Т-28) ning samuti ka mõnedel veoautodel ja autobussidel.

Erandi moodustab traktor С-100, millel küll elektriline käivitusseade puudub, kuid traktor on siiski varustatud alalisvoolugeneraatoriga.

Generaatorid käitatakse rihm- või hammasratasülekande kaudu mootori väntvõllilt. Traktorite ja autode generaatorite pöörete arvu muutumise piirid ja koormusrežiimid on erinevad.

Traktorimootorite pöörlemiskiirus koormusega töötamisel jääb peaaegu muutumatuks. Traktorimootorite pöörete arvu suhe tühikäigul ja koormusega töötamisel muutub piirides 1 : 3.

Automootorite kiirusrežiimi kõikumised on tunduvalt suuremad. Nendel muutub vastav pöörte arvu suhe tühikäigul ja koormusega töötamisel 1 : 6 piirides.

Et traktorite ja autode elektriseadmete hulka kuuluvad voolutarbijad on ette nähtud töötamiseks konstantse pingega, generaatori pöörlemiskiiruse muutused aga põhjustavad suuri pinge kõikumisi, siis tuleb neil pinget reguleerida.

Pinget võib reguleerida kahel viisil: spetsiaalse elektromagnetilise seadmega — *pingeregulaatoriga* (PR) või generaatori endaga (*isereguleerimine*). Esimest reguleerimise viisi kasutatakse autode ja traktorite alalisvoolugeneraatoritel ja autode vahelduvvoolu generaatoritel, teist viisi aga traktorite vahelduvvoolugeneraatoritel.

Generaatorid peavad tagama nõutava võimsuse ning olema kaitstud ülekoormuse eest, nendel peab olema minimaalne kaal ja gabariidid ning hea jahutus. Ülekoormuse vältimiseks on mõned generaatori tüübid varustatud nn. *voolupiirajaga* (VP). Generaatoreid jahutatakse loomulikus või sundõhuvoolus. Loomuliku õhuvooluga jahutatavaid generaatoreid nimetatakse *kinnisteks generaatoriteks*. Niisugustel generaatoritel on korpuse siseruum kaetud umbkaantega. Sundõhuvooluga jahutatavaid generaato-

reid varustatakse ventilaatoriga ning nende kaantes on ventilatsiooniavad. Niisuguseid generaatoreid nimetatakse *lahtisteks generaatoriteks*. Traktorite generaatorid, mis tavaliselt peavad töötama väga tolmuses õhus, ehitatakse kinnistena, autode generaatorid aga lahtistena.

Enamikul autodest ja traktoritest on elektriseadmestikus ka akupatarei. Sõltuvalt töörežiimist (pöörete arvust ja koormusest) toidetakse voolutarbijaid kas akupatareist või generaatorist. Kui generaator ei tööta, või kui ta töötab, kuid ta pinge on madalam kui patareil, peab vooluring generaatori ja patarei vahel olema katkestatud, sest muidu võib patarei tühjeneda generaatori kaudu. Sel eesmärgil on generaatoritel nn. *tagasivoolurelee* (TR), mis tarvilikul momendil automaatselt katkestab generaatori ja akupatarei vahelise vooluringi.

§ 2. Vahelduvvoolugeneraatorid

Traktorite vahelduvvoolugeneraatorid on põhiliselt arvestatud valgustuskoormusele, nad on ehituselt lihtsad ning töökindlad. Nendel puuduvad harjad ja kollektor, samuti ka pingeregulaator, voolupiiraja ning tagasivoolurelee. Niisugused generaatorid hoiavad püsiva pinge isereguleerimise teel. Nende puuduseks on suhteliselt kitsas pöörlemiskiiruste diapasoon, mille piirides on tagatud normaalne klemmipinge.

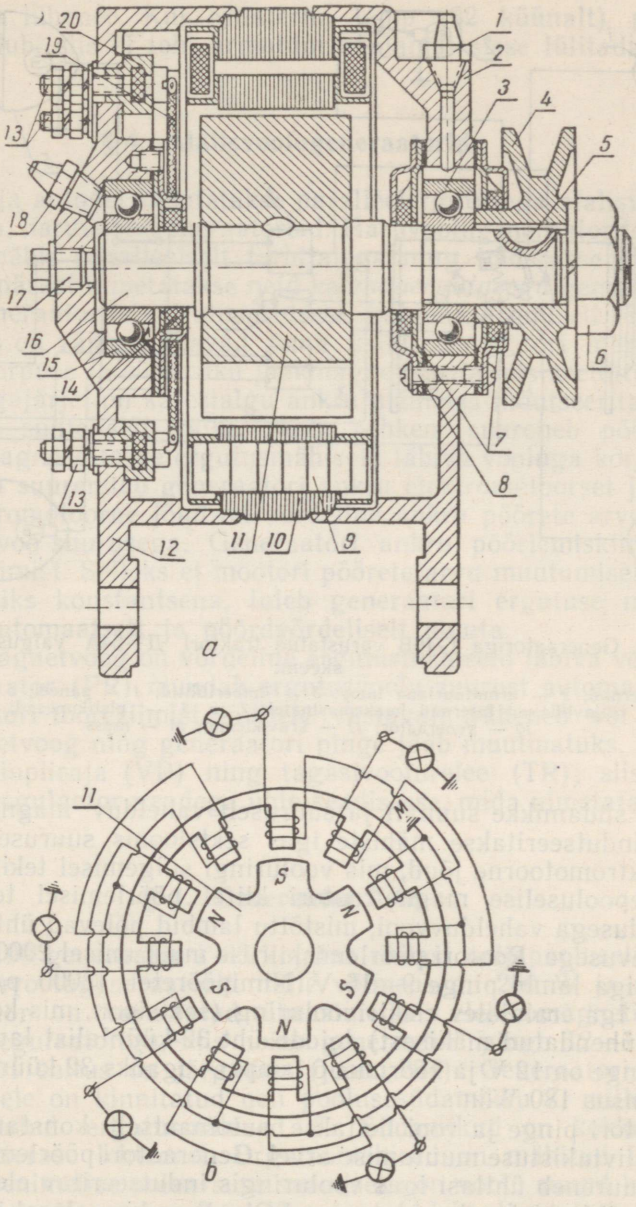
Vahelduvvoolugeneraatori ehitusega tutvumiseks vaatleme lähemalt generaatorit Г-46.

§ 3. Generaator Г-46

Generaator Г-46 (joon. 202) on vahelduvvoolu kahefaasiline sünkroongeneraator, kinnise ehitusviisiga ja püsivmagnet-ergutusega. Seda tüüpi generaatorid on paigutatavad traktoritele ДТ-54А, «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja Т-38. Oma konstruktsioonilt on nad ühesugused, kuid erinevad rihmaratta suuruse poolest, mistõttu neil on ka vastavalt erinev märgistus: Г-46В — traktoritel ДТ-54А, Г-46 — traktoritel МТЗ-5ЛС ja Г-46Г — traktoritel Т-38.

Generaator koosneb staatorist *10* koos mähistega *9* ja väljaviigupaneelidega *20*, magnetrootorist *11*, kuullaagritega *3* ja *15*, kaantest *2* ja *12*, rihmarattast *4* ning kinnitusdetailidest. Staator *10* on kokku pandud transformaatoriterase lehtedest, mis siseküljel moodustavad kaksteist südamikku (joon. 202, *b*). Südamikule on kinnitatud kaksteist ühetaolist mähist *9* (joon. 202, *a*). Iga mähis koosneb 130 keerust isoleeritud vasktraadist ПЭВ-2 läbimõõduga 0,72—0,8 mm (7 kihti, igas kihis 18—19 keerdu). Väljastpoolt on iga mähis üle mähitud (poolülekattega) puuvillase taftlindiga, mis on immutatud lakiga. Tagumisele kaanele on paigutatud kaks väljaviigupaneeli *20* klemmidega *13*. Mõlemasse paneeli on valatud kolm klemmi. Magnetrootor *11* (joon. 202, *b*) kujutab endast kuuepooluselist tähekujulist magnetit. Viimane on valmistatud raudnikkel-alumiiniumisulamist, millel on head magnetilised omadused. Rootori võll *16* on paigutatud kahele kuullaagrile *3* ja *15*, mis asetsevad kaantes *2* ja *12*. Laagreid määritakse määrdeniplite *1* ja *18* kaudu. Eesmisel laagril *3* on kahekordne tihend *7*, mis takistab määrde väljavalgumist ning tolmu sattumist generaatorisse. Tihend *14* takistab laagrist *15* määrde sattumist generaatori siseruumi. Generaator käitatakse kiilrihmajamiga. Rihmaratas *4* on kinnitatud võllile *16* kiiluga *5* ja mutriga *6*.

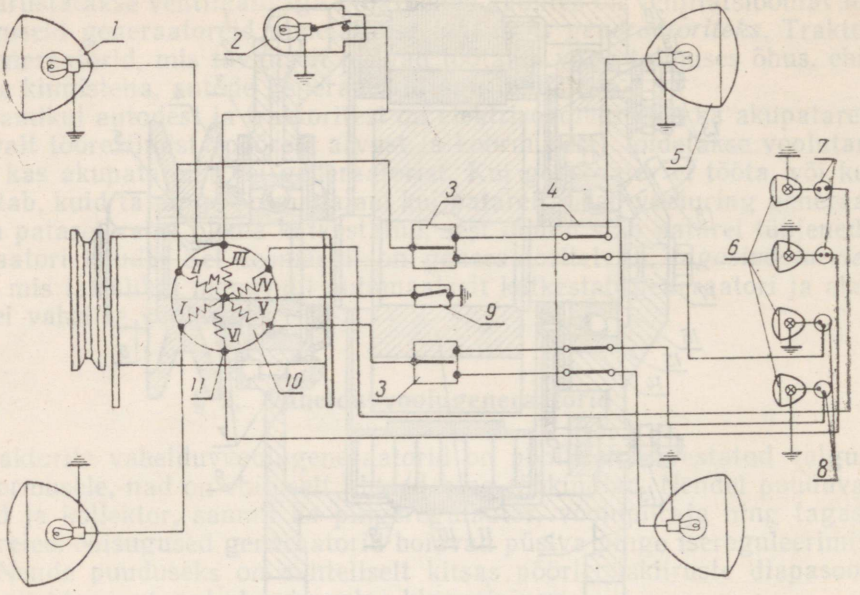
Generaator paigutatakse mootori spetsiaalsele kronsteinile kaante *2* ja *12* kõrvade abil. Generaatori ajamirihma pingust reguleeritakse poldiga, mis toetub vastu generaatori korpust.



Joon. 202. Generaator Г-46:

a — ehitus: *1* ja *18* — määrdeniplid; *2* ja *12* — eesmine ja tagumine kaas; *3* ja *15* — eesmine ja tagumine kuullaager; *4* — ajami rihmaratas; *5* — kiil; *6* — mutter; *7* ja *14* — tihendid; *8* — kruvi; *9* — staatori mähis; *10* — staator; *11* — rootor; *13* — klemmid; *16* — rootori võll; *17* — kork; *19* — juhe; *20* — väljavõtupaneel; *b* — elektriline skeem.

Generaatori elektriline skeem on järgmine. Kaanel *12* on seitse väljaviiguklemmi *13*. Staatorimähised *9* on paariviisi ühendatud ja moodustavad kuus vooluringi. Kõigi kuue vooluringi algused (joon. 203) on ühendatud eraldi asetseva klemmi *M* külge. Kõikide vooluringide lõpud on aga ühendatud ülejäänud kuue klemmi *11* külge eraldi. Niisugune mähiste ühendamine vastab kahefaasilisele skeemile, kus mähised I, III ja V moodustavad ühe faasi, mähised II, IV ja VI aga teise. Rootori pöörlemisel läbib staa-



Joon. 203. Generaatoriga Г-46В varustatud traktori ДТ-54А valgustussüsteemi skeem:

1 — esilaternad; *2* — armatuurlaua lamp; *3* — ümberlülitid; *4* — paneel; *5* — tagalaternad; *6* — väljaviidavad laternad haakemasinatei; *7* ja *8* — pistikupesad; *9* — lüliti; *10* — generaator; *11* — kruviklemm; *M* — mass.

tori mähise südamikke suunalt ja suuruselt vahelduv magnetvoog. Selle tagajärjel indutseeritakse mähiste igas sektsioonis suuruselt ja suunalt muutuv elektromotoorne jõud, mis vooluringi sulgemisel tekitab vahelduvvoolu. Kuuepooluselise magnetrootori kiirel pöörlemisel tekib küllaltki kõrge sagedusega vahelduvvool, mistõttu lambid põlevad ühtlaselt ja normaalse tugevusega. Rootori pöörlemiskiiruse muutumisel 2000—4000 p/min piirides on iga lambi pinge 9—16 V. Nimipööretel (3000 p/min) on see pinge 12 V. Iga eraldiolev elektrivooluring (sektsioon, mis koosneb kahest järjestikku ühendatud mähisest) toidab üht 32-küünlalist lampi. Nimipööretel, kui pinge on 12 V ja koormus 6 lampi — igaüks 32 küünalt, on generaatori võimsus 180 W.

Generaatori pinge ja vool hoitakse automaatselt konstantsena vooluringi induktiivtakistuse muutumise arvel. Generaatori pöörlemiskiiruse suurenemisel suureneb ühtlasi igas vooluringis indutseeritav elektromotoorne jõud ja selle üldtakistus, kusjuures vool Ohmi seaduse alusel jääb konstantseks. Selline reguleerimine on võimalik ainult tingimusel, kui välisvooluringi takistus jääb konstantseks, s. o. igasse vooluringi on lülitatud kindlaksmääratud võrdse võimsusega lambid. Nagu skeemilt näha, on iga lamp ühendatud generaatori ühe väljaviiguklemmi ja üldklemmi *M* (massi) vahele. Esilaternad on lülitatud klemmidele I ja III, tagalaternad — klemmidele II ja V. Eesmise parempoolse laternaga paralleelselt on lülitatud armatuurlaualamp *2*. Lüliti *3*, mis on paigutatud kabiini tagumisele vertikaaltoele, võimaldab eraldi sisse lülitada tagalaternaid või kaks pistikupesa *8* haakemasinatele paigutatud lampide ühendamiseks.

Klemmidega IV ja VI ühendatakse kaks väljaviidavate lampide pistikupesa *7*. Juhtmete õigeks ühendamiseks klemmide külge on juhtmeotsikutel numbrid, mis näitavad, millise klemmi külge antud juhe tuleb ühendada. Kui lampide külgeühendamisel ettenähtud skeemist kinni ei peeta või lülitatakse osa lampidest välja, siis suureneb lülituses olevate lampide pinge

ning nende iga lüheneb. Kui esilaterna lamp (32 küünalt) põles läbi või üldse puudub, siis ei tohi armatuurlaualampi sisse lülitada, sest see põleks läbi.

§ 4. Alalisvoolugeneraatorid

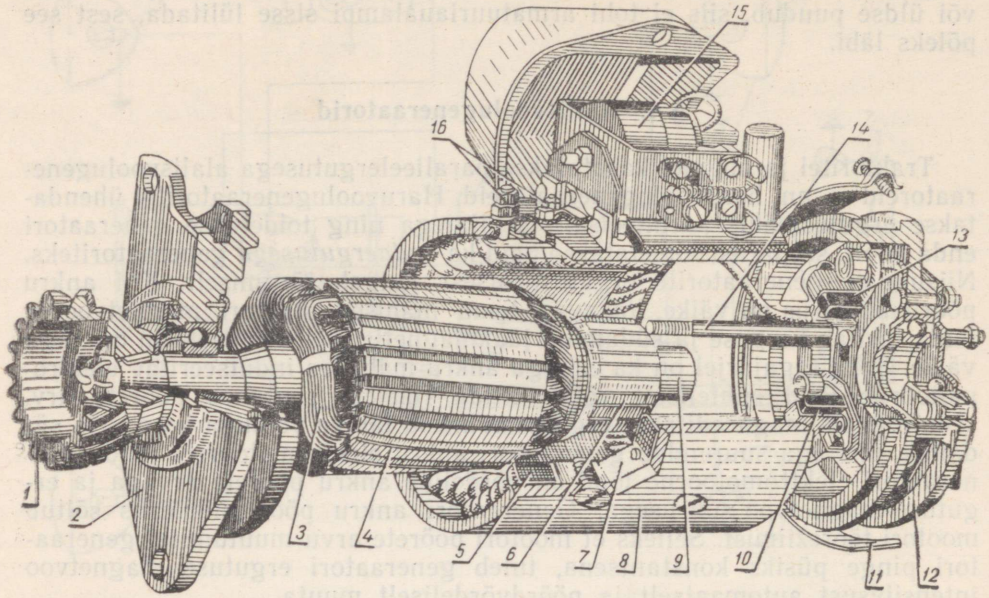
Traktoritel ja autodel kasutatakse paralleelergutusega alalisvoolugeneraatoreid — nn. haruvoolugeneraatoreid. Haruvoolugeneraatoritel ühendatakse ergutusmähis paralleelselt tarbijatega ning toidetakse generaatori enda poolt, seepärast nimetatakse neid ka *endaergutusega* generaatoriteks. Niisuguste generaatorite ergutusprotsess kulgeb järgmiselt. Kui ankru pöörlemiskiirus on väike, lõikavad tema mähised staatori magnetvoogu, mida tekitab korpuse ja südamiku jääkmagnetism ja mis seetõttu on väga väike. Selle tagajärjel on ka esialgu ankru mähistes indutseeritav elektromotoorne jõud suhteliselt väike. Mida rohkem suureneb pöörete arv, seda rohkem magneeditakse ergutusmähiseid läbiva vooluga korpus ja südamik, mis aga suurendab generaatori ankru elektromotoorset jõudu. Generaatori elektromotoorne jõud on võrdeline ankru pöörete arvuga ja ergutuse magnetvoo suurusega. Generaatori ankru pöörlemiskiirus sõltub mootori töörežiimist. Selleks et mootori pöörete arvu muutumisel generaatori pinge püsiks konstantsena, tuleb generaatori ergutuse magnetvoo intensiivsust automaatselt ja pöördvõrdeliselt muuta.

Ergutuse magnetvoog on võrdeline ergutusmähiseid läbiva vooluga.

Pingeregulaator (PR) muudab ergutusvoolu suurust automaatselt sõltuvalt generaatori töörežiimist, millele vastavalt väheneb või suureneb ergutuse magnetvoog ning generaatori pinge jääb muutmatuks. Kui generaatoril on voolupiiraja (VP) ning tagasivoolurelee (TR), siis ühendatakse ka pingeregulaator nendega ühte seadisesse, mida nimetatakse *releeregulaatoriks*.

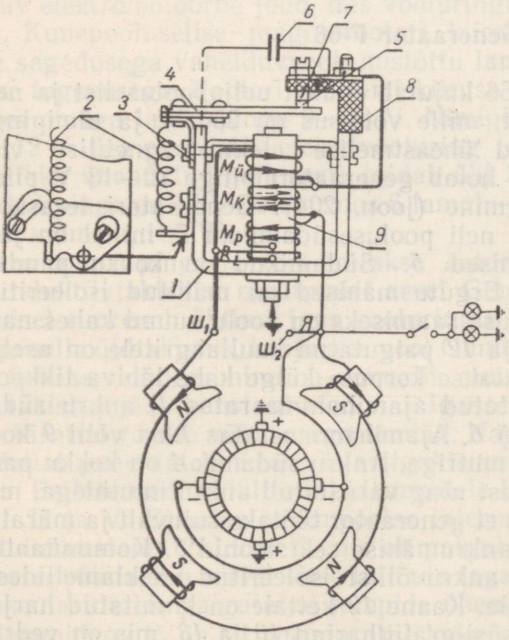
§ 5. Generaator Г-66

Traktori С-100 generaator Г-66 kujutab endast neljapooluselist ja neljaharjalist haruvoolugeneraatorit, mille võimsus on 250 W ja nimipinge 12 V. Generaator on varustatud üheastmelise elektromagnetilise vibratsioon-pingeregulaatoriga, mis hoiab generaatori pinge 12—13 V piirides. Generaatori ehitus on järgmine (joon. 204). Generaatori teraskorpuse *8* siseküljele on kinnitatud neli poolusesüdamikku *7*, millel on järjestikku ühendatud ergutusmähised *5*. Südamikud on kokku pandud transformaatoriterase lehtedest. Ergutusmähised on mähitud isoleeritud vasktraadist. Isenimelise polaarsuse saamiseks on voolu suund kahes naabermähises erinev. Kaantesse *2* ja *12* paigutatud kuullaagritele on asetatud ankru võll *9*. Kaaned kinnitatakse korpuse külge kahe läbiva tikkpoldiga *14*. Ankru võllile on paigutatud ajamihammasratas *1*, ankru südamik *4* ja kommutaator (kollektor) *6*. Ajamihammasratas *1* on võlli *9* koonilisele otsale kinnitatud kiilu ja mutriga. Ankru südamik *4* on kokku pandud transformaatoriterase lehtedest ning varustatud ankru nuutidega, mis asetsevad kruvijooneliselt, selleks et generaator töötaks sujuvalt ja mürata. Ankru nuutidesse on kinnitatud ankrumähise sektsioonid *3*. Kommutaator *6* koosneb hulgast omavahel ja ankruvõllist isoleeritud vasklamellidest, mis on tugevasti kinnitatud võllile. Kaane *12* kettale on kinnitatud harjahoidjad, millesse on paigutatud süsi-grafiitharjad *10* ja *13*, mis on vedrudega surutud kommutaatori *6* lamellidele. Pluss-harjad on harjahoidja kaudu ühendatud massiga, miinus-harjad on aga massist isoleeritud. Kommutaatori ja harjade seisukorda kontrollitakse kaane *12* luugi kaudu, mis on kaetud lindiga *11*.



Joon. 204. Generaator Г-66:

1 — hammasratas; *2* ja *12* — kaaned; *3* — ankru mähis; *4* — ankru südamik; *5* — ergutusmähis; *6* — kommutaator; *7* — ergutusmähise südamik; *8* — korpus; *9* — ankru võll; *10* — pluss-hari; *11* — kaitselint; *13* — miinus-hari; *14* — tikkpolt; *15* — pingeregulaator; *16* — väljaviiguklemmid.



Joon. 205. Generaatori Г-66 pingeregulaatori skeem:

1 — ike; *2* — regulaatori ankru vedru; *3* — plaat; *4* — ankur; *5* ja *7* — kontaktid; *6* — kondensaator; *8* — isoleerplaat; *9* — südamik.

Generaatori korpusel on kolm klemmi, mis on tähistatud $Ш_1$, $Ш_2$, ja *Я* (joon. 205). Klemmi *Я* külge ühendatakse miinusharja juhe ja samuti juhe, mis läheb voolutarbijate — lampide juurde. Klemmidega $Ш_1$ ja $Ш_2$ ühendatakse generaatori ergutusmähise otsad. Klemmid *Я* ja $Ш_2$ on omavahel ühendatud.

Pingeregulaator on järgmise ehitusega. Südamikule *9*, mis koos ikkega *1* on ühendatud massiga, on paigutatud kolm mähist: põhimähis M_P, kiirendusmähis M_K ja ühtlustusmähis $M_Ü$ ning samuti lisatakisti R_L. Põhimähis M_P on ühendatud generaatori harjadega; üks ots on südamiku (massi) kaudu ühendatud pluss-harjaga, teine aga klemmi *Я* kaudu miinusharjaga. Kiirendusmähis M_K on mähitud südamikule samas suunas mis põhimähis ja selle otsad on ühendatud põhi- ja ühtlustusmähistega. Ta on lülitatud generaatori ergutusmähi-

sega paralleelselt. Ühtlustusmähise $M_Ü$ keerdude suund on vastupidine põhimähise M_P ja kiirendusmähise M_K keerdudele. Ta on ühendatud järjestikku generaatori ergutusmähisega: üks ots klemmiga $Ш_1$, teine aga pingeregulaatori liikumatu kontaktiga *7*.

Lisatakisti R_L on ühendatud regulaatori südamikuga (massiga) ja klemmiga $Ш_1$. Liikuva kontaktiga *5* ankur *4* on riputatud ikkele *1* elastse plaadiga, mis ikke *1* kaudu on massiga ühendatud. Ikkele on isoleerplaadil *8* kinnitatud kontaktkruvi *7*, mis on ühendatud ühtlus- ja kiirendusmähistega ning kondensaatoriga. Regulaatori kontaktid on volframist. Vedru *2* püüab kontakte *5* ja *7* hoida suletuna. Liikumatu kontakti kruviga *7* reguleeritakse ankru *4* südamiku *9* vahelist pilu.

Pöörete arvu ja koormuse muutumisel töötab pingeregulaator järgmiselt. Generaatori väikestel pööretel või suure koormuse korral on generaatori pinge väike 12—12,5 V ning regulaatori kontaktid *5* ja *7* on suletud, sest sellest pingest ei piisa südamiku *9* magneetimiseks niivõrd, et see ületaks vedru *2* elastsuse ja lahutaks kontaktid. Vool kulgeb generaatori ergutusvooluringis järgmiselt:

pluss-harjad — mass — ike *1* — ankur *4* — kontaktid *5* ja *7* — mähis $M_Ü$ — generaatori klemm $Ш_1$ — ergutusmähis — klemm *Я* — miinus-harjad.

Vool ei läbi seejuures lisatakistit R_L. See võimaldab luua tugeva magnetvälja ning tagab generaatori töötamise normaalse ergutusega. Kui regulaatori kontaktid on suletud, on voolu tee tema mähistes järgmine.

K i i r e n d u s m ä h i s e M_K v o o l u r i n g i s: pluss-harjad — mass — ike *1* — ankur *4* — kontaktid *5* ja *7* — kiirendusmähis M_K — klemm *Я* — miinus-harjad.

P õ h i m ä h i s e M_P v o o l u r i n g i s: pluss-harjad — mass — põhimähis M_P — klemm *Я* — miinus-harjad.

Kui kontaktid on suletud, magneedib südamikku *9* ainult põhimähis, sest ühtlustus- ja kiirendusmähise poolt loodud magnetvood on suuruselt võrdsed ning suunalt vastupidised.

Kui ankru pöörlemiskiirus suureneb või generaatori koormus langeb, ületab generaatori pinge 12—12,5 V, vool põhimähises suureneb, südamiku magnetiline külgetõmbejõud ületab vedru *2* elastsusjõu ning kontaktid *5* ja *7* lahutatakse. Kui kontaktid on avatud, lülitub ergutusvooluringi järjestikku lisatakisti R_L (70 Ω), mis vähendab ergutusvoolu.

Kui regulaatori kontaktid on lahutatud, on voolu kulgemine generaatori ergutusvooluringis järgmine:

pluss-harjad — mass — lisatakisti R_L — generaatori klemm $Ш_1$ — ergutusmähis — klemm *Я* — miinus-harjad.

Ergutusvoolu nõrgenemine vähendab ankrus indutseeritavat elektromotoorset jõudu ja järelikult ka generaatori pinget. Seejuures ühtlasi nõrgeneb vool pinge-regulaatori põhimähises M_P ja kontaktid sulguvad. Kontaktide sulgemisel lühistatakse lisatakisti R_L ning ergutusvool tugevneb ja vastavalt suureneb ka generaatori elektromotoorne jõud ning pinge. Kui generaatori pinge ületab 12—12,5 V, lahutatakse kontaktid uuesti jne. Perioodiline kontaktide lahutamine ja sulgemine tagab generaatori pinge hoidmise 12—12,5 V piirides. Sellest järeldub, et põhimähis M_P tagab regulaatori südamiku magneetimise ja kontaktide lahutamise generaatori pinge tõusmisel 12—12,5 V.

Et valgustuslambid põleksid normaalselt, peab kontaktide lahutamise sagedus olema vähemalt 30 per/sek, generaatori maksimaalse ja minimaalse pinge muutumised aga ei ületaks 0,7—1,4 V.

Kontaktide nõutava lahutussageduse kindlustamiseks on tarvis südamik *9* kiiresti lahti magneetida. See ülesanne on kiirendusmähisel M_K. Kiirendusmähis töötab järgmiselt. Kui kontaktid on lahutatud, lülitatakse sisse lisatakisti R_L, mis vähendab voolu ergutusmähises ning järelikult ka

ergutuse magnetvoogu. Ergutuse kaduv magnetvoog, lõikudes mähise keerdudega, indutseerib nendes omainduktsiooni elektromotoorse jõu. Selle omainduktsiooni elektromotoorse jõu suund on sama mis kaduval voolul ja ta tekitab samasuunalise voolu.

Avatud kontaktide puhul on omainduktsiooni vooluring järgmine: ergutusmähis — klemm *Я* — kiirendusmähis M_K — ühtlustusmähis $M_{ü}$ — klemm $Ш_1$ — generaatori ergutusmähis.

Kiirendusmähises M_K on aga voolu suund vastupidine voolusuunale suletud kontaktide puhul. Omainduktsiooni voolu vastupidine kulgemine kiirendusmähises kontaktide lahutamisel soodustab südamiku kiiret lahtimagneetimist, s. o. tagab nõutava sageduse kontaktide lahutamisel.

Ühtlustusmähis $M_Ü$ on lülitatud generaatori ergutusmähisega järjestikku. Generaatori ankru pöörlemiskiiruse suurenemisel väheneb ergutusvool. Samaaegselt väheneb ka vool ühtlustusmähises $M_Ü$ ja sellega paralleelselt lülitatud kiirendusmähises M_K. Südamikku magneedib aga ainuüksi põhimähis M_P, sest kiirendus- ja ühtlustusmähiste magnetvood regulaatori kontaktide sulgumisel on suuruselt võrdsed, suunalt aga vastupidised. Kuna kontaktide avanemine toimub generaatori teatud kindla pinge puhul, sõltumata ankru pöörlemiskiirusest, siis ka generaatori pinge püsib konstantsena ega sõltu ankru pöörlemiskiirusest. Ühtlustusmähis $M_Ü$ soodustab samuti südamiku kiiret lahtimagneetimist avatud kontaktide puhul ja aitab suurendada kontaktide vibreerimissagedust, sest ühtlustusmähises $M_Ü$ on voolu suund sama mis kiirendusmähises M_K, s. o. vastupidine põhimähise M_P voolule.

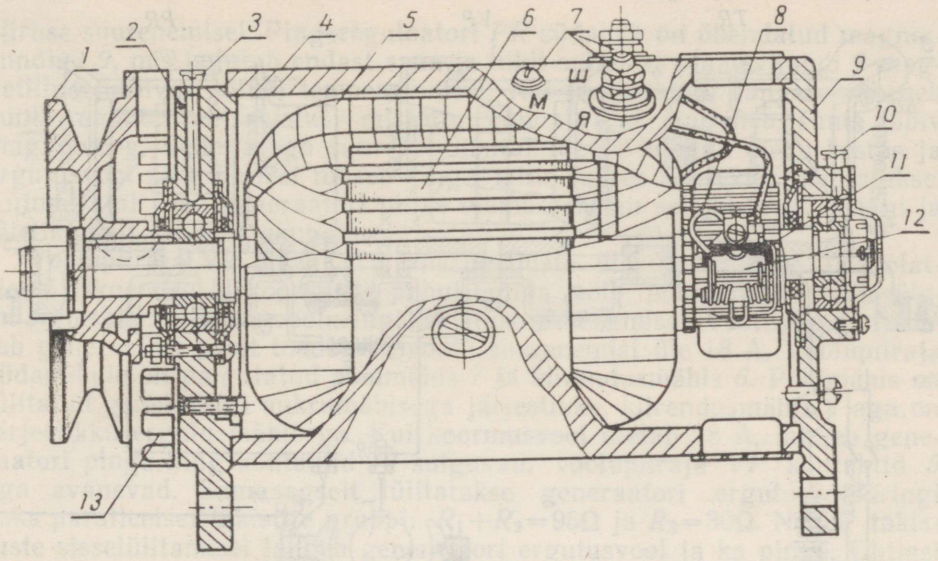
Lisatakisti R_L põhjustab sädelemise kontaktide vahel nende lahutamisel. Selle vältimiseks on kontaktidega *5* ja *7* paralleelselt lülitatud kondensaator *6*. Kondensaator laetakse katkestusvooluga generaatori ergutusmähisest ja tühjeneb enne kontaktide lahutamist põhiliselt lisatakisti R_L ja ühtlustusmähise M kaudu.

§ 6. Generaatorid Г-21Г, Г-12В, Г-81 ja Г-80

Generaatori Г-21Г (joon. 206) on paigutatud autodele ГАЗ-51А ja ГАЗ-63. See on kahe poolusega ja kahe harjaga lahtist tüüpi alalisvoolugeneraator, sundventilatsiooni ja haruvooluergutusega. Generaatori võimsus on 220 W ja nimipinge 12 V. Ta on kinnitatud spetsiaalsele kronsteinile mootoriploki vasakul küljel ning käitatakse mootori väntvõlli rihmarattalt. Generaator koosneb korpusest *4*, kahele poolusele paigutatud ergutusmähisest *5*, ankrust *6* koos kommutaatoriga *8*, kahest kaanest *2* ja *9* koos laagritega, kahest harjahoidjast *12* harjadega *11*, kaitse-lindist ja ajamirihmarattast *1* tiivikuga *13* generaatori jahutamiseks.

Teraskorpuse *4* siseküljele on kruvidega kinnitatud kaks poolusesüdamikku, mis on kokku pandud transformaatoriplekkidest. Südamikel on ergutusmähised *5*, kummalgi 314 keerdu. Kahe ergutusmähise takistus kokku on 7 oomi. Generaatori ankur *6* koosneb võllist, sellele kinnitatud südamikust, mähistest ja kommutaatorist. Teraslehtedest kokkupandud ankrusüdamikul on 22 nuuti, millesse on asetatud ankru mähise sektsioonid. Ankrul on silmusmähise sektsioonid. Iga sektsiooni küljed on paigutatud diametraalselt vastaspooltel asuvatesse nuutidesse. Ankrumähise sektsioonide otsad on kindlaksmääratud järjekorras joodetud kommutaatori *8* külge. Viimane koosneb 44 vasklamellist, mis on üksteisest mikaniidiga isoleeritud. Kommutaator asetseb puksil, mis on kinnitatud ankruvõllile, ja on sellest isoleeritud. Kommutaatoril on isoleerivad mikaniitmansetid. Ankur pöörleb kahel kuullaagril, mis paiknevad kaantes *2* ja *9*. Kuullaagreid määritakse määrdeniplite *3* ja *10* kaudu.

Rihmaratas *1* ja sellega ühes tükis valmistatud tiivik *13* on ankru-



Joon. 206. Generaator Г-21Г:
1 — rihmaratas; *2* ja *9* — kaaned; *3* ja *10* — määrdeniplid; *4* — korpus; *5* — ergutusmähis; *6* — ankur; *7* — klemmid; *8* — kommutaator; *11* — hari; *12* — harjahoidja; *13* — tiivik.

võllile kinnitatud kiilu abil. Tiiviku poolt puhutav jahutusõhk läheb korpusesse kaanes *2* oleva ava kaudu ja väljub eesmise kaane *9* avast. Selle kaane külge on kinnitatud harjahoidjad koos harjadega. Vedrud suruvad harju vastu kommutaatorit. Korpusel *4* on kolm klemmi *7* (*М, Я* ja *Ш*). Positiivne hari (pluss-hari) ja ergutusmähise algus on ühendatud generaatori korpusega (massiga). Negatiivne hari (miinus-hari) ja ergutusmähise lõpp on ühendatud generaatori kahe isoleeritud klemmiga. Negatiivse harjaga ühendatud klemmil on täht *Я* (ankur).

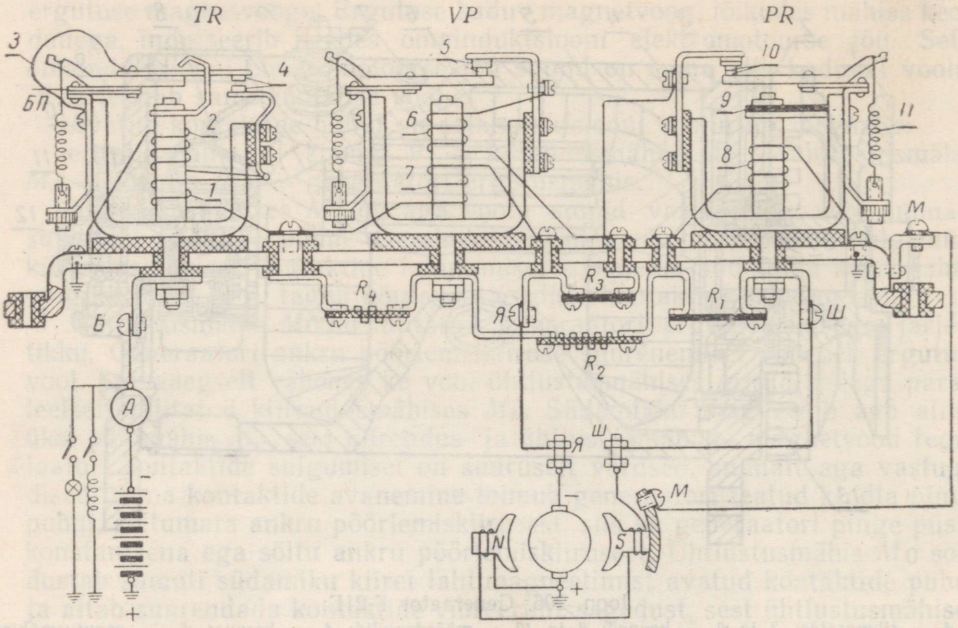
Generaator Г-12В on paigaldatud autodele ЗИЛ-164 ja ЗИЛ-157. Oma töötamise põhimõttelt ja tehnilistelt andmetelt on ta sarnane generaatoriga Г-21Г.

Alalisvoolugeneraatorid Г-81 (traktoritel МТЗ-5МС ja Т-28) ja **Г-80** (traktoril ДТ-20) on ehituselt ja töötamise põhimõttelt analoogilised eespool vaadeldud autogeneraatoritega. Viimastest erinevad nad oma kinnise ehitusviisi poolest, mistõttu neil puuduvad kaantes ventilatsiooniavad ning samuti ei ole neil tiivikut õhuvoolu tekitamiseks. Generaatorid Г-80 ja Г-81 erinevad oma pöörlemissuuna ja mõningate tehniliste andmete poolest.

§ 7. Relee-regulaatorid РР-20 ja РР-24Г

Relee-regulaatorid РР-20 ja РР-24Г (joon. 207) on paigutatud generaatoritele Г-21Г. Töötamise põhimõttelt on nad ühetaolised, erinedes ainult gabariidilt ning üksikute detailide konstruktsioonilt. Relee-regulaator koosneb kolmest elektromagnetilisest seadisest, mis on monteeritud ühisele paneelile ja kaetud ühise kaanega. Need kolm seadist on pingeregulaator *PR*, voolupiiraja *VP* ja tagasivoolurelee *TR*.

Pingeregulaator PR on varustatud elektromagnetiga, mille mähis 8 on lülitatud paralleelselt generaatori harjadega. Kontaktid *10* on volframist ning neid hoiab koos pingeregulaatori ankru vedru *11* seni, kuni generaatori pinge ei ületa ettenähtud piire.



Joon. 207. Relee-regulaator PP-24Г:

TR — tagasivoolurelee; VP — voolupiiraja; PR — pingeregulaator; *1* ja *2* — TR mähised; *3* — bimetallplaat; *4* — TR kontaktid; *5* — VP kontaktid; *6* ja *7* — VP mähised; *8* — PR mähis; *9* — PR magnetšunt; *10* — PR kontaktid; *11* — vedru; R_1, R_2, R_3 ja R_4 — takistid.

Pingeregulaatori mähist *8* läbiv vool kulgeb järgmiselt: generaatori positiivne hari — mass — mähis *8* — takisti $R_2=15\Omega$ — takisti $R_4=1\Omega$ — voolupiiraja *VP* põhimähis *7* — relee-regulaatori ja generaatori klemmid *Я* — generaatori negatiivne hari.

Suletud kontaktide puhul on ergutusvooluring järgmine: generaatori positiivne hari — ergutusmähis — generaatori ja relee-regulaatori klemmid *Ш* — magnetijuhe — ankur ja pingeregulaatori *PR* kontaktid — ühendusjuhe — voolupiiraja *VP* — kiirendusmähis *6* — voolupiiraja kontaktid, ankur ja magnetijuhe — takisti R_4 — mähis *7* — generaatori ja relee-regulaatori klemmid *Я* — generaatori negatiivne hari.

Generaatori ankru pöörlemiskiiruse suurenemisel suureneb ka tema klemmipinge. Kui pinge on 13,5—14V magneetub pingeregulaatori *PR* ankru südamik niivõrd, et selle jõud ületab vedru *11* elastsuse ja lahutab kontaktid *10*. Seejuures lülitatakse generaatori ergutusvooluringi järjestikku takistid $R_1=80\Omega$ ja $R_2=15\Omega$. Nüüd on ergutusvooluring järgmine, positiivne hari — ergutusmähis — generaatori ja relee-regulaatori klemmid *Ш* — takisti R_1, R_2, R_4 — voolupiiraja *VP* põhimähis *7* — relee-regulaatori generaatori klemmid *Я* — negatiivne hari.

Lisatakistite R_1 ja R_2 lülitamisel ergutusvooluringi väheneb seda läbiv vool ning langeb genaraatori pinge. Samaaegselt väheneb vool pingeregulaatori *PR* mähises *8*, mistõttu südamiku magnetväli nõrgeneb ning kontaktid *10* sulguvad. Edasi toimub kontaktide *10* avanemine ja sulgumine sagedusega 30 per/sek ning generaatori pinge hoitakse praktiliselt konstantne. Pingeregulaatori *PR* mähise lõpp on ühendatud takistite R_1 ja R_2 vahele «kiirendustakistuste» skeemi järgi. Selline takistuste lülitus kiirendab südamiku lahtimagneetimist avatud kontaktide puhul, sest seejuures suureneb pingelang takisti R_2 klemmidel ning samuti väheneb pinge ja vool mähises *8*. Kontaktide vibreerimine aga sageneb.

Takisti R_4 on «ühtlustustakistuseks». Ta on lülitatud generaatori ergutusvooluringi selleks, et vältida pinge üleliigset tõusu ankru pöörlemis-

kiiruse suurenemisel. Pingeregulaatori *PR* südamik on ühendatud magnetšundiga *9*, mis kujutab endast raua ja nikli sulamist plaati. Šundi *9* magnetiline juhtivus sõltub temperatuurist. Kui temperatuur langeb, väheneb šundi magnetiline takistus, mistõttu külmal ajal suureneb šunti läbiv magnetvoog. Sellega aga suureneb kontaktide *10* suletud oleku kestus ja ergutusvool ning ühtlasi tõuseb pinge, mille juures kontaktid lahutatakse. Külmal ajal peab generaatori pinge olema kõrgem selleks, et kiiremini ja täielikumalt laadida akupatareid.

Voolupiiraja VP hoiab ära ankrumähiste ülekuumenemise ja isolatsiooni riknemise ülekoormuste puhul, mida võib põhjustada voolu ülemäärane suurenemine vooluringi takistuse vähenemisel. Voolupiiraja takistab generaatori poolt toodetava voolu suurenemist üle 18 A. Voolupiiraja südamikule on paigutatud põhimähis *7* ja kiirendusmähis *6*. Põhimähis on lülitatud generaatori ankrumähisega järjestikku, kiirendusmähis *6* aga on järjestikku ergutusmähisega. Kui koormusvool ületab 18 A, langeb generaatori pinge ning kontaktid *10* sulguvad, voolupiiraja *VP* kontaktid *5* aga avanevad. Samaaegselt lülitatakse generaatori ergutusvooluringi kaks paralleelset takistite gruppi: $R_1+R_2=95\Omega$ ja $R_3=30\Omega$. Nende takistuste sisselülitamisel langeb generaatori ergutusvool ja ka pinge. Ühtlasi väheneb generaatori poolt antav vool ning voolupiiraja *VP* kontaktid sulguvad. Voolupiiraja *VP* kontaktide lahutamisega kaasneb voolu nõrgenemine kiirendusmähises, mis soodustab südamiku lahtimagneetimist ja kiirendab kontaktide vibreerimist.

Voolupiiraja avatud kontaktide puhul on ergutusvooluring järgmine: positiivne hari — ergutusmähis — generaatori ja relee-regulaatori klemmid *Ш* — harunemine: a) R_1 — R_2 — R_4 — *VP* mähis *7*; b) *PR* magnetijuhe, ankur ja kontaktid — ühendusjuhe — takisti R_3; edasi relee-regulaatori ja generaatori klemmid *Я* — negatiivne hari.

Voolupiiraja *VP* kontaktide sulgemisel on ergutusvooluring järgmine: positiivne hari — ergutusmähis — klemm *Ш* — *PR* magnetijuhe, ankur ja kontaktid — ühendusjuhe *VP* kiirendusmähis *6* — *VP* kontaktid *5* ja ankur — takisti R_4 — *VP* põhimähis *7* — relee-regulaatori ja generaatori klemmid *Я* — negatiivne hari.

Tagasivoolurelee TR lahutab generaatori ja akupatarei vahelise vooluringi kui akupatarei pinge suurus ületab generaatori pinge. See hoiab ära akupatarei tühjenemise generaatori kaudu. Relee südamikul on kaks mähist *1* ja *2*. Mähis *1* on järjestikku generaatori koormusvooluringis. Mähisel on 20 keerdu 2,4 mm läbimõõduga traadist. Mähis *2* on ühendatud paralleelselt generaatori harjadega; tal on 1800 keerdu 0,25 mm läbimõõduga vasktraadist ning 110 keerdu 0,35 mm läbimõõduga konstantaantraadist. Peenmähise ja konstantaanmähise järjestikku lülitamise eesmärgiks on vältida temperatuuri mõju mähise *2* takistusele.

Kui generaator ei tööta, on tagasivoolurelee kontaktid *4* vedru mõjul avatud ning generaator akupatareist lahutatud. Sel juhul toidab voolutarbijaid akupatarei.

Kui mootori töötamisel generaatori pinge tõuseb kuni 12—13,2V, tõmbab tagasivoolurelee südamik ankru ligi ja kontaktid *4* sulguvad. Nüüd hakkab generaator andma voolu tarbijatele ja ühtlasi ka akupatarei laadimiseks. Kui generaatori ankru pöörlemiskiirus väheneb, langeb ka generaatori pinge, jäädes akupatarei elektromotoorsest jõust väiksemaks. Seejuures läbib mähist *1* vool patareist generaatorisse, s. o. vastupidises suunas. See nõrgendab südamiku külgetõmbe jõudu, sest mähiste *1* ja *2* poolt tekitatavad magnetvood on suunalt vastupidised. Niipea kui tagasivoolu suurus ulatub 0,5—0,6 A, lahutab vedru kontaktid *4* ja generaator lülitatakse akupatarei vooluringist välja.

Relee ankur on riputatud bimetallplaadile *3*, mistõttu generaator

lülitub suvel sisse väiksema pöörete arvu (ja järelikult ka generaatori väiksema klemmipinge) puhul kui talvel.

Traktorite alalisvoolugeneraatoritele Г-81 ja Г-80 paigaldatakse releeregulaatorid РР-81Б ja РР-80, mille põhimõttelised skeemid on samasugused nagu relee-regulaatoril РР-24Г. Traktorite ja autode alalisvoolugeneraatorite põhilised tehnilised andmed on toodud tabelis 8.

Tabel 8

Autode ja traktorite alalisvoolugeneraatorite tehnilisi andmeid

Näitajad	Generaatori tüüp				
	Г-66	Г-21	Г-12В	Г-80	Г-81
Paigutuskoht	С-100	ГАЗ-51А, ГАЗ-63	ЗИЛ-164 ЗИЛ-157	ДТ-20	Т-28, «Belarus», МТЗ--5МС
Generaatori võimsus, W. . . .	250	220	220	120	160
Nimipinge, V. . .	12	12	12	12	12
Maksimaalne koormusvool, A.	20	18	18	18	18
Ankru pöörlemiskiirus, mille juures soojaks töötanud generaator arendab nimivõimsuse, p/min.	1300	1700	1650	—	2700
Tühikäiguvool (A), kui generaator töötab mootorina ning klemmipinge on 12 V	7	5	5	5	5
Pooluste arv	4	2	2	2	2
Harjade arv	4	2	2	2	2
Vedrude surve harjadele, g	600—700	1300—1500	1200—1700	1300—1500	800—1250
Ajam	Hammasrastastega	Kiilrihmaga			

§ 8. Generaatorite hooldamine

Nii generaator kui ka relee-regulaator (või pingeregulaator) tuleb hoida puhtad. Iga päev tuleb nendelt tolm ära pühkida ning kontrollida kinnituste tugevust, rihmaratta kinnitust, rihma pingutust ja juhtmete generaatori väljaviiguklemmide külge ühendamise õigsust. Generaatorid tuleb õigeaegselt määrida, kuid mõõdukalt.

Liiga rohke õli võib sattuda kommutaatorile ja soodustada selle põlemist ning isolatsiooni riknemist.

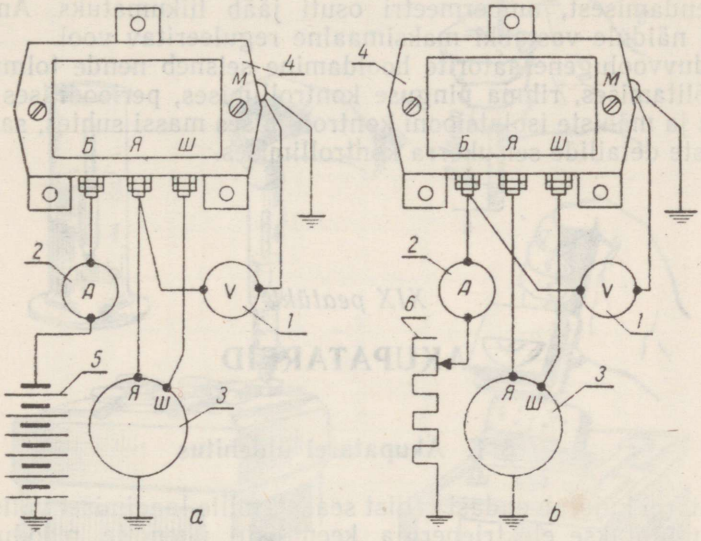
Generaatorite Г-81 laagreid esimesel ekspluatatsiooniaastal määrida ei ole tarvis, sest kokkumonteerimise juures täidetakse laagrid konsistentse määrdega.

Perioodiliselt kontrollitakse kommutaatori ja harjade seisukorda. Harjad peavad kergesti liikuma harjahoidjates ega tohi kinni jääda. Harjahoidjate vedrud peavad harju suruma ettenähtud survega vastu kommutaatorit (tabel 8). Harjade kulumisel surve väheneb ja seda tuleb kontrollida spetsiaalse dünamomeetriga.

Generaatoritel Г-81 peab harjade hea seisukorra puhul harjahoidjate vedrude surve olema 900—1250 g piirides, harjade kulumisel aga mitte alla 800 g. Nende generaatorite harjade kulumise suurus ei tohi ületada

3—4 mm ning harjade kõrgus peab olema vähemalt 14 mm. Uued harjad sobitatakse pinna järgi klaaspaberi (või klaasriide) abil, mille teralisus on 80 või 100. Lihvimiseks võetakse kommutaatori laiune klaaspaberi riba ja asetatakse kommutaatori ning harja vahele, nii et paberi abrassiivne pind jääb vastu harju. Pabeririba peab ümbritsema kommutaatorit 180° ulatuses. Tõmates riba kommutaatori ja harjade vahel edasi ja tagasi lihvi, takse seni, kuni hari liibub tihedalt kogu tööpinnaga vastu kommutaatorit. Kui pabeririba tõmmatakse vastupidi kommutaatori pöörlemissuunale, tuleb harjad üles tõsta. Kommutaatori ülevaatusel tuleb tähelepanu pöörata selle värvusele. Normaalne kommutaatori tööpind peab värvuselt olema kergelt tume ilma põlemisjälgedeta. Kommutaatoril leiduv mustus ja tolm eemaldatakse bensiinis niisutatud puhta lapiga pühkides. Väikesed põlemisjäljed kõrvaldatakse kommutaatori pinnalt peene klaasriide või -paberiga nr. 00 lihvides.

Relee-regulaatori hooldamine seisneb kinnituste kontrollimises ning klemmide järelpingutamises. Samuti on tarvis tema töötamist perioodiliselt kontrollida ja reguleerida. Relee-regulaatorit võib kontrollida nii



Joon. 208. Relee-regulaatori kontrollimise skeem:
а — tagasivoolurelee kontrollimise skeem; *б* — pingeregulaatori ja voolupiiraja kontrollimise skeem; *1* — voltmeeter; *2* — ampermeeter; *3* — generaator; *4* — relee-regulaator; *5* — akupatarei; *6* — reostaat; *М* — mass.

vahetult traktoril või autol kui ka spetsiaalsel stendil. Relee-regulaatori kontrollimiseks on tarvis alalisvoolu voltmeetrit skaalaga kuni 30 V (täpsusklass vähemalt 1,0) alalisvooluampermeetrit skaalaga 30—0—30A (täpsusklass vähemalt 1,5) ja tahhomeetrit skaalaga vähemalt 5000 p/min või pöörete lugejat.

Joonisel 208 on toodud relee-regulaatori РР-81Б tagasivoolurelee, pingeregulaatori ja voolupiiraja kontrollimise skeem.

Tagasivoolurelee (*а*) kontrollimise järjekord on järgmine. Lahutatakse relee-regulaatori *4* klemmi *Б* juurde minev juhe. Klemmi *Б* ja akupatarei *5* vahele lülitatakse ampermeeter *2*. Voltmeeter *1* lülitatakse relee-regulaatori klemmide *Я* ja massi *М* vahele. Järk-järgult generaatori rootori pöörlemiskiirust suurendades määratakse pinge, mille juures tagasivoolurelee kontaktid sulguvad. See moment määratakse ampermeetri osuti hälbe järgi.

Generaatori pöörlemiskiirust järk-järgult vähendades määratakse tagasivoolu tugevus tagasivoolurelee kontaktide avanemise momendil. Kui mootori võlli pöörlemiskiiruse suurendamisel pinge ei tõuse ja relee sisse ei lülitu (ampermeetri osuti jääb liikumatuks), tuleb reguleeritava pinge suurust kontrollida ning seejärel reguleerida relee lülituspinge.

Pingeregulaatori kontrollimiseks (joon. 208, *b*) kasutatakse sama mõõteriistade lülitusskeemi mis tagasivoolurelee kontrollimisel. Erinevus seisab ainult selles, et akupatarei lahutatakse vooluringist. Kui kontrollimine toimub vahetult traktoril, tuleb mootor esialgu käivitada. Et mootor stabiilselt töötaks, tõstetakse generaatori pöörlemiskiirus tagasivoolurelee sisselülituspööretest kõrgemaks. Relee-regulaatori klemmi *Б* ja massi vahele lülitatakse voltmeeter. Generaatori ankur pöörleb kiirusega umbes 3400 p/min. Tarbijad või reostaat ühendatakse relee-regulaatori klemmiga *Б* nii, et generaatori koormus oleks 6 A.

Voolupiiraja kontrollimiseks kasutatakse joonisel 208, *b* toodud skeemi. Generaatori ankrule antakse pöörlemiskiirus 3400 p/min. Siis suurendatakse generaatori koormust reostaadiga ning jälgitakse ampermeetri osutit. Teatud koormuse korral saabub moment, kus, hoolimata reostaadi takistuse vähendamisest, ampermeetri osuti jääb liikumatuks. Ampermeetri suurimale näidule vastabki maksimaalne reguleeritav vool.

Vahelduvvoolugeneraatorite hooldamine seisneb nende tolmust puhastamises, õlitamises, rihma pinguse kontrollimises, perioodilises lahtimonteerimises ja mähiste isolatsiooni kontrollimises massi suhtes, samuti laagrite ja teiste detailide seisukorra kontrollimises.

XIX peatükk

AKUPATAREID

§ 1. Akupatarei üldehitus

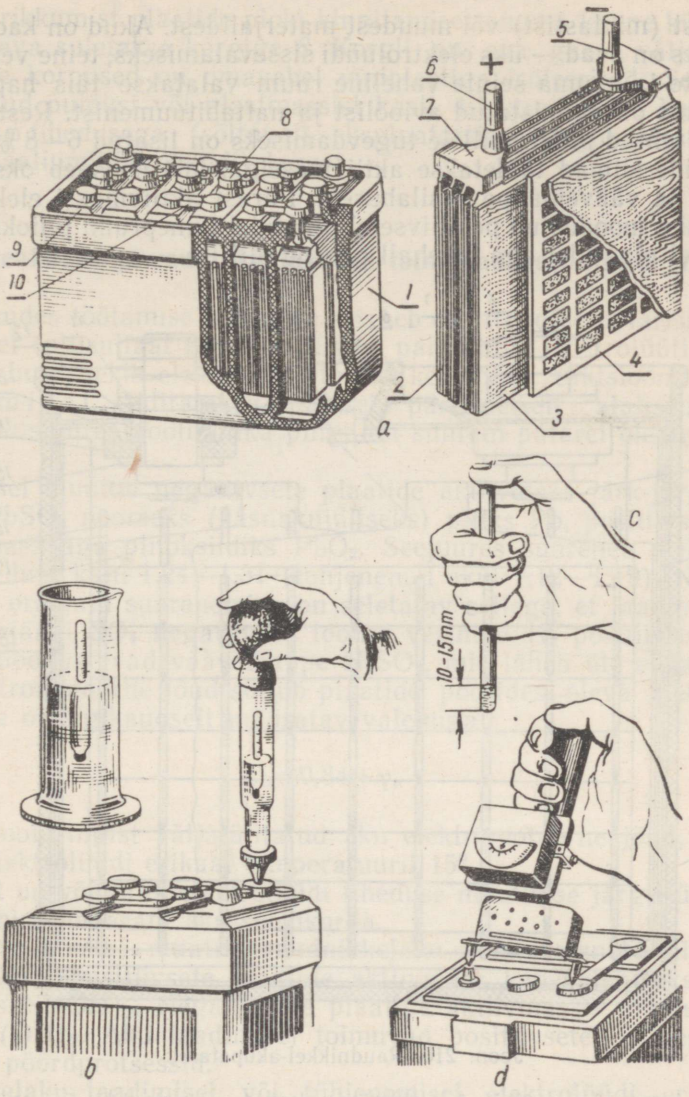
Akupatarei kujutab endast erilist seadet, mille laadimisel välisest vooluallikast kulutatakse elektrienergia keemiliste ühendite moodustamiseks, tühjenemisel aga muudetakse keemiline energia elektrienergiaks.

Autodele ja traktoritele paigaldatud akupatareisid kasutatakse mootori käivitamiseks starteriga, muude elektriseadmete toitmiseks elektrivooluga ja mootori seiskamisel või tema töötamisel väikestel pööretel.

Autodele ja traktoritele paigaldatud akupatareisid nimetatakse *käivituspatareideks,* sest neid on lubatud lühiaegselt koormata käivitamisel vajaliku tugeva vooluga. Need patareid on väikese sisemise pingelanguga, mis on tarvilik starteri normaalseks töötamiseks mootori käivitamisel.

Kasutatakse kaht tüüpi akupatareisid: happe- ehk pliiakud, mis on kõige enam levinud, ning leelis- ehk raudnikkelakud. Viimaste eeliseks on suur töökindlus, puuduseks aga suur gabariit ja kaal.

Happeakupatarei koosneb kolmest või kuuest järjestikku ühendatud elemendist, mille igaühe pinge on 2 V. Patarei kujundatakse monoplokina *1* (joon. 209) või eraldi anumatena. Monoplokid või anumad peavad olema happekindlad, suure mehaanilise ja termilise tugevusega ning hästi isoleeritud. Monoplokk *1* on tehtud eboniidist või asfalt-pigimassist. Patarei iga anum on üksteisest eraldatud. Üksikanumatest koostatud patarei paigutatakse puitkasti, mis on värvitud happekindla lakiga. Monoploki iga anuma põhjas on neli ribi, millele toetuvad plaadid. Ribid



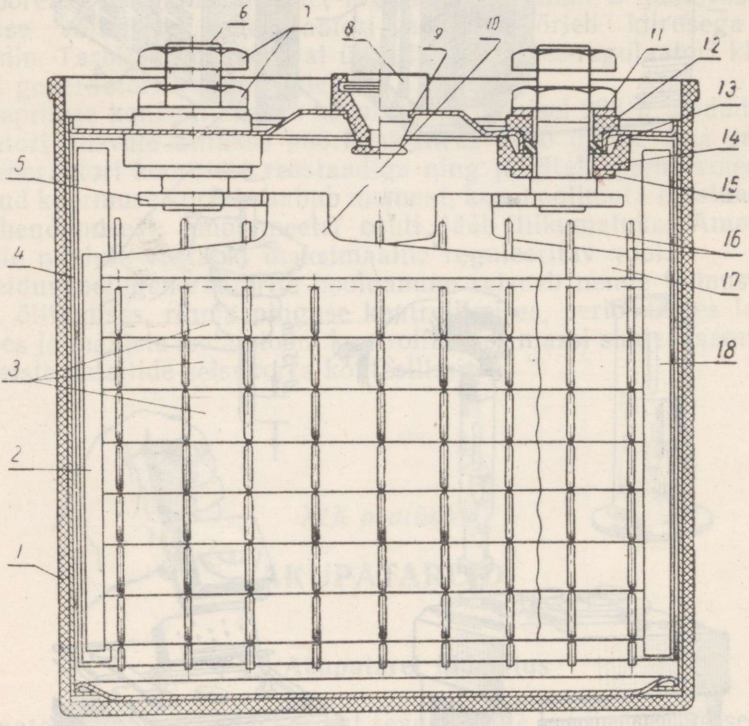
Joon. 209. Happe-pliiakupatarei:

a — akupatarei; *1* — eboniidist monoplokk; *2* — positiivne plaat; *3* — separaator; *4* — negatiivne plaat; *5* ja *6* — plaatide väljaviigukaelad; *7* — plaatide ühendusliist; *8* — elektrolüüdi sissevalamise ava; *9* — kaas; *10* — ühendusliit; *b* — elektrolüüdi tiheduse mõõtmine areomeetriga; *c* — elektrolüüdi taseme mõõtmine klaastoruga; *d* — patarei pinge mõõtmine koormuskahviga.

takistavad lühise tekkimist plaatide vahel, töötamisel patarei põhja langeva sette kaudu.

Igal akul on positiivsete plaatide komplekt *2* ja negatiivsete plaatide komplekt *4*, mille plaatide arvust sõltub aku mahutavus. Positiivsed plaadid on paigutatud negatiivsete plaatide vahele, kusjuures negatiivseid on ühe plaadi võrra rohkem, et vältida äärmiste positiivsete plaatide kõverdumist. Et aku töötamisiga pikendada, on positiivsed plaadid kui vähem vastupidavad tehtud negatiivsetest paksemad. Omavahel kokkukeevitatud plaatide komplekt moodustab plaatide ploki. Positiivsete ja negatiivsete plaatide vahel on isoleerivad vahelehed nn. separaatorid *3*, mis on valmistatud kas puidust, mikropoorsest eboniidist (miporist), mikropoorsest

plastmassist (miplastist) või muudest materjalidest. Akud on kaetud kaantega *9*, milles on avad — üks elektrolüüdi sissevalamiseks, teine ventilatsiooniks. Kaante ja anuma seinte vaheline ruum valatakse täis happekindlat mastikut, mis on valmistatud avioõlist ja naftabituumenist. Restikujulised plaadid on tehtud pliist, millele tugevdamiseks on lisatud 6—8% antimoni (Sb). Restide silmad täidetakse aktiivmassiga, mis koosneb oksüdeeritud pliipulbrist ja väävelhappe vesilahusest. Pärast aktiivmassi elektrokeemilist töötlemist moodustub positiivsetel plaatidel tumepruun pliioksiid PbO_2, negatiivsetel plaatidel aga helehall poorne plii Pb.



Joon. 210. Raudnikkel-akupatarei:

1 — korpus; *2* — raudribi; *3* — negatiivne plaat; *4* — viniplastleht; *5* — rauast ühendusliist; *6* — klemm; *7* — klemmi mutter; *8* — metall- või kummikork; *9* — kaas; *10* — kanderibi; *11* — terasseib; *12* — plastmassist puks; *13* — kummiseib; *14* — kuplike; *15* — terasseib; *16* — eboniitvardad; *17* — positiivne plaat; *18* — viniplast vaheleht.

Raudnikkel-akupatarei koosneb kolmest järjestikku ühendatud sektsioonist. Sektsiooni raudsesse nikeldatud korpusesse *1* (joon. 210) on paigutatud plaatide plokid kaheteistkümnest positiivsest plaadist *17* ja kolmeteistkümnest negatiivsest plaadist *3*. Positiivsed ja negatiivsed plaadid on omavahel isoleeritud vertikaalselt paigutatud eboniitvarrastega *16*. Korpuse *1* seintest on plaadid isoleeritud viniplasti lehtedega *4*. Positiivsete plaatide ribil *2* on viniplastist vahelehed *18*. Iga plaat koosneb horisontaalsetest raudtaskutest (lamellidest), mis on kahe raudribi *2* külge keevitatud. Plaadi lamell kujutab endast perforeeritud raudlinti, mille sisse on paigutatud aktiivmass. Positiivsete plaatide aktiivmass koosneb nikkelhüdroksiidi $Ni(OH_2)$ ja grafiidi segust, negatiivsete plaatide aktiivmass aga rauapulbrist. Iga plaadi ribi *2* on keevitatud kanderibi *10* külge, see aga omakorda rauast sillale *5*. Igal sillal on klemm *6*, mis on kaanest *9* isoleeritud plastmassist puksidega *12* ja katetega *14*. Seibid *11* väldivad

pukside *12* rikkumist plaatide ploki kinnitamisel anuma kaane külge. Korpuse kaaneava suletakse korgiga *8*. Korgil on ava gaasi väljapääsuks. Sektsioonide korpused on omavahel viniplastiga isoleeritud. Sektsioonid on paigutatud puidust või plastmassist kasti. Elektrolüüdina kasutatakse mitmesuguse tihedusega (sõltuvalt ekspluatatsioonitingimustest) söövekaaliumi (kaaliumihüdroksiidi) lahust.

§ 2. Happeakudes ja raudnikkelakudes toimuvad keemilised protsessid

Happeakudes töötamise põhimõte seisneb elektroodide polarisatsioonis. Elektroodidel (pliisulfaat $PbSO_4$), mis on paigutatud elektrolüüti (väävelhappe vesilahus), tekib elektrivoolu toimel keemiline reaktsioon.

L a a d i m i s e l lülitatakse patarei paralleelselt alalisvooluallika vooluringi, kusjuures vooluallika pinge on suurem patarei elektromotoorsest jõust.

Laadimisel muutub negatiivsete plaatide aktiivmass järk-järgult pliisulfaadist $PbSO_4$ poorseks (käsnakujuliseks) pliiks Pb, positiivsete plaatide aktiivmass aga pliioksiidiks PbO_2. Seejuures suureneb elektrolüüdi erikaal (tihedus) kuni 1,24—1,31 (tühjenenud akul 1,12—1,19). Niisugune elektrolüüdi erikaalu suurenemine on seletatav sellega, et laadimisel ühinevad happejäägi SO_4 negatiivsed ioonid vesiniku H_2 positiivsete ioonidega ning moodustavad väävelhappe H_2SO_4, mis läheb üle elektrolüüti.

Aku elektromotoorne jõud sõltub plaatide poorides oleva elektrolüüdi erikaalust ja on ligikaudselt määratav valemiga

$$E_o = 0{,}84 + \gamma, \tag{70}$$

kus E_o — vooluringist väljalülitatud aku elektromotoorne jõud;

γ — elektrolüüdi erikaal temperatuuril 15°.

Järelikult on võimalik elektrolüüdi tiheduse muutmise järgi tühjenemisel ja laadimisel määrata aku seisukorda.

T ü h j e n e m i s e l muutub raudnikkelaku kolmevalentne nikkelhüdroksiid $Ni(OH)_3$ positiivsete plaatide aktiivmass kahevalentseks nikkelhüdroksiidiks $Ni(OH)_2$. Negatiivsete plaatide aktiivmassis muutub raudoksiidiks $Fe(OH)_2$. Aku laadimisel toimuvad positiivsetel ja negatiivsetel plaatidel pöördprotsessid.

Raudnikkelaku laadimisel või tühjenemisel elektrolüüdi erikaal ei muutu. Raudnikkelpatarei elektromotoorne jõud on põhiliselt määratav plaatide aktiivmassi seisukorraga, elektrolüüdi tihedusest aga see peaaegu üldse ei sõltu.

§ 3. Happeakupatareide iseloomustus

Akupatarei põhilised elektrotehnilised näitajad on järgmised: elektromotoorne jõud, sisetakistus, klemmipinge ja mahutavus.

Nagu võib järeldada valemist (70), sõltub happeaku e l e k t r o m o t o o r n e j õ u d elektrolüüdi tihedusest. Plaatide arv ja suurus ei avalda mõju elektromotoorse jõu suurusele. Aku laetuseaste mõjutab samuti väga vähe tema elektromotoorset jõudu. Elektrolüüdi tiheduse muutumisel 1,10—1,34 piirides, muutub aku elektromotoorne jõud võrdeliselt tiheduse suurenemisega.

K l e m m i p i n g e on akupatarei elektromotoorsest jõust väiksem pingelangu võrra akus endas. Aku sisetakistuse suurenemisel patarei klemmipinge väheneb.

Aku sisetakistus sõltub plaatide arvust ja nende suurusest, plaatide vahekaugustest, separaatorite poorsusest, elektrolüüdi tihedusest (erikaalust) ja temperatuurist. Laetud aku sisetakistus on 0,0001—0,0015 Ω. Vastavalt laetud akupatarei tühjenemisele suureneb elektrolüüdi erikaalu vähenemise tõttu tema sisetakistus kuni 0,02 Ω.

Aku mahutavuse moodustab elektrihulk (ampertundides), mida annab täiesti laetud aku pideval tühjendamisel kuni kindlaksmääratud piirini. Leppeliselt määratakse akupatarei mahutavus pideval 10-tunnilisel tühjendamisel kuni pingeni 1,7 V ühes tema elemendis elektrolüüdi keskmisel temperatuuril 30±2°. Aku mahutavus sõltub plaatide mõõtmetest, elektrolüüdi tihedusest ja temperatuurist ning tühjenemisvoolust. Mida rohkem on plaatidel aktiivmassi, mida suurem on elektrolüüdi tihedus ja temperatuur, seda suurem on aku mahutavus. Tühjenemisvoolu suurendamisel aku mahutavus väheneb. See on seletatav plaatide aktiivmassi pinna pooride täitumisega seatinasulfaadiga, mis vähendab äraantavat elektrihulka. Laadimisvoolu suurendamisel väheneb aku mahutavus laadimisel, sest plaatide aktiivmassis toimuvad keemilised protsessid ei arene lõpuni. Elektrolüüdi temperatuuri muutumisel muutub samuti elektrolüüdi viskoossus. Elektrolüüdi viskoossuse suurenemisel madalas temperatuuris väheneb aku mahutavus. Temperatuuri tõusmisel 1° võrra (15—20° piirides suureneb patarei mahutavus 1% võrra.

Kui akupatarei ei ole pikemat aega kasutusel olnud, siis selle mahutavus väheneb. Seepärast tuleb akupatareid kestval hoidmisel teatud aja möödumisel laadida.

Tabelis 9 on toodud traktoritel ja autodel kasutatavate käivitusakupatareide andmed.

Tabel 9

Käivitusakupatareide tehnilisi andmeid

Patarei mark	Paigutuse koht	Nimipinge	Laadimisvool, A		Tühjendamisvool 10-tunnilisel režiimil, A	Mahutavus 10-tunnilisel tühjendusrežiimil ja elektrolüüdi keskmisel temperatuuril +30°, Ah	Tühjendusvool käivitusrežiimil, A	Patarei kaal koos elektrolüüdiga, kg
			1. laadimisel	normaalsel laadimisel				
CT-60	Autod ГАЗ-51А, ГАЗ-63 traktor Т-28	6	3,5	5,0	6,0	60	180	14,5
CT-70	Autod ЗИЛ-164, ЗИЛ-157	6	5,0	6,5	7,0	70	210	16,0
CT-126	Autod МАЗ-200 ja МАЗ-205	6	7,5	10,0	12,6	126	380	27,5
CT-135	Traktor МТЗ-5МС . . .	6	7,5	10,0	13,5	135	405	27,5
6CT-54	Auto ГАЗ-69	12	3,5	5,0	5,4	54	160	19,0
6CT-68	Traktor ДТ-20	12	4,5	6,0	6,8	68	205	21,0

Akupatareide tingtähistus on järgmine. Esimene number näitab patareisse järjestikku lülitatud aukude arvu, kaks järgmist tähte aga akupatarei tüüpi. Tähed CT näitavad, et patarei on starteri käitamiseks (käivitustüüpi). Tähtede järel olevad numbrid näitavad akupatarei nominaalmahutavust ampertundides pideval 10-tunnilisel tühjendamisel. Arvudele järgnevad tähed tähistavad materjali, millest akuanumad on valmistatud, (Э — eboniit, П — plastmass) ja separaatori materjali Д — puit; М — mipor või miplast). Asfalt-pigimassist akuanumaid, millel happekindel vooder puudub, tähistatakse tähega В.

§ 4. Akupatarei valik. Elektrolüüt

Traktorile või autole paigaldatud akupatarei peab tagama mootori kindla käivitamise ja samuti peab käivituste arv ilma patarei järellaadimiseta olema maksimaalne.

Et akupatarei tööiga oleks suurem, peab tema mahutavus võimaldama suuri ülekoormusi käivitusrežiimil, mil tarbitav vool on eriti tugev. Seepärast valitakse akupatarei teatava mahutavuse varuga. Peale selle on see tarvilik ka siis, kui autod või traktorid peavad töötama madalas temperatuuris, mil patarei mahutavus väheneb.

Elektrolüüt kujutab endast keemiliselt puhta väävelhappe ja destilleeritud vee segu. Tehnilise väävelhappe ja destilleerimata vee kasutamine lühendab akuplaatide tööiga, soodustab isetühjenemist ja vähendab patarei mahutavust.

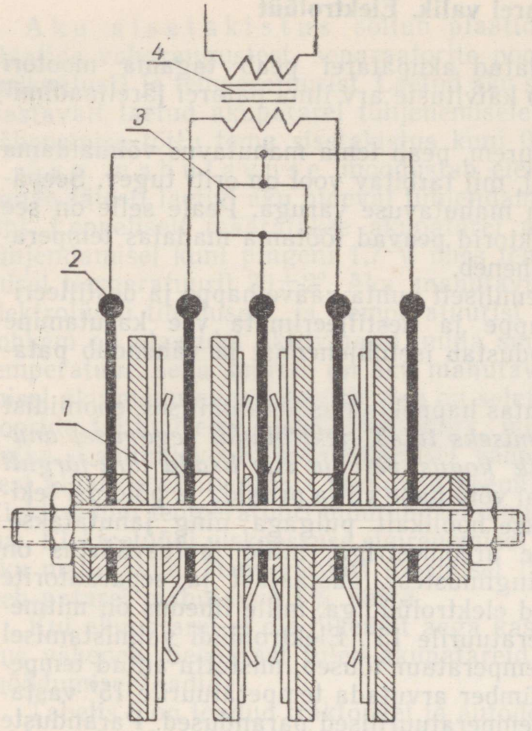
Elektrolüüti valmistatakse puhtas happekindlas keraamilises, eboniidist või pliist anumas. *Ohutuse tagamiseks tuleb elektrolüüdi segamisel anumasse valada kõigepealt vajalik kogus vett ja siis lisada järk-järgult juurde väävelhape.* Vastasel korral võib hape välja pritsida ja põletusi tekitada. Happe ja vee segu segatakse hoolikalt pulgaga ning jahutatakse. Elektrolüüdi tihedust mõõdetakse areomeetriga, mille jaotusväärtus on 0,005. Sõltuvalt klimaatilistest tingimustest, aastaajast ja separaatorite materjalist täidetakse akupatareid elektrolüüdiga, mille tihedus on mitmesugune, ümber arvutatuna temperatuurile 15°. Elektrolüüdi valmistamisel segu (väävelhappe vesilahuse) temperatuur tõuseb, mistõttu antud temperatuuril mõõdetud tihedus tuleb ümber arvutada temperatuurile 15° vastavate tabelite järgi või arvutada temperatuurilised parandused. Paranduste suurus on temperatuuri muutuse iga 1° kohta 0,0007. Kui temperatuur on üle 15°, on parandused pluss-märgiga, temperatuuril alla 15° — miinus-märgiga. Elektrolüüt valatakse akupatareisse klaas-, eboniit- või pliilehtri abil. Sissevalatava elektrolüüdi temperatuur ei tohi ületada 25°. Elektrolüüdi tase patarei kõikides elementides peab 10—15 mm võrra ulatuma üle separaatorite peale pandud kaitseplaadist. Taseme kontrollimiseks kasutatakse 3—5 mm läbimõõduga klaastoru. Pärast elektrolüüdi sissevalamist tuleb akupatarei laadida, et ära hoida plaatide riknemist ja sulfateerumist.

Plaatide sulfateerumiseks nimetatakse nende aktiivmassi suurte pliisulfaadi kristallide tekkimist. Kui plaadid on sulfateerunud, kaotab akupatarei elektrienergia salvestusvõime. Peamiseks sulfateerumise põhjuseks on patarei hoidmine tühjenenud seisukorras. Elektrolüüdi valmistamisel tuleb täita kõik ohutustehnika nõuded, mis on ette nähtud väävelhappe käsitsemisel, ja nimelt: kasutada kaitseprille, ette panna kummipõll, kätte tõmmata kummisõrmikud, jalga kummisaapad, samuti valmis hoida 10% soodalahus võimalike happepritsmete neutraliseerimiseks.

§ 5. Akupatareide laadimine

Akupatareid laetakse alalisvooluga. Vahelduvvooluvõrgust laadimisel tuleb kasutada spetsiaalseid laadijaid, mis muundavad ja alaldavad mitmesuguse pingega vahelduvvoolu 6, 12 või 24 V pingega alalisvooluks. Laadimisseadmetena kasutatakse mootor-generaatoreid või mitmesugust tüüpi alaldeid: kuproks-, seleen-, sulfiid-, gaas-, elavhõbe- või kenotroonalaldid.

Laialdaselt on levinud seleenalaldid ВСА-6М ja laadimisjaamad ПЗС-4Б. Seleenalaldi tööpõhimõte on rajatud seleeni omadusele juhtida elektrivoolu ühes suunas. Alaldi koosneb alalduselementide *1* komplektist (joon. 211). Element kujutab endast nikeldatud terasest plaati, mis on ühelt küljelt kaetud seleeniga. Seleeni peale kantakse õhuke tina, kadmiumi ja vismuti sulami kiht. Alaldi ВСА-6М võimaldab vahelduvvoolu pingega



Joon. 211. Akupatarei ühendamine seleenalaldiga BCA-6M.

1 — alaldaja element; *2* — väljaviigud; *3* — patarei; *4* — trafo.

110, 127 või 220 V ja sagedusega 50 Hz muuta 12—24 V pingega alalisvooluks 12—24A nimikoormusel.

Liikuv laadimisjaam ПЗС-4Б on varustatud 1,5 kW alalisvoolu mootor-generaatoriga, mis annab alaldatud voolu pingega 120 V voolutugevusel 25 A. Agregaadi ajamiks on 6 hj sisepõlemismootor.

Akupatareisid võib laadida üksikult või gruppidena, lülitades neid alalisvooluvõrku kas paralleelselt või järjestikku. Patarei lülitamisel laadimisgruppi järjestikku tuleb arvestada, et laadimise lõpul oleks iga elemendi pinge vähemalt 2,8 V.

Väga tähtis on, et laaditav akupatarei või akupatareide grupp oleks õigesti ühendatud laadimisseadme lülituskilbiga. Akupatarei positiivne klemm tuleb ühendada vooluallika positiivse poolusega, negatiivne klemm — negatiivse poolusega. Laadimisvool on sel juhul vastupidine akupatarei tühjenemisvoolule. Ebaõigel ühendamisel vooluallikaga muutub aku polaarsus vastupidiseks ning aku muutub töökõlbmatuks. Kõige lihtsam on vooluallika polaarsust määrata järgmiselt. Alalisvooluallikalt tulevad vaskjuhtme otsad torgatakse pooleks lõigatud kartulisse ning lülitakse vool sisse. Voolu läbimisel kartulist värvub positiivse juhtme ümber tärklis rohekas-siniseks.

Igal akupatarei tüübil on oma kindlaksmääratud laadimisrežiim. Uute patareide laadimisvoolu tugevus on teistsugune kui järgnevatel laadimistel. Näiteks on uue akupatarei 3CT-135 (traktor MT3-5MC) laadimisvool 7,5A.

Laadimisel kontrollitakse pidevalt elektrolüüdi temperatuuri ja tihedust. Temperatuuri tõus üle 45° ei ole lubatud, sest see võiks põhjustada positiivsete plaatide aktiivmassi väljapudenemist, negatiivsetel plaatidel aga käsnakujulise (poorse) plii tihenemist ning akupatarei riknemist. Akupatarei laadimise lõpu tunnuseks on kõikides akudes elektrolüüdi tiheduse ja pinge (2,5—2,7 V) konstantseks jäämine 3 tunni vältel. Patarei laadimise lõpu väliseks tunnuseks on intensiivne gaasimullide eraldumine elektrolüüdi pinnal (aku «keemine»). Laadimisprotsessis tuleb jälgida elektrolüüdi taset ja tarbe korral taastada see ettenähtud normini ilma elektrolüüdi tihedust muutmata.

Pärast esimest laadimist on uue patarei mahutavus normaalsest väiksem. Lõpliku mahutavuse omandab akupatarei alles korduval laadimisel-tühjendamisel ekspluatatsioonis või pärast ettenähtud laadimise-tühjendamise treeningtsükli läbiviimist. Akupatarei laadimine ekspluatatsioonis (ekspluatatsiooniline laadimine) toimub tugevama vooluga kui uue patarei laadimisel. Näiteks on akupatarei 3CT-135 ekspluatatsiooniline laadimisvool 10A. Akupatarei mahutavuse alalhoidmiseks tuleb perioodiliselt

(üks kord 6 kuu jooksul) korraldada laadimise-tühjendamise kontroll-treeningtsükleid. Niisugune tsükkel koosneb akupatarei ekspluatatsioonilisest laadimisest, tühjendamisest ja uuesti laadimisest. Treeninglaadimine-tühjendamine viiakse läbi ka pärast akupatarei remonti või pikemaaegset hoidmist. Pärast järellaadimist ja jahutamist (elektrolüüdi temperatuur ei tohi ületada 40°) tühjendatakse akupatarei pidevalt 10-tunnilisel tühjendamisrežiimil. Pärast tühjendamist ei tohi akupatarei üheski elemendis pinge langeda alla 1,7 V. Seepärast tuleb iga elementi hoolikalt kontrollida, eriti tsükli lõpul.

Patarei laetakse teist korda kohe pärast tühjendamist. Laadimis-tühjendamistsüklite vaheaeg ei tohi ületada 2 tundi, sest vastasel korral sulfateeruvad plaadid.

Kõikidel laadimistel on tarvis tingimata kontrollida elektrolüüdi temperatuuri. Pärast laadimist korrigeeritakse elektrolüüdi tasapinda ja tihedust ning jäetakse patarei avatud ventilatsioonikorkidega seisma kolmeks tunniks, et laadimisel eralduv gaas pääseks täielikult välja. Pärast korkide pealekeeramist pühitakse mastiks ja elementidevahelised ühendused soodavees niisutatud lapiga puhtaks. Need ettevaatusabinõud on tarvilikud, sest pealevalatud elektrolüüdi kaudu tekkivate kaovoolude tõttu võib akupatarei enneaegselt tühjeneda.

§ 6. Akupatareide rikked

Akupatarei ekspluatatsiooniprotsessis toimub akuplaatide, separaatorite ja anumate loomulik kulumine. Positiivsete plaatide laadimine-tühjenemine on seotud aktiivmassi mahu alaliste muutustega, sest pliisulfaadi maht on tunduvalt suurem kui pliioksiidil. Selle tagajärjel aktiivmass kobestub ning sellest langevad pliioksiidi osakesed välja, eriti laadimisel liiga rohke gaasi eraldumise puhul. Järelikult väheneb aja jooksul plaatide aktiivmassi hulk ning patarei mahutavus väheneb. Negatiivsed plaadid kaotavad samuti järk-järgult oma töövõimet, sest urbne plii muutub tihedamaks ning plaatide aktiivne pind väheneb. Korralikul hooldamisel ületab akupatarei tööiga rohkem kui kolm aastat.

Patarei enneaegne kulumine võib tekkida paljudel põhjustel, kuid peamiseks põhjuseks on **plaatide sulfateerumine.** Sulfateerumist võivad esile kutsuda patarei süstemaatilised vaeglaadimised, sügavtühjendamised, kestev hoidmine tühjenenud seisukorras, elektrolüüdi kõrge temperatuur, elektrolüüdi risustumine mitmesuguste lisanditega või selle liigne kangus, akupatarei riketest või halvast ümberkäimisest tingitud isetühjenemine.

Plaatide sulfateerumise tunnuseks on elementide suurenenud pinge laadimise algul, enneaegne rohke gaasi eraldumine, elektrolüüdi temperatuuri tõusmine ja selle tiheduse, samuti ka elemendi pinge liiga väike suurenemine laadimise lõpul, mahutavuse vähenemine tühjenemisel. Sulfateerumise algul on võimalik plaate taastada patarei laadimisel vähendatud vooluga. Esialgu laaditakse patareid esimese laadimise vooluga kuni hakkab märgatavalt eralduma gaasimullikesi. Seejärel lülitatakse patarei 20—30 minutiks välja, selleks et anda aega gaasimullikeste väljumiseks plaatide aktiivmassi pooridest. Järgnevalt laaditakse aga pikemat aega vooluga, mis on 3—4 korda väiksem esimese laadimise voolust, kuni elektrolüüt omandab konstantse tiheduse.

Plaatide riknemine võib esineda sulfateerumise ja samuti ka urbse plii tihenemise (kõvenemise) tagajärjel. Käsnakujulise plii tihenemist võib põhjustada patarei süstemaatiline ülelaadimine relee-regulaatori ebaõige reguleerimise tõttu või elektrolüüdi liiga kõrge temperatuur (43—45°).

Aktiivmassi väljapudenemine (eriti positiivsetel plaatidel) võib esineda elektrolüüdi külmumise tagajärjel. Sellisel juhul tuleb patarei pai-

gutada sooja ruumi ja pärast elektrolüüdi sulamist laadida esimese laadimise vooluga.

Patarei polaarsuse muutumine (ümberpolariseerumine) põhjustab isetühjenemist, sulfateerumist, plaatide kõverdumist ja lagunemist. Positiivsete plaatide sõrestiku korrodeerumist ja lagunemist põhjustab sügav tühjenemine ja elektrolüüdi risustumine orgaaniliste ainetega.

Risustatud elektrolüüt tuleb vahetada. Selleks tühjendatakse patarei 10-tunnilisel tühjenemisrežiimil, valatakse elektrolüüt välja ja loputatakse plaadid destilleeritud veega. Loputamiseks täidetakse patarei ääreni veega ja jäetakse 3—4 tunniks ligunema. Siis valatakse vesi välja ning täidetakse akud elektrolüüdiga, mille tihedus on 1,290—1,300. Pärast 3—4 tunni möödumist laetakse patarei normaalse laadimisvooluga.

Separaatorite lagunemine (eriti puitseparaatorite puhul) elektrolüüdi toimel võib põhjustada plaatidevahelise lühise ja plaatide riknemise.

Klemmide purunemine võib tekkida mehaaniliste vigastuste tõttu või kuumenemise tagajärjel, kui juhtme kontakt klemmiga on puudulik. Selle rikke vältimiseks tuleb klemmide ja juhtmeotsikute kontaktpinnad puhtad hoida, nii et nendevaheline kontakt oleks normaalne, klemmkruvid pingutada ja määrida tehnilise vaseliiniga.

§ 7. Akupatareide kontrollimine ja hooldamine

Kontrollimine ja katsetamine. Akupatareisid kontrollitakse ja katsetatakse tehniliste teenindamiste ja remondi tegemisel. Seejuures tuleb teha järgmised operatsioonid.

1. Kontrollitakse elektrolüüdi erikaalu, temperatuuri ja tasapinda. Elektrolüüdi erikaalu (tiheduse) järgi otsustatakse patarei laetusastme üle. Võib arvestada, et elektrolüüdi erikaalu vähenemine 0,01 võrra vastab patarei tühjenemisele 6%.

2. Mõõdetakse akupatarei elektromotoorset jõudu voltmeetri abil. Seejuures tuleb akupatarei välisvooluringist lahutada. Mõõdetud elektromotoorse jõu võrdlemisel arvutusliku elektromotoorse jõuga E_0, mis on leitud valemi (70) abil, määratakse kindlaks lühise olemasolu. Lühise puhul on mõõdetud elektromotoorne jõud väiksem arvutuslikust.

3. Mõõdetakse iga aku klemmipinge koormuskahvli abil (joon. 209, *d*). Kahvli koormustakistus on umbes 100 A. Koormustakistus on valmistatud konstantaanist, mille takistus temperatuuri kõikumistel ei muutu. Patarei klemmipinge mõõdetakse koormustakistiga paralleelselt ühendatud voltmeetriga. Et vältida patarei tühjenemist, ei tohi koormuskahvlit pinge mõõtmisel hoida sisselülitatuna üle 5 sekundi. Koormuse all mõõdetud akupatarei klemmipinge iseloomustab aku laetusastet. Et koormustakisti suurus ja selle materjal võib olla mitmesugune, tuleb akupatarei laetusastme määramisel arvestada koormuskahvli passi andmetega. Näiteks on koormuskahvliga BH-2 mõõdetud klemmipingel 1,7—1,8 V akupatarei laetud 100%; 1,5—1,6 V — laetud 50%; 1,3—1,4 V — täielikult tühjenenud. Korras patarei üksikute aukude klemmipinged koormuse all ei tohi erineda üle 0,1 V (kui elektrolüüdi erikaal on normaalne). Vastasel korral loetakse patarei tühjenenuks. Klemmipinge kiire langemine koormuse all mõõtes on iseloomulik kas tugevasti tühjenenud või rikkis akule.

4. Katsetatakse akupatareid, et kindlaks määrata tema kõlblikkust mootori käivitamiseks starteriga talvel. Käivitusrežiimil tühjendamiseks koormatakse akupatareid süsireostaadi abil vooluga, mis suuruselt vastab akupatarei kolmekordsele nimimahutavusele. Kontrollitakse monoplokki (või purke), et selgitada elektrolüüdi väljaimmitsemise põhjusi. Kõige lihtsam on seda kontrollida jalgrattapumba abil, millega tekitatakse akupatarei sees kõrgendatud rõhk. Õhu sissepumpamiseks keeratakse aku-

patarei kaande spetsiaalne ventiiliga kork. Rõhu mõjul hakkab elektrolüüt vigastatud kohalt välja tungima.

Akupatarei hooldamine. Akupatareid hooldatakse vastavalt selle auto või traktori tehnilise hooldamise eeskirjadele, millele akupatarei on paigutatud.

Iga päev pärast töö lõppu puhastatakse akupatarei tolmust ja mustusest. Patarei välispinnale sattunud elektrolüüt tuleb ära pühkida kas kuiva või nuuskpiirituse või kaltsineeritud sooda lahuses niisutatud lapiga. Oksüdeerunud klemmid või juhtmete otsikud puhastatakse ning nende kontaktivabad pinnad määritakse tehnilise vaseliiniga (vaseliini puudumisel aga solidooliga). Kontrollitakse patarei klemmide ja juhtmeotsikute kinnitusi ning tihedat kontakti. Puhastatakse patarei ventilatsiooniavad.

Perioodiliselt — talvel vähemalt 10—15 päeva, suvel aga 5—6 päeva järel — mõõdetakse elektrolüüdi taset kõikides purkides ja lisatakse tarbe korral destilleeritud vett juurde. Kontrollitakse elektrolüüdi tihedust ja määratakse kindlaks patarei laetusaste. Kui patareisse valati vett juurde, tuleb enne tiheduse kontrollimist patarei laadida masinal, et elektrolüüt hästi seguneks. Süstemaatiliselt tuleb üle vaadata ka akupatarei anumad, et need oleksid terved ega laseks elektrolüüti läbi. Puhastatakse klemme ja juhtmete otsikuid; pärast pingutamist määritakse klemmid ja juhtmete otsikud vaseliiniga. Vähemalt üks kord kuus mõõdetakse elementide pinget koormuse all ja veendutakse, et patarei on korras.

Õigel hooldamisel võib akupatareid hoida pikemat aega tarvitamata, ilma et selle töövõime väheneks. Enne hoiule andmist tuleb patareid hooldada ja täiesti täis laadida. Siis asetatakse patarei eri ruumi, kus temperatuur ei lange alla 0°.

Patarei isetühjenemise kompenseerimiseks tuleb teda iga kuu normaalse vooluga järellaadida, kuni pinge ja elektrolüüdi tihedus jääb konstantseks. Järellaadimise lõpul korrigeeritakse elektrolüüdi nivood ja tihedust. Üks kord kolme kuu jooksul tuleb patarei tühjendada ja laadida (kontroll-treeningtsükkel), millega hoitakse ära plaatide aktiivmassi tihenemine.

XX peatükk

KÜTTESEGU SÜÜTAMINE ELEKTRISÄDEMEGA

§ 1. Elektrisädemega süütamine

Karburaatormootorite silindrites süüdatakse küttesegu sädemega, mis tekib elektrilisel lahendusel süüteküünla elektroodide vahel.

Sädelahenduse saamiseks peab pinge olema vähemalt 7000—8000 V. Sädelahenduse intensiivsus sõltub küünla elektroodide vahekaugusest, elektroodide kujust, temperatuurist mootori silindrites, küttesegu koostisest ja reast muudest teguritest.

Sädevahe suurendamisel peab ühtlasi suurendama läbilöögipinget. Kui normaalsetes atmosfääritingimustes 3 mm sädevahe läbilöögipinge on 6000 V, siis 8 mm sädevahe puhul peab pinget tõstma enam kui kahekordseks. Teravate otstega elektroodid on elektrilise lahenduse tekkimiseks soodsamad kui ümardatud otstega elektroodid. Mootori silindris valitsev kõrge temperatuur soodustab gaaside ionisatsiooni, mistõttu sädelahenduse läbilöögipinge mõnevõrra väheneb. Gaaside rõhu suurendamisel aga läbilöögipinge kasvab. Et tagada küttesegu kindlat süütamist, on mootorite süüteseadmetes tekitatav pinge kuni 20 000—24 000 V. Küünalde

sädevahe suuruse valikul võetakse arvesse mootori surveastet, kasutatava kütuse sorti ja süütamisviisi. Sädevahe suurus on 0,6—0,8 mm. Nende piiride ületamisel võib süütesüsteemi töökindlus väheneda. Liiga väikese sädevahe puhul väheneb ka sädeme intensiivsus, samal ajal aga võib kitsas sädevahe täituda tahmaga ning anda lühise.

§ 2. Süütemoment ja selle mõju mootori töötamisele

Küttesegu põlemine silindris kestab mõni tuhandik sekundit. Seepärast tuleb segu süüdata enne kolvi jõudmist ülemisse surnud seisu, s. o. teatava ennetusega (vt. XXVIII ptk. § 4). Eelsüütenurka, mis antud töörežiimil tagab mootori maksimaalse võimsuse ning kütuse minimaalse erikulu, nimetatakse *optimaalseks*. Optimaalse eelsüütenurga puhul toimub töösegu põlemine ja rõhu suurenemine silindris kolvi liikumisel ülemisse surnud seisu ning lõpeb paisumisjoonel, mil mootori väntvõlli pöördenurk on umbes 10—12° pärast ülemist surnud seisu.

Kui segu süüdatakse veelgi varem, siis mõjub gaaside kasvav rõhk silindris vastu kolvi liikumisele ülemisse surnud seisu ning gaaside energiat kulutatakse negatiivseks tööks. Seega põhjustab liiga varajane süüde mootori võimsuse ja ökonoomsuse langust. Varajase süüte välistunnusteks on mootori kloppimine, ülekuumenemine ja ebastabiilne töötamine tühikäigu väiksetel pööretel. Sellise mootori indikaatordiagramm on silmusekujuline.

Kui küttesegu süüdatakse kolvi asetsemisel ülemises surnud seisus või mõnevõrra hiljem, siis põleb küttesegu paisumisjoonel suureneval mahul, mistõttu mootor kuumeneb üle ning selle võimsus ning ökonoomsus langeb.

Mitmesuguste mootorite optimaalne eelsüütenurk kõigub 20—45° piirides. Eelsüütenurga suurusele avaldab mõju mootori surveaste, põlemiskambri kuju, süüteküünalde paigutus, pöörlemiskiirus, küttesegu koostis, kütuse sort, mootori koormus ja teised tegurid.

Mootori pöörlemiskiiruse suurenemisega kaasneb tema töötsükli ajaline lühenemine, seega peab järelikult suurenema ka eelsüütenurk.

Mootori koormuse muutused avaldavad mõju kütuse põlemise kiirusele, mis samuti nõuab eelsüütenurga muutmist.

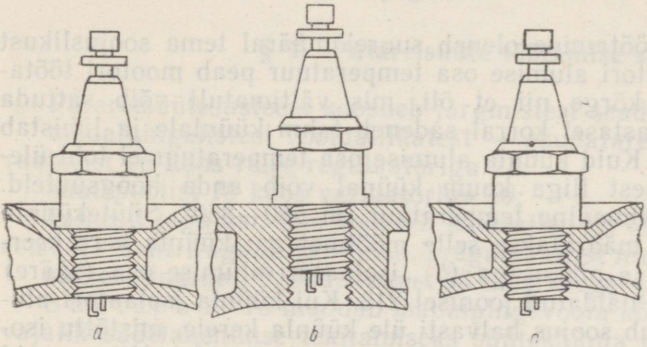
Gaasi vähendamisel on jääkgaasi hulk silindrites töösegus suhteliselt suurem ja silindri täiteaste väheneb, mistõttu segu põlemine aeglustub. Täiskoormusel (gaasi suurendamisel) toimub vastupidine nähe ja vastavalt suureneb ka töösegu põlemiskiirus. Järelikult tuleb koormuse vähenemisel eelsüütenurka suurendada, koormuse suurenemisel aga vähendada. Madala oktaanarvuga kütuse puhul vähendatakse eelsüütenurka, kõrge oktaanarvuga kütuse kasutamisel aga suurendatakse. Enneaegsete süttimiste ja mootori ülekuumenemise korral aitab neid puudusi vähendada eelsüütenurga vähendamine.

Mootorite süütesüsteemid varustatakse seadmetega, mis võimaldavad eelsüütemomenti käsitsi või automaatselt muuta sõltuvalt muutustest mootori põhilistes töörežiimides.

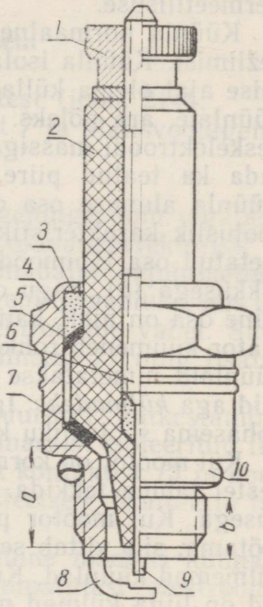
§ 3. Süüteküünlad

Süüteküünal on sädelahenduse tekitamiseks põlemiskambris selleks, et süüdata töösegu. Süüteküünla paigutus põlemiskambris peab tagama töösegu suure kiirusega põlemise ilma detonatsiooni tekkimiseta. Põlemisfrondi suurenemisega kasvab ka mootori kalduvus detonatsioonile. Seepärast paigutatakse süüteküünal nii, et vahemaa küünlast põlemiskambri kaugema punktini oleks võimalikult minimaalne. Küünla keermetatud osa

ei tohi olla sügaval küünlaaugus ega ulatuda sellest välja, nagu on näidatud joonisel 212, *b* ja *c*. Küünla väljaulatumine põlemiskambrisse (joon. 212, *c*) soodustab tema ülekuumenemist ja hõõgsüüdete tekkimist. Kui aga küünal on sügaval augus, koguneb elektroodide ümbrusse liigselt jääkgaase, mis raskendavad küttesegu süütamist. Süüteküünla paigutamine sisselaskeklapi kohale loob kõige soodsamad tingimused küünla jahutamiseks. Süüteküünla töötingimused on rasked, sest küünal peab taluma mehaanilisi, termilisi ja elektrilisi koormusi, ning vastu pidama kütuse põlemisproduktide kahjulikule mõjule. Süüteküünla termilised ja mehaanilised koormused on muutlikud ning kõiguvad suurtes piirides. Gaaside temperatuur süüteküünla piirkonnas muutub 70—2500°, rõhk aga 0,2 kuni 40 kg/cm². Küünla elektroodide jahutustingimused ei ole ühesugused.



Joon. 212. Süüteküünalde asendid plokikaanes: *a* — õige; *b* ja *c* — väärad.



Joon. 213. Süüteküünal: *1* — kõrgepingejuhtme ühendusmutter; *2* — keraamiline isolaator (südamik); *3* — keraamiline survepuks; *4* — korpus; *5* — tihendusseib; *6* — keskvarras; *7* — tihendusseib; *8* — külgelektrood; *9* — keskelektrood; *10* — vanetihend.

Küünla kerega ühendatud külgelektrood jahtub paremini kui keskelektrood, mis on asetatud isolaatorisse. Külgelektroodi temperatuur on 200—250°, keskelektroodil aga kuni 850° ja rohkem. Kütuse põlemisproduktid põhjustavad küünla elektroodide korrosiooni. Elektrilahenduste toimel sulavad küünla elektroodide otsad vähehaaval. Kõik see nõuab nii elektroodide metalli kui ka keskelektroodi isolaatori head kvaliteeti.

Küünlad jaotatakse *lahtivõetavateks* ja *mittelahtivõetavateks*. Viimaseid kasutatakse kõige rohkem. Mittelahtivõetav küünal (joon. 213) koosneb järgmistest osadest: kerest *4* koos külgelektroodiga *8*, keskelektroodist *9* ja selle vardast *6*, mille otsa keeratakse mutter *1* kõrgepingejuhtme ühendamiseks, keraamilisest isolaatorist *2*, tihendusseibidest *5* ja *7* ning vahetihendist *10*. Keskelektroodi isolaator asub tihedalt küünla keres. Pärast keraamilise survepuksi *3* asetamist küünla keresse, valtsitakse kere servad. Küünla kere valmistatakse vähe süsinikku sisaldavast terasest ja varustatakse keermega plokikaane auku keeramiseks. Kere ülemisel osal on mutrikujulised tahud võtme jaoks. Kere alumisse otsa on kinnitatud üks või kaks külgelektroodi *8*.

Kahe külgelektroodi tõttu väheneb nende kulumine, samuti kulub keskelektrood ühtlasemalt. Et elektroodid oleksid võimalikult vastupidavad, valmistatakse need nikkel-mangaantraadist, mis sisaldab 97% niklit ja 3% mangaani. Keskelektroodi varras *6* on terasest, ots aga samast materjalist, millest külgelektroodidki. Varras on paigutatud küünla isolaato-

risse. Viimane on küünla kõige vastutavamaks detailiks, millest põhiliselt sõltub küünla korralik töötamine. Tavaliselt on isolaator valmistatud keraamilistest materjalidest, mootori eriliste soojuslike tingimuste korral ka vilgukivist, mis on hea soojusjuht.

Sõltuvalt keraamilise massi koostisest on isolaatorid kas steatiidist, alumiiniumoksiidist, kristallkorundist või uraliidist. Steatiitisolaatori keraamiline mass koosneb steatiidist, rasvasest kuumuskindlast savist ja korundist. Uraliitisolaator sisaldab 70—80% alumiiniumoksiidi (Al_2O_3). Pärast vormimist isolaator kuivatatakse, töödeldakse mehaaniliselt, põletatakse ja glasuuritakse. Isolaatori glasuuritud pind ei määrdu ning seetõttu ei teki ka voolu kadu. Keresse asetamisel tihendatakse isolaatori keskmine jämendatud osa vasest või valgevasest seibi abil. Takistades gaaside väljapääsu, juhib seib ka ühtlasi küünlalt soojust ära. Metallasbestist vaheseib tagab küünla kere ning plokikaane vahelise liitekoha hermeetilisuse.

Küünla normaalne töötamine oleneb suurel määral tema soojuslikust režiimist. Küünla isolaatori alumise osa temperatuur peab mootori töötamise ajal olema küllalt kõrge, nii et õli, mis vältimatult võib sattuda küünlale, ära põleks. Vastasel korral sadeneb tahm küünlale ja lühistab keskelektroodi massiga. Kuid küünla alumise osa temperatuur ei tohi ületada ka teatud piire, sest liiga kuum küünal võib anda hõõgsüüteid. Küünla alumise osa optimaalne temperatuur on 580—850°. Süüteküünla soojuslik karakteristika määratakse selle mõõtmetega: küünla kere keermetatud osa läbimõõdu ja pikkusega (*b*), isolaatori alumise osa (sääre) pikkusega (*a*), nagu on näidatud joonisel 213. Kui küünla isolaatori alumine osa on pikk, kandub soojus halvasti üle küünla kerele, mistõttu isolaator kuumeneb rohkem kui lühikese isolaatoriga küünaldel. Niisuguseid küünlaid nimetatakse tinglikult *kuumadeks*, hea soojusülekandega küünlaid aga *külmadeks*. Igal mootoril tuleb kasutada sellele ettenähtud kõige kohasema soojusliku karakteristikaga küünlaid.

Kui mootor on korras, ei tohi õigesti valitud küünaldele teatud perioodi kestel tahma tekkida. Süüteküünla isolaator peab olema helepruuni värvusega. Kui mootor pärast süüte väljalülitamist jääb veel mõnda aega töötama, siis viitab see hõõgsüüte esinemisele. Sellisel juhul tuleb valida külmemad küünlad. Küünalde tahmumine aga, vastupidi, näitab, et küünlad on liiga külmad ning järelikult tuleb kasutada kuumemaid küünlaid.

Küünalde valikut kergendab nende märgistamine mõõtmete ja soojusliku karakteristika järgi. Küünalde markides kasutatavate tähtede ja numbrite tähendused on järgmised: H — mittelahtivõetav; M — meeterkeere, keerme läbimõõt 18 mm, samm 1,5 mm; Д — tollkeere, $^7/_8$″, 18 niiti ühes tollis; A — meeterkeere 14×1,25 mm; T — meeterkeere 10×1 mm. Murru lugeja näitab küünla kere keermetatud osa pikkust mm, nimetaja aga isolaatori alumise osa pikkust mm. Tähed A ja B pärast numbreid määravad kõrgepingejuhtmete mutrite tüübi: A — erikujuga mutter vedruotsikule, B — karestatud vöödiga klemmimutter. Tähed У (uraliit) või K (kristallkorund) iseloomustavad isolaatori materjali.

Süüteküünalde hooldamine seisab nende perioodilises ülevaatuses, tahma kõrvaldamises ning elektroodide vahe reguleerimises. Tahma eemaldamiseks leotatakse küünalt bensiinis ning puhastatakse pehme vasktraadist harjaga. Tahma ei ole soovitav eemaldada teravate esemete või smirgelpaberiga. Sädevahe reguleerimiseks painutatakse külgelektroodi. Sädevahe suurust kontrollitakse ümarkaliibri või kalibreeritud traadiga. Mootorile paigutamisel tuleb küünlad normaalselt kinni keerata spetsiaalse võtmega.

§ 4. Süütesüsteemide tüübid

Karburaator- ja gaasimootorites saadakse küttesegu süütamiseks vajalik kõrgepingevool kahel viisil, kas patareisüütesüsteemi või magneeto abil. Patareisüütesüsteemid on kasutamist leidnud peamiselt automootoritel, magneetosüüde aga põhiliselt traktorite käivitusmootoritel. Neid süütesüsteeme kirjeldatakse kahes järgmises peatükis.

XXI peatükk

PATAREISÜÜDE

§ 1. Patareisüüte töötamise skeem

Patareisüütesüsteem koosneb järgmistest seadistest (joon. 214):

madalpingelistest vooluallikatest — akupatareist *7* ja alalisvoolugeneraatorist *26* koos relee-regulaatoriga *25*;

süütepoolist *18* koos variaatoriga *20*;

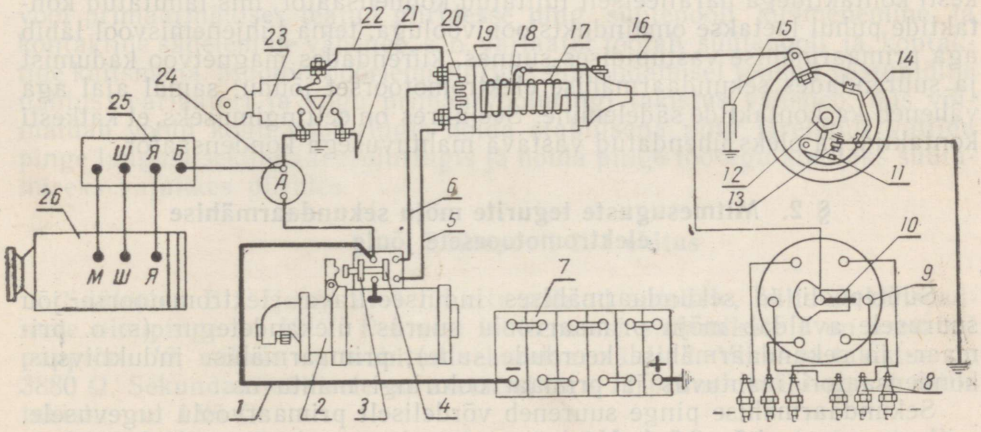
katkesti-jagajast, mis koosneb katkestist *14*, kõrgepingevoolu jagajast, eelsüüte tsentrifugaal- ja vaakuumregulaatorist ning oktaankorrektorist;

süüteküünaldest *8*, süütelukust *23* ning kõrge- ja madalpingejuhtmetest.

S ü ü t e p o o l *18* muudab madalpingevoolu kõrgepingevooluks, mis on vajalik sädelahenduse tekitamiseks süüteküünla elektroodide vahel. Süütepool koosneb primaarmähisest *19* ja sekundaarmähisest *17* ning lisatakistist (variaatorist) *20*.

K a t k e s t i *14* ülesandeks on madalpingevooluringi katkestamine vajalikul momendil. See koosneb kahest kontaktist: massist isoleeritud liikuvast kontaktist *11*, massiga ühendatud liikumatust kontaktist *13* ja kondensaatorist *15*, mis on lülitatud kontaktidega paralleelselt. Kontaktid lahutatakse muhviga *12*.

J a g a j a ülesandeks on kõrgepingevoolu jagamine mootori küünaldele. Ta koosneb pöörlevast elektroodist *10* ja liikumatutest elektroodidest *9*, mis on kõrgepingejuhtmete kaudu ühendatud süüteküünaldega *8*.



Joon. 214. Auto ГАЗ-51А patareisüüte skeem:

1, 5, 6, 16, 21 ja *22* — juhtmed; *2* — starter; *3* ja *4* — starteri lüliti kontaktrõngad; *7* — akupatarei; *8* — süüteküünlad; *9* — jagaja liikumatu elektrood; *10* — pöörlev elektrood; *11* — katkesti liikuv kontakt (vasar); *12* — katkesti muhv; *13* — liikumatu kontakt (alasi); *14* — katkesti; *15* — kondensaator; *17* — sekundaarmähis; *18* — süütepool; *19* — primaarmähis; *20* — variaator; *23* — süütelüliti; *24* — ampermeeter; *25* — relee-regulaator; *26* — generaator.

Süütelukk *23* kujutab endast lülitit, mis võimaldab madalpinge süütevoolu sisse ja välja lülitada.

Kõrgepingevoolu saamine patareisüütesüsteemis on rajatud madalpingelise alalisvoolu transformeerimisele kõrgepingeliseks vooluks induktsioonpooli (süütepooli) ja katkesti (ning kondensaatori) vahendusel. Kui süüde on sisse lülitatud ja katkesti kontaktid suletud, tekib akupatarei (või generaatori) elektromotoorse jõu mõjul vooluringis madalpingevool. Madalpingevooluring on järgmine: akupatarei *7* positiivne klemm (või generaatori positiivne klemm) — mass * — katkesti liikumatu kontakt *13* — katkesti liikuv kontakt *11* — katkesti vasar (hoob) — vasara vedru — katkesti klemm — juhe *16* — süütepooli primaarmähis *19* — variaator *20* — juhe *22* — süütelukk *23* — ampermeeter *24* — juhe *1*, mis on ühendatud akupatarei negatiivse klemmiga (või, mööda minnes ampermeetrist, releeregulaatori *25* kaudu generaatori *26* negatiivse harjaga).

Primaarmähise keerde läbiv vool tekitab nende ümber kasvava magnetvoo. See magnetvoog lõikub primaarmähise keerdudega ja indutseerib nendes omainduktsiooni elektromotoorse jõu, mis on suunalt vastupidine primaarvooluringi voolule. Samaaegselt indutseeritakse sekundaarmähise keerdudes vastastikuse induktsiooni elektromotoorne jõud (umbes 2000 V).

Madalpingevool katkestub sel momendil, kui katkestimuhvi *12* nukk pöördub katkesti vasara kühmiku alla ja, tõstes vasara üles, lahutab kontaktid *11* ja *13*. Kontaktide avanemisel lõikab kaduv magnetvoog primaar- ja sekundaarmähise keerde, mistõttu primaarmähises indutseeritakse omainduktsiooni elektromotoorne jõud (umbes 200—300 V), sekundaarmähises aga vastastikuse induktsiooni elektromotoorne jõud suurusega 10000—24000 V, mis tekitab süüteküünla elektroodide vahel sädelahenduse.

Kõrgepingevooluring on järgmine: süütepooli *18* sekundaarmähis *17* — jagaja pöörlev elektrood *10* — jagaja liikumatu kontakt *9* — süüteküünla juhe — süüteküünal *8* — mass — akupatarei *7* positiivne klemm — akupatarei negatiivne klemm — starteri *2* lüliti klemmi juhe *1* — ampermeeter *24* — süütelukk *23* — juhe *22* süütepooli *18* klemmilt — variaator *20* — primaarmähis *19* — sekundaarmähise *17* teine ots.

Lahutatud kontaktide puhul tekkiv omainduktsiooni elektromotoorne jõud primaarmähises püüab takistada voolu ja magnetvoo kadumist primaarvooluringis ning tekitades kontaktide vahel sädeme, põhjustab nende oksüdeerumist (ärapõlemist). Et seda kahjulikku mõju vähendada, on katkesti kontaktidega paralleelselt lülitatud kondensaator, mis lahutatud kontaktide puhul laetakse omainduktsioonivooluga, tema tühjenemisvool läbib aga primaarmähise vastupidises suunas, kiirendades magnetvoo kadumist ja suurendades sekundaarmähise elektromotoorset jõudu; samal ajal aga väheneb ka kontaktide sädelemine. Seejuures on eeltingimuseks, et katkesti kontaktidega oleks ühendatud vastava mahtuvusega kondensaator.

§ 2. Mitmesuguste tegurite mõju sekundaarmähise elektromotoorsele jõule

Süütepooli *18* sekundaarmähises indutseeritava elektromotoorse jõu suurusele avaldab mõju primaarvoolu suurus, ülekandetegur (s. o. primaar- ja sekundaarmähise keerdude suhe), primaarmähise induktiivsus, kondensaatori mahtuvus ja primaarvooluringi mahtuvus.

Sekundaarmähise pinge suureneb võrdeliselt primaarvoolu tugevusele, mille suurus on 1,5—2,5 A. Voolu tugevnemisega primaarvooluringis suu-

* Siin kui ka edaspidi käsitletakse vooluringe nii, et generaatori positiivne hari või akupatarei positiivne poolus on ühendatud massiga. Arvestada tuleb, et alates 1961. aastast väljalastavatel autodel on massiga ühendatud akupatarei (või generaatori) negatiivne poolus. Sellisel juhul kujunevad vooluringide skeemid vastupidiseks.

reneb primaarmähise poolt tekitatav magnetvoog ja järelikult ka sekundaarmähise omainduktsioonivool.

Mida suurem on ülekandetegur ja primaarmähise induktiivsus, seda suurem on sekundaarmähises indutseeritav elektromotoorne jõud. Primaarmähise induktiivsus on aga seda suurem, mida rohkem on mähises keerde ja mida pikem on selle südamik.

Kondensaatori mahtuvuse suurendamisel väheneb sekundaarmähise maksimaalne pinge. Tingitud on see sellest, et suurema mahtuvusega kondensaatori laadimise ja tühjenemise aeg pikeneb, mis aeglustab südamiku lahtimagneetimist ja järelikult vähendab sekundaarmähise elektromotoorset jõudu. Liiga väikese mahtuvusega kondensaatori puhul suureneb kontaktide sädelemine nende avanemisel, aeglustub voolu kadumine primaarmähises, koos sellega aga väheneb sekundaarmähise elektromotoorne jõud. Kontaktide sädelemine on minimaalne ja sekundaarmähise pinge maksimaalne, kui kondensaatori mahtuvus on 0,17—0,28 mikrofaradit (μF).

Sekundaarmähises indutseeritavale elektromotoorse jõu suurusele avaldab mõju ka kontaktide avanemise kiirus ja nendevahelise pilu suurus, sest sellest oleneb primaarmähise voolu poolt tekitatava magnetvoo kadumise kiirus. Kontaktide sulgemisel taastub primaarmähise magnetvoog ja tekib omainduktsiooni elektromotoorne jõud, mis on suunatud akupatarei voolule vastu ja mis pidurdab voolu kasvamist primaarvooluringis. Mida suurem on mootori pöörlemiskiirus, seda rohkem kordi peavad kontaktid ajaühikus avanema ja sulguma ning seda lühem on kontaktide suletud seisu aeg. Kuna primaarvooluringis on voolu kasvamiseks maksimaalväärtuseni tarvis teatud ajavahemik (umbes 0,02 sek.), siis mootori teatud pöörlemiskiiruse puhul ei saavuta primaarvool oma maksimaalväärtust ja pinge sekundaarmähises väheneb.

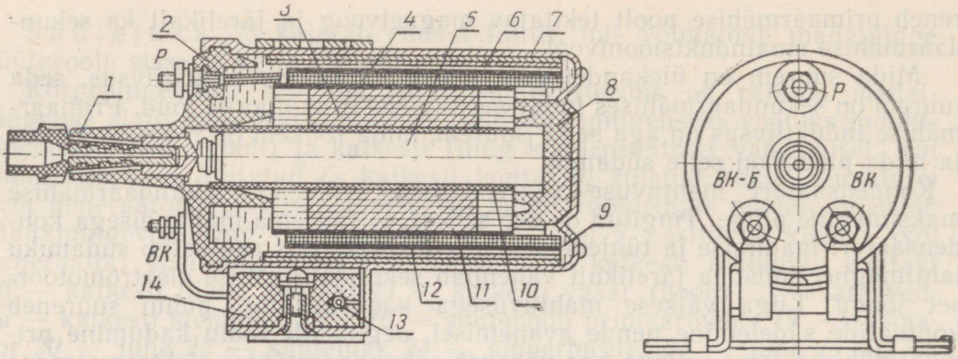
Et mootori suurtel pööretel pingelangu sekundaarvooluringis vähendada, kasutatakse muudetavaid lisatakisteid — variaatoreid. Variaator lülitatakse primaarvooluringi. Variaator valmistatakse vähe süsinikku sisaldavast terasest, mille takistus suureneb kuumenemisel; kuumenemine aga oleneb läbivast voolust. Voolu suurenemisel 1—3,5 A kasvab variaatori takistus 1,4—4,6Ω.

Kui mootor töötab väikestel pööretel, püsivad kontaktid küllaltki kaua suletuna. Seetõttu läbib primaarvooluahelat tugevam vool, mis kuumutab lisatakistit ja seega suureneb primaarvooluringi takistus. Tänu sellele jääb vool primaarmähises teatud piiridesse ning süütepooli kuumenemine ja kontaktide sädelemine väheneb, s. o. variaator töötab süütepooli ja kontaktide kaitsmena. Mootori pöörlemiskiiruse suurendamisel toimub vastupidine nähtus: variaatori ja kogu primaarvooluringi takistus väheneb, mis võimaldab voolu kogu vooluringis hoida stabiilsena ning järelikult vältida pinge langust sekundaarvooluringis ja hoida pinge töösegu kindlaks süütamiseks vajalikes piirides.

§ 3. Süütepooli Б-1 ehitus

Süütepool Б-1 (joon. 215) on ette nähtud autodele, mille elektriseadmete nimipinge on 12 V. Pehmest lehtterasest südamikule *5* on asetatud papptoru *10*, millele on mähitud sekundaarmähis *3*. Viimase takistus on 3880 Ω. Sekundaarmähisele on asetatud toru *11* primaarmähisega *4*, mille takistus on 1,95 Ω.

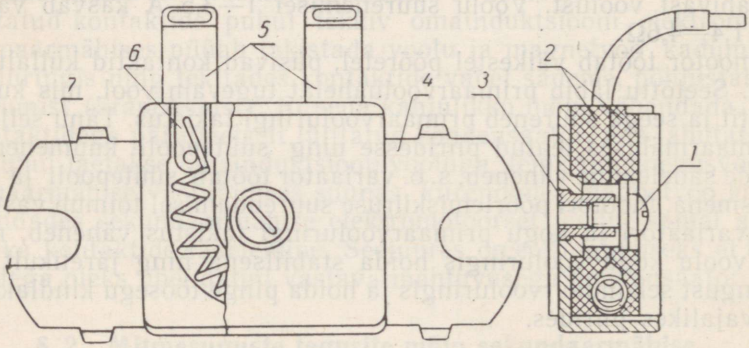
Pooli korpuse *7* ja primaarmähise *4* vahele on asetatud rõngataoline magnetijuhe *6*, mis on valmistatud neljast pehmeterase lehest ja mis suurendab primaarmähise magnetvoogu. Mähised, portselanisolaator *8* ja karboliitkaas *1* on paigutatud teraskorpusesse *7* ning üle valatud bituumeniga. Pooli kaanel on väljaviiguklemm *P*, mille külge ühendatakse kat-



Joon. 215. Süütepool Б-1:
1 — karboliitkaas; *2* — keraamiline isolaator; *3* — sekundaarmähis; *4* — primaarmähis; *5* — südamik; *6* — magnetjuhe; *7* — korpus; *8* — portselanisolaator; *9* — bituumen; *10* — papptoru; *11* — toru; *12* — kaablipaber; *13* — variaator; *14* — portselanisolaator.

kesti juhe ning kontakt kõrgepingejuhtme jaoks. Eraldi portselanisolaatorile on paigutatud muutuv lisatakisti (variaator).

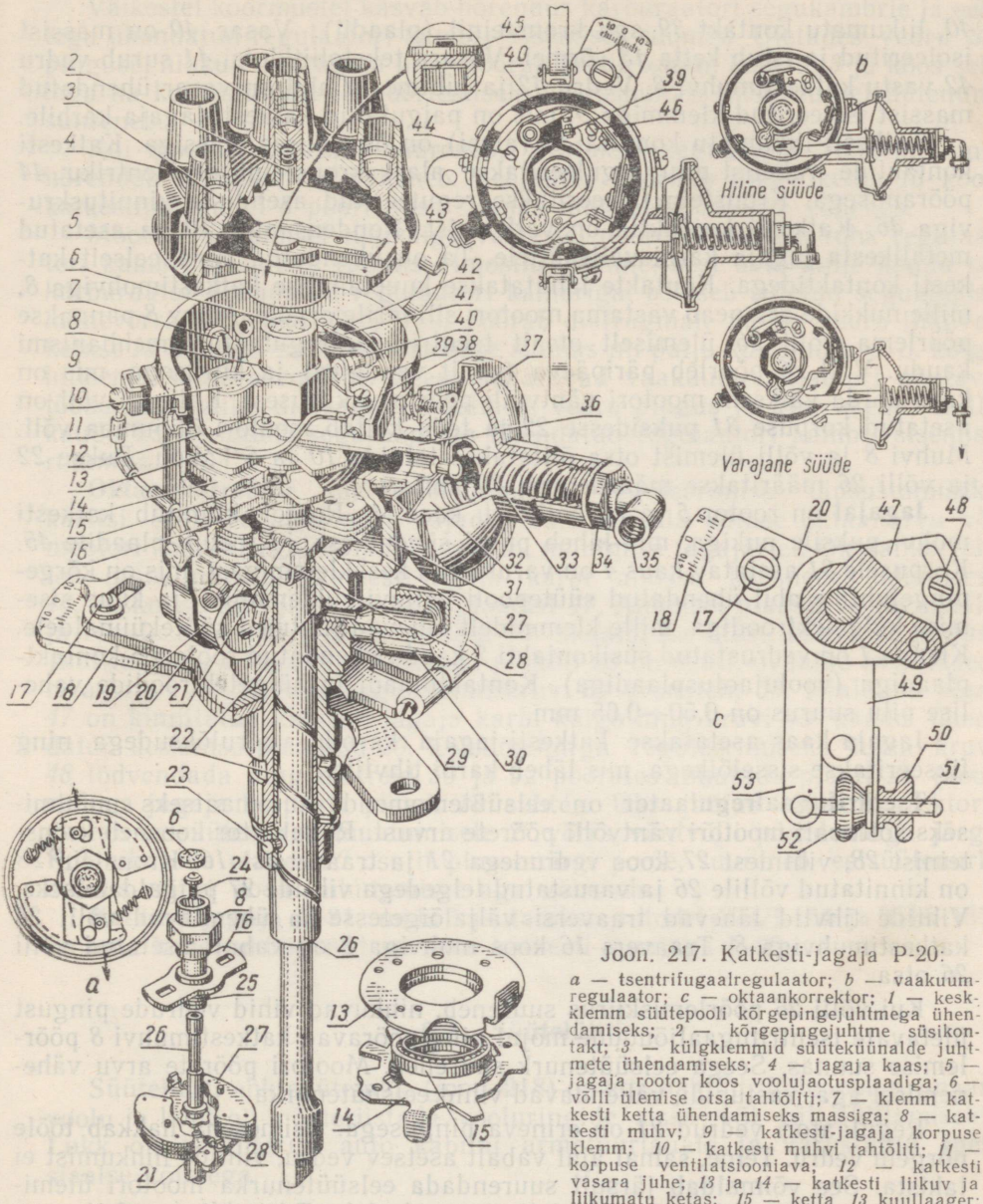
Variaator (joon. 216) koosneb hoidjatest *7* ja *4*, kahest poolest kokku pandud keraamilisest isolaatorist, muutuva lisatakistuse spiraalist *6*, millel on väljaviigud *5* ja pingutuspuks *3* koos kruviga *1*. Variaatori kinnitamisel asetatakse hoidjate *7* ja *4* painutatud nukid süütepooli kinnitusklambri alla. Variaatori terasjuhtme takistus on 1,25—1,40 Ω temperatuuril 20°. Mootori käivitamisel on primaarvooluringi takistuse suurendamine kahjulik, sest starter vajab suurt voolu. Seetõttu lülitatakse starteri nupule vajutamisel variaator automaatselt välja (lühistatakse). Selleks on süütepooli karboliitkaanel spetsiaalsed klemmid ВК ja ВК-Б (joon. 215).



Joon. 216. Variaator:
1 — kruvi; *2* — keraamiline isolaator; *3* — pingutuspuks; *4* ja *7* — hoidjad; *5* — väljaviigud; *6* — lisatakisti spiraal.

§ 4. Katkesti-jagaja P-20 ehitus

Katkesti-jagaja P-20 (joon. 217) on paigutatud autodele ГАЗ-51А ja ГАЗ-63. Ta koosneb madalpingevoolu katkestist, kondensaatorist, kõrgepingevoolu jagajast, tsentrifugaal- ja vaakuumregulaatorist ning oktaankorrektorist.



Joon. 217. Katkesti-jagaja P-20:

a — tsentrifugaalregulaator; *b* — vaakuumregulaator; *c* — oktaankorrektor; *1* — keskklemm süütepooli kõrgepingejuhtmega ühendamiseks; *2* — kõrgepingejuhtme süsikontakt; *3* — külgklemmid süüteküünalde juhtmete ühendamiseks; *4* — jagaja kaas; *5* — jagaja rootor koos voolujaotusplaadiga; *6* — võlli ülemise otsa tahtõliti; *7* — klemm katkesti ketta ühendamiseks massiga; *8* — katkesti muhv; *9* — katkesti-jagaja korpuse klemm; *10* — katkesti muhvi tahtõliti; *11* — korpuse ventilatsiooniava; *12* — katkesti vasara juhe; *13* ja *14* — katkesti liikuv ja liikumatu ketas; *15* — ketta *13* kuullaager; *16* — eelsüüte tsentrifugaalregulaatori traavers; *17* — oktaankorrektori keskmise plaadi kinnituskruvi; *18* — oktaankorrektori alumine plaat; *19* — kondensaator; *20* — oktaankorrektori keskmine plaat; *21* — tsentrifugaalregulaatori vihi vedru; *22* — katkesti-jagaja võlli puks; *23* — kinnitustihvt; *24* — katkesti muhvi pidekruvi; *25* — tsentrifugaalregulaatori traaversi vedru; *26* — katkesti-jagaja võll; *27* — eelsüüte tsentrifugaalregulaatori vihi; *28* — regulaatori vihtide kronstein; *29* — oktaankorrektori hoova pingutuskruvi; *30* — määrdetoos; *31* — katkesti-jagaja korpus; *32* — eelsüüte vaakuumregulaatori diafragma; *33* — diafragma vedru; *34* — vaakuumregulaatori korpuse kork; *35* — stutser vaakuumitoru kinnitamiseks; *36* — vaakuumregulaatori varras; *37* — vaakuumregulaatori kamber; *38* — isoleerplaat; *39* — katkesti liikumatu kontakt (massiga ühendatud); *40* — katkesti vasar koos liikuva kontaktiga (massist isoleeritud); *41* — katkesti vasara tekstoliitklots; *42* — katkesti vasara vedru; *43* — vedruklamber jagaja kaane kinnitamiseks; *44* — katkesti kontaktide vahelise pilu reguleerimise ekstsentrik; *45* — jagaja rootori pideplaat; *46* — katkesti alasi (liikumatu kontakti kronsteini) kinnituskruvi; *47* — oktaankorrektori ülemine plaat; *48* — keskmise ja ülemise plaadi ühenduskruvi; *49* ja *53* — oktaankorrektori alumise ja keskmise plaadi kronsteinid; *50* ja *52* — reguleerimismutrid; *51* — reguleerimiskruvi.

Katkesti ehitus on järgmine. Katkesti korpusse *31* on paigutatud kaks ketast: liikumatu ketas *14* ja selle kohal liikuv ketas *13*. Ketta *14* pessa on asetatud kuullaager *15*, mis on liikuva ketta *13* toeks. Liikuvale kettale on paigutatud katkesti. Katkesti liikuv kontakt on õõtsuval hooval (vasaral)

40, liikumatu kontakt *39* aga kronsteinil (plaadil). Vasar *40* on massist isoleeritud ja istub ketta *13* sõrmel. Vasara tekstoliitklotsi *41* surub vedru *42* vastu katkestimuhvi *8*. Vedru *42* ja juhtme *12* abil on vasar ühendatud massist isoleeritud klemmiga *9*, mis on paigutatud katkesti-jagaja karbile.

Katkesti liikumatu kontakt *39* (alasi) on ühenduses massiga. Katkesti kontaktide vahelist pilu reguleeritakse alasi kronsteini ekstsentriku *44* pööramisega. Kronstein fikseeritakse reguleeritud asendisse kinnituskruviga *46*. Katkesti kontaktid on volframist. Kondensaator *19* on asetatud metallkesta jagaja karbi välisküljele. Ta on ühendatud paralleelselt katkesti kontaktidega. Kontakte lahutatakse kuuetahulise katkestimuhviga *8*, mille nukkide arv peab vastama mootori silindrite arvule. Muhv *8* pannakse pöörlema võlli *26* ülemiselt otsalt tsentrifugaalregulaatori mehhanismi kaudu. Võll *26* pöörleb päripäeva (pealt vaadates) ja kiirusega, mis on kaks korda väiksem mootori väntvõlli pöörlemiskiirusest. Katkesti võll on asetatud korpuse *31* puksidesse *22* ja teda käitab mootori õlipumba võll. Muhvi *8* ja võlli ülemist otsa õlitatakse tahtide *10* ja *6* kaudu. Pukse *22* ja võlli *26* määritakse määrdetoosi *30* abil.

Jagajal on rootor *5* ja karboliidist kaas *4*. Rootor kinnitub katkesti muhvi puksile nukiga, mis läheb puksi süvendisse, ja toetub plaadile *45*. Korpusele *31* asetatav kaas *4* on varustatud keskklemmiga *1*, mis on kõrgepingejuhtme abil ühendatud süütepooli väljaviiguklemmiga, ja kuue sisemise külgelektroodiga, mille klemmidelt lähevad juhtmed süüteküünaldele. Klemm *1* on vedrustatud süsikontakti *2* kaudu ühendatud rootori *5* kontaktplaadiga (voolujaotusplaadiga). Kontaktplaadi ja külgelektroodide vahelise pilu suurus on 0,50—0,65 mm.

Jagaja kaas asetatakse katkesti-jagaja karbile vedrulõksudega ning fikseeritakse sisselõikega, mis läheb karbi tihvtile.

Tsentrifugaalregulaator on eelsüütemomendi automaatseks muutmiseks sõltuvalt mootori väntvõlli pöörete arvust. Regulaator koosneb kronsteinist *28*, vihtidest *27* koos vedrudega *21* ja traaversist *16*. Kronstein *28* on kinnitatud võllile *26* ja varustatud telgedega vihtide *27* paigaldamiseks. Vihtide tihvtid lähevad traaversi väljalõigetesse ja ühendavad võlli *26* katkestimuhviga *8*. Traavers *16* koos muhviga *8* on vabalt asetatud võlli *26* otsa.

Kui võlli *26* pöörlemiskiirus suureneb, nihkuvad vihid vedrude pingust ületavate tsentrifugaaljõudude mõjul ning pööravad katkestimuhvi *8* pöörlemise suunas. Seega eelsüütenurk suureneb. Mootori pöörete arvu vähenemisel aga, vastupidi, vähendavad vihid eelsüütenurka.

Regulaatori vedrud *21* on erineva pingusega. Esimesena hakkab tööle nõrgem vedru. Teine, samal ajal vabalt asetsev vedru, vihtide nihkumist ei takista. See võimaldab järsult suurendada eelsüütenurka mootori üleminekumomendil väikestelt pööretelt normaalsetele. Edaspidi aga, kui mootori pöörded suurenevad, mõjuvad mõlemad vedrud üheaegselt. Tsentrifugaalregulaator muudab eelsüütenurka 0° kuni 26° väntvõlli pöörlemiskiiruse 600—3600 p/min piirides.

Vaakuumregulaator muudab eelsüütenurka automaatselt sõltuvalt mootori koormusest. Ta koosneb kambrist *37*, diafragmast *32*, selle vardast *36* ja vedrust *33*. Diafragma jaotab kambri kaheks ruumiks. Sisemine ruum on toru kaudu ühendatud mootori sisselasketoruga pärast karburaatori seguklappi, välimine ruum aga atmosfääriga.

Diafragmale mõjub alarõhk, mis sõltub seguklapi avamise määrast, seega järelikult mootori koormusest. Atmosfäärirõhu ja karburaatori segukambris tekkiva alarõhu vahe tõttu paindub diafragma, mida püüab takistada vedru *33*. Diafragma on varda *36* kaudu ühendatud katkesti liikuva ketta *13* sõrmega. Regulaator on kinnitatud katkesti-jagaja karbi küljele kahe kruviga.

Väikestel koormustel kasvab hõrendus karburaatori segukambris ja sellega ühendatud regulaatori kambri sisemises ruumis. Ületades vedru *33* pinguse, nihkub diafragma ning pöörab varda kaudu ketast *13* ja koos sellega ka katkestimuhvi *8* pöörlemisele vastusuunas, mistõttu eelsüütenurk suureneb.

Kui mootori koormus suureneb, avatakse seguklappi rohkem ning hõrendus segukambris väheneb. Seejuures pöördub liikuv ketas *13* koos katkestiga muhvi *8* pöörlemise suunas ning eelsüütenurk väheneb.

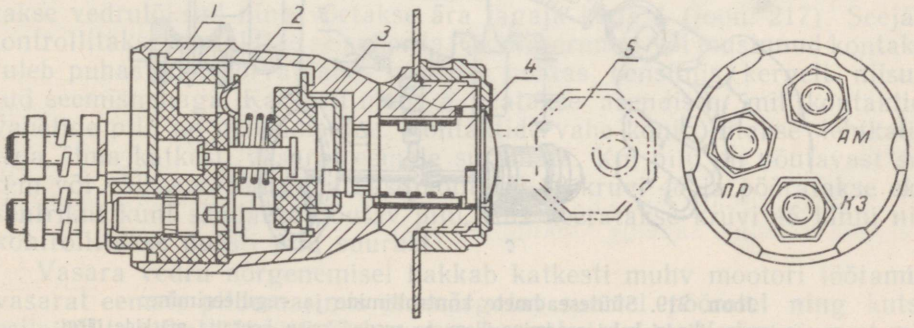
Mootori töötamisel tühikäigu väikestel pööretel läheneb rõhk regulaatori kambri sisemises ruumis atmosfäärirõhule, sest ava, mille kaudu on karburaator ühendatud regulaatori kambriga, asetseb suletud seguklapist mõnevõrra kõrgemal. Seepärast pöörab diafragmale mõjuv vedru liikuvat ketast *13* katkesti muhvi pöörlemise suunas nii palju kui annab, s. o. kõige hilisema süüte asendisse. Seega määravad vaakuumregulaatori nõutava töökarakteristiku diafragma mõõtmed, vedru pingus ja ava asend, mille kaudu karburaatori seguruum on ühendatud regulaatori kambri sisemise ruumiga.

Oktaankorrektor on eelsüütenurga reguleerimise täpsustamiseks käsitsi. Selle reguleerimise vajadus võib tekkida kütuse oktaanarvu või mootori koormusega töötamise režiimi muutmise tagajärjel. Oktaankorrektor on kinnitatud katkesti-jagaja karbi allossa koosnedes alumisest *18*, keskmisest *20* ja pealmisest plaadist *47*. Alumisel plaadil *18* on skaala ja reguleerimismutri tugikronstein *49*. Skaalal on üldse kaksteist jaotust (nulljaotusega keskel). Keskmisel plaadil *20* on osuti, ovaalne ava fikseeriva kruvi *17* jaoks ja reguleerimiskruvi *51* kronstein *53*. Pealmine plaat *47* on kinnitatud katkesti-jagaja karbi külge ning kruvi *48* kaudu ühendatud keskmise plaadiga *20*. Eelsüütenurga reguleerimiseks tuleb kruvi *48* lõdvendada ning mutreid *50* ja *52* pöörates nihutada plaati *20* (koos sellega jagaja korpust) plaadi *18* suhtes. Üks jaotus oktaankorrektoril vastab eelsüütenurga muutumisele 2° võrra väntvõlli pöördenurga järgi. Kui nihutada plaadi *20* osutit pluss-märgi poole, suureneb eelsüütenurk, miinus-märgi poole nihutamisel aga väheneb.

Katkesti-jagaja P-21, mida kasutatakse autodel ЗИЛ-164 ja ЗИЛ-157, on oma konstruktsioonilt sarnane katkesti-jagajaga P-20.

§ 5. Süütelüliti

Süütelüliti ehk süütelukk (joon. 218) on ette nähtud süütepooli primaarvoolu ja kontroll-mõõteriistade vooluringide sisse- või väljalülitamiseks. Lukk on paigutatud auto kabiini armatuurlauale ja varustatud spetsiaalse võtmega.



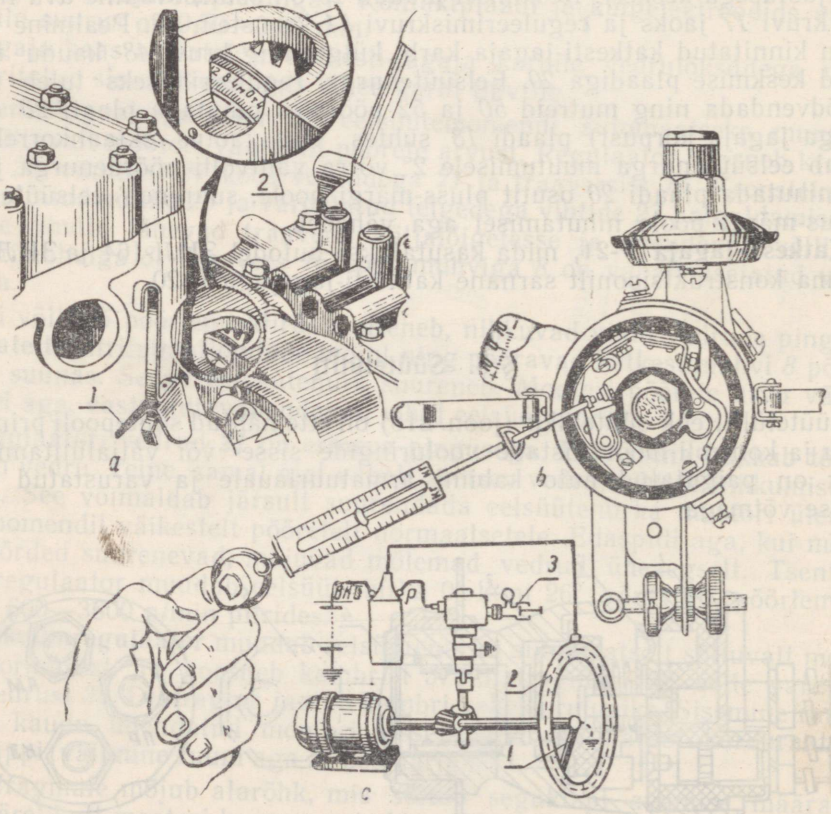
Joon. 218. Süütelüliti:
1 — korpus; *2* — kontaktplaat; *3* — kaasavedaja; *4* — lukustussilinder; *5* — võti.

Süütelüliti koosneb korpusest *1*, lukustussilindrist *4*, kaasavedajast *3*, kontaktplaadist *2* ja kolmest klemmist. Klemmi *AM* (ampermeeter) külge ühendatakse juhe valgustuse pealüliti klemmilt (joon. 239). Klemmiga *КЗ* (süütepool) ühendatakse juhe kaitsmete plokilt ja samuti süütepooli klemm *ВК-Б*.

Süüte sisselülitamiseks tuleb võtit keerata paremale. Seejuures pöörab lukustussilinder kaasavedaja kaudu kontakt-plaati ning ühendab toiteklemmi *AM* klemmidega *КЗ* ja *ПР* (kontrollriistad). Süüte väljalülitamisel on juhe, mis ühendab süütelukku süütepooliga, ühenduses massiga ning vool klemme *КЗ* ja *ПР* ei läbi.

§ 6. Patareisüüte seadmine

Autodel ГАЗ-51А ja ГАЗ-63 toimub süüte seadmine järgmiselt. Kontrollitakse katkesti kontaktide vahelist pilu. Võetakse ära siduri karteri vaateava kaas *1* (joon. 219), keeratakse välja esimese silindri süüteküünal ja pööratakse väntvõlli kuni esimeses silindris algab survetakt. Jätkatakse aeglaselt väntvõlli pööramist, kuni hooratta hammasvöösse pressitud kuul ühtib siduri karterile kinnitatud osutiga. Sel juhul asetseb esimese silindri kolb ülemises surnud seisus. Edasi võetakse lahti vaakuumregulaatori toru. Jagaja rootori kontaktplaat seatakse elektroodi kohale, mis on juhtme kaudu ühendatud esimese silindri küünlaga. Relee-regulaatori klemmilt



Joon. 219. Süüteseadmete kontrollimine ja reguleerimine:

а — esimese silindri kolvi seadmine ülemisse surnud seisu hooratta märkide järgi; *1* — vaateluugi kaas; *2* — sidurikarter; *б* — katkesti vasara vedru pinguse kontrollimine; *в* — katkesti-jagaja kontrollimine sädeme tekkimise momendi järgi; *1* — pöörlev sädelahendi; *2* — skaala; *3* — vaakuumpump.

Б (patarei) lahti võetud kapotialuse lambi juhtme ots ühendatakse jagaja madalpingeklemmiga. Kapotialuse lambi lüliti asetatakse sisselülitatud asendisse. Oktaankorrektori osuti seatakse skaalal nulljaotusele. Lõdvendatakse plaadi *47* (joon. 217) kruvi *48*. Lülitatakse sisse süüde ja pööratakse jagaja karpi päripäeva 5—10° nii, et katkesti kontaktid oleksid suletud. Siis pööratakse jagaja karpi vastupäeva selle momendini, kus katkesti kontaktid hakkavad avanema. Sel momendil peab kapotialune lamp süttima. Siis keeratakse kinni plaadi *47* kruvi *48*, mis takistab jagaja karbi kohalt äranihkumist.

Lõpuks kontrollitakse, kas süüde on seatud õigesti. Kapotialuse lambi süttimismoment peab vastama esimese silindri kolvi asendile survetakti lõpul.

Kui kapotialuse lambi süttimismoment ei ühti momendiga, kus hooratta hammasvööl olev kuul asetseb osuti kohal, tuleb kasutada oktaankorrektorit. Selleks asetatakse hooratta kuul täpselt karteril oleva osuti kohale survetakti ajal esimeses silindris. Nüüd keeratakse oktaankorrektori abil katkesti-jagaja karpi kuni kontaktide lahutamise alguse momendini, mis määratakse kindlaks kapotialuse lambi süttimise järgi. Juhul kui seejuures on oktaankorrektori osutit tarvis nihutada rohkem kui kahe jaotuse võrra nulljaotusest kõrvale, tuleb süüte seadmist korrata.

Kui kirjeldatud operatsioonid on tehtud, ühendatakse vaakuumregulaatori toru ning pannakse kohale ja kinnitatakse jagaja kaas. Siis kontrollitakse, kas juhtmed on ühendatud süüteküünaldega vastavalt mootori tööjärjekorrale. Asetatakse kohale vaateava kaas. Kapotialuse lambi juhe ühendatakse relee-regulaatori klemmiga *Б*.

§ 7. Patareisüütesüsteemi rikked ja hooldamine

Patareisüüteseadmete hooldamine seisab nende puhastamises mustusest ja tolmust, hoolikas välises ülevaatuses ning võimalike vigastuste väljaselgitamises, juhtmete kontrollimises ja katkesti-jagaja õlitamises.

Patareisüüteseadmete peamised rikked on järgmised: katkesti kontaktide pinna ärapõlemine, kontaktide vahe liigne suurenemine või vähenemine, katkesti vasara vedru elastsuse vähenemine, katkestimuhvi kantide kulumine, tsentrifugaalregulaatori vihtide vedrude nõrgenemine, vaakuumregulaatori diafragma vedru nõrgenemine või diafragma vigastumine.

Oksüdeerunud kontaktid puhastatakse sametviili või abrasiivplaadiga. Kontaktid peavad ka pärast puhastamist jääma paralleelseks ning liibuma teineteise vastu täis pinnaga. Kontaktidevahelise pilu muutumisel tuleb see normaalseks (0,35—0,45 mm) reguleerida.

Katkesti kontaktide reguleerimine toimub järgmiselt. Esmalt vabastatakse vedrulõksud ning võetakse ära jagaja kaas *4* (joon. 217). Seejärel kontrollitakse kontaktide seisukorda. Oksüdeerunud või mustunud kontaktid tuleb puhastada, kõrvaldades mustuse puhtas bensiinis kergelt niisutatud seemisnahaga. Katkesti muhv *8* seatakse asendisse, mil kontaktidevaheline pilu on maksimaalne. Kontaktide vahe kontrollitakse lehtkaliibriga, ilma katkesti vasarat eemale surumata. Kui pilu on nõutavast suurem või väiksem, lõdvendatakse kontakti *39* kruvi *46* ja pööratakse ekstsentrikut kuni saadakse nõutav pilu. Siis keeratakse kruvi *46* kinni ning kontrollitakse uuesti pilu suurust.

Vasara vedru nõrgenemisel hakkab katkesti muhv mootori töötamisel vasarat eemale pilduma, mis on märgatav suurtel pööretel ning kutsub esile süüte vahelejätmisi. Kulunud vedru vahetatakse. Vedru pingust mõõdetakse vedrudünamomeetriga (joon. 219, *b*). Katkesti-jagaja P-20 vedru pingus peab olema 400—600 g.

Katkesti muhvi kulumisel jätab mootor töötamisel vahele. Säärane muhv tuleb vahetada.

Kui tsentrifugaalregulaatori vihtide vedrud on nõrgenenud, suureneb eelsüütenurk väikestel ja keskmistel pööretel. Selle tagajärjeks on kütuse ülekulu. Rikke kõrvaldamiseks tuleb vedru asendada uuega.

Vaakuumregulaatori difragma vedru nõrgenemine põhjustab eelsüütenurga suurenemist mootori kõigil töörežiimidel (välja arvatud täiskoormusel). Tagajärjeks on mootori ökonoomsuse vähenemine. Rikkis vedru vahetatakse.

Vaakuumregulaatori diafragma rikke korral mootori eelsüütenurk ei muutu. Sellisel juhul tuleb diafragma vahetada.

Kontaktplaadi ja elektroodide pinna ärapõlemisel muutub nende vaheline radiaalpilu suureks, mis põhjustab süüte vahelejätmisi. Pragunenud kaas või rootor, samuti kulunud rootor vahetatakse. Vähesel määral põlenud elektroodid ja kontaktplaat puhastatakse bensiinis niisutatud lapiga.

Jagaja kaanes oleva süsikontakti kulumisel või selle vedru nõrgenemisel, samuti kaane pesas oleva elektroodi sisepinna põlemisel või korrodeerumisel hakkab mootor töötamisel süüdet vahele jätma. Kõrgepingejuhtmete ebatihe ist võib tekitada liigseid sädevahesid kõrgepinge vooluringis ning rikkuda süütepooli ja kondensaatori. Sellisel juhul tuleb juhtme vetruv otsik puhastada ja täielikult pessa suruda. Et juhe asetseks pesas tihedalt, tuleb juhtme klemmid laiali suruda.

Patareisüüteseadmeid kontrollitakse ja katsetatakse ekspluatatsioonis perioodiliselt. Süütepoolide kontrollimiseks ja katsetamiseks kasutatakse stendi УКИС-М-1.

Primaarmähise isolatsiooni proovipinge peab olema vähemalt 500 V. Peale selle kontrollitakse sekundaarmähise isolatsiooni tugevust ning sädemete intensiivsust ning vahelejätmiste tekkimist.

Katkesti-jagajal kontrollitakse sädeme tekkimise stabiilsust. Sädeme tekkimise kontrollimisel seatakse stendi sädevahe 7 mm. Säde peab tekkima vahelejätmisteta ja ilma katkesti kontaktide märgatava sädelemiseta. Katsetamine toimub režiimidel 300, 750 ja 1200—1400 p/min. Pöörlemiskiirusel 300 p/min peab süütepooli poolt tarbitav vool olema 3—5 A, ülejäänud režiimid aga 1—1,5 A piirides.

Eelsüüte regulaatorite tööd ja jagajate õiget tööjärjekorda kontrollitakse pöörleva sädelahendi abil. Selleks on stendi ajamivõllil spetsiaalne muhv koos pöörleva sädelahendi elektroodiga (teravikuga) *1* (joon. 219, *c*). Ajami muhvi alla on paigutatud isoleermaterjalist ketas koos skaalaga *2*, millel on klemm kõrgepingejuhtme ühendamiseks. Ajamiks on alalisvoolumootor, mis võimaldab pöörlemiskiirust suurtes piirides reguleerida. Kui katkesti-jagaja on korras, tekib pöörleva kontakti *1* ja skaala *2* vahel säde alati ühel ja samal kohal, teatava kindla nurga järel sõltuvalt katkesti muhvi nukkide arvust (90° järel, kui nukke on neli, 60° järel, kui nukke on kuus jne.). Kui sädeme tekkimine ei vasta nimetatud tingimustele, on ajamivõll, katkesti muhv või vasara vedru kulunud.

Tsentrifugaalregulaatori tööd kontrollitakse ajamivõlli pöörlemiskiiruse muutmisega jälgides sädeme tekkimise momenti ketta skaala *2* järgi. Samuti võib kontrollida vaakuumregulaatori tööd, kui sellega ühendada kontrollstendil oleva vaakuumpumba toru. Selleks tuleb tekitada regulaatori töötingimustele vastav vaakuum ning jälgida pöörleva kontakti ja skaala vahelise sädeme nihkumist.

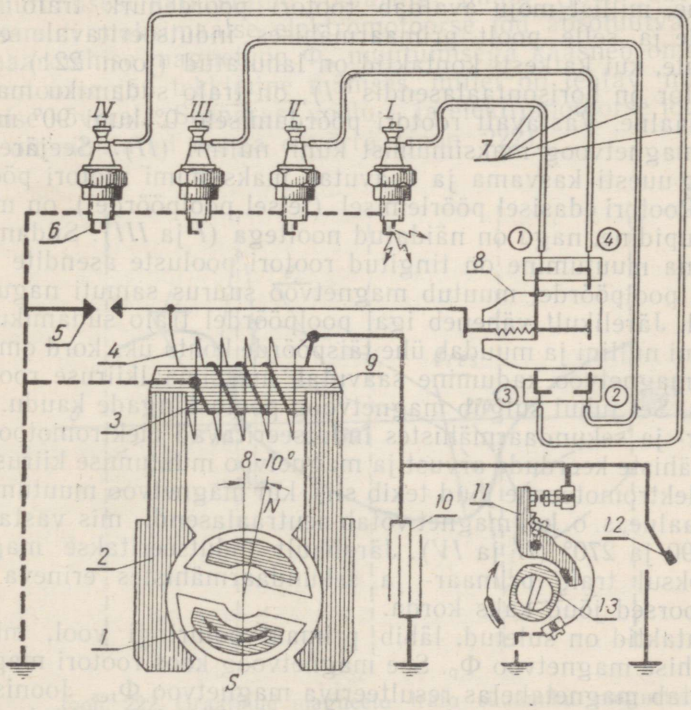
MAGNEETOSÜÜTESÜSTEEM

§ 1. Magneeto skeem ja töötamise põhimõte

Magneeto (joon. 220) kujutab endast magnetoelektrilist seadist, mis koosneb madalpingelisest vahelduvvoolugeneraatorist, kõrgepingetrafost ning jagajast.

Madalpingeline vahelduvvoolugeneraator koosneb magnetsüsteemist, primaarmähisest ja katkestist koos kondensaatoriga. Magnetsüsteemi kuulub pöörlev kahepoolusega püsivmagnet — rootor *1* — ja külgsambad *2* koos südamikuga *9*. Magnetsüsteemi ülesandeks on vahelduva magnetvoo tekitamine. Südamikule *9* mähitud primaarmähise *3*, katkesti *11* ja kondensaatori *10* vahendusel saadakse madalpingevool, mille poolt tekitatud magnetväli järsult muutub. Primaarmähis on paigutatud südamikule ja koosneb 150—230 keerust. Mähise üks ots on massiga ühendatud vahetult, teine ots aga katkesti *11* kontaktide kaudu. Katkesti kontaktid lahutatakse nukkmuhviga *13*, mis on kinnitatud magnetrootori võllile. Katkesti kontaktidega paralleelselt on lülitatud kondensaator *10*.

Kõrgepingetrafo kujutab endast suure keerdude arvuga (11 000—13 000 keerdu) mähist *4*, mis on mähitud südamikule primaarmähise peale. Sekundaarmähise üks ots on ühendatud primaarmähisega ning selle kaudu massiga, teine ots aga jagaja *8* ning juhtme *7* kaudu süüteküünla *6* keskelektroodiga.



Joon. 220. Magneeto skeem:

1 — magnetrootor; *2* — külgsammas; *3* — primaarmähis; *4* — sekundaarmähis; *5* — kaitsesädevahe; *6* — süüteküünlad; *7* — kõrgepingejuhtmed; *8* — jagaja; *9* — südamik; *10* — kondensaator; *11* — katkesti; *12* — süütelüliti; *13* — katkesti muhv.

Magnetrootori *1* pöörlemisel sulgeb tema magnetvoog külgsammaste *2* ja trafo-mähiste *3* ja *4* südamiku *9* kaudu. Magnetvoo suurus ja suund muutub rootori ühe pöörde vältel kaks korda, kusjuures primaarmähises *3* indutseeritakse elektromotoorne jõud, mis tekitab vahelduvvoolu. Primaarmähise elektromotoorse jõu suurus on kuni 15 V. Kuna magnetvoog samal ajal lõikub ka trafo sekundaarmähise *4* keerdudega, indutseeritakse selles elektromotoorne jõud kuni 1500 V. Kuid sekundaarmähise elektromotoorsest jõust ei piisa sädeme tekitamiseks süüteküünla elektroodide vahel. Primaarvoolu ringi läbiv madalpingevool tekitab aga trafo südamiku ümber tugeva magnetvälja. Momendil, kui primaarvooluringis on vool maksimaalne, lahutab pöörleva katkestimuhvi nukk *13* katkesti *11* kontaktid ja seega primaarvooluringi. Kaduv magnetvoog, lõikudes suure kiirusega sekundaarmähise keerde, indutseerib neis kõrgepingelise elektromotoorse jõu kuni 24 000 V ning süüteküünla elektroodide vahel tekib sädelahendus, mis süütab silindris töösegu. Samaaegselt elektromotoorse jõu tekkimisega sekundaarmähises, indutseeritakse primaarmähises omainduktsiooni elektromotoorne jõud, mille suurus on kuni 300 V. Selle elektromotoorse jõu mõjul laetakse kondensaator, mistõttu väheneb kontaktide sädelemine ning kiireneb primaarmähises voolu ning selle poolt tekitatud magnetvälja kadumine, kusjuures ühtlasi suureneb elektromotoorne jõud sekundaarmähises.

Et vältida läbilööke sekundaarmähises, kui selles pinge mähise rikke tõttu peaks ülemääraselt tõusma, on ette nähtud kaitsesädevahe *5*.

Süüte väljalülitamiseks on lüliti *12*, mis lühistab primaarmähise massiga ja juhib voolu katkestist mööda.

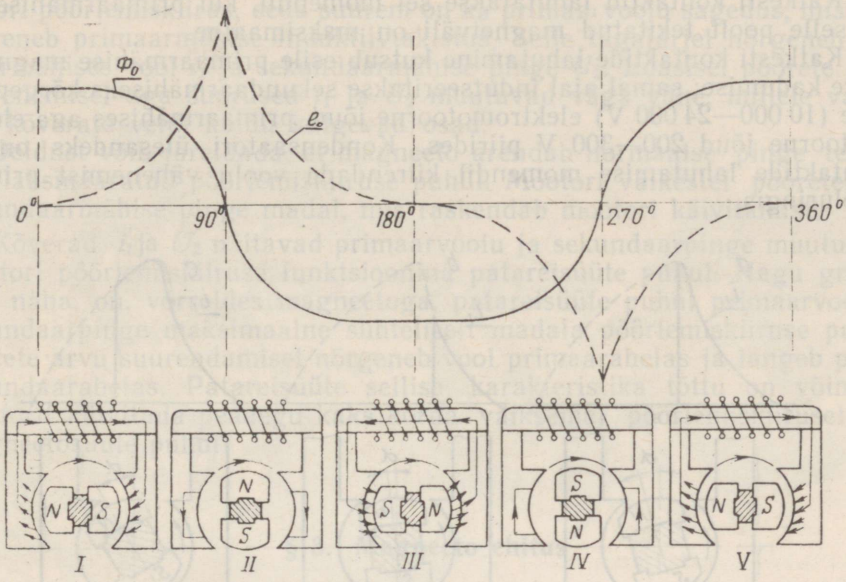
§ 2. Magneeto tööprotsess ja karakteristikud

Vaatleme, millist mõju avaldab rootori pöördenurk trafo südamiku magnetvoole ja selle poolt primaarmähises indutseeritavale elektromotoorsele jõule, kui katkesti kontaktid on lahutatud (joon. 221).

Kui rootor on horisontaalasendis (*I*), on trafo südamiku magnetvoog Φ_0 maksimaalne. Vastavalt rootori pöördumisele 0° kuni 90° muutub ka südamiku magnetvoog maksimumist kuni nullini (*II*). Seejärel hakkab magnetvoog uuesti kasvama ja saavutab maksimumi rootori pöördumisel 180° (*III*). Rootori edasisel pöörlemisel (teisel poolpöördel) on magnetvoo suund vastupidine, nagu on näidatud nooltega (*I* ja *III*). Südamiku magnetvoo suuna muutumine on tingitud rootori pooluste asendite muutumisest. Teisel poolpöördel muutub magnetvoo suurus samuti nagu esimesel poolpöördel. Järelikult väheneb igal poolpöördel trafo südamiku magnetvoog Φ_0 kuni nullini ja muudab ühe täispöörde kohta üks kord oma suunda. Südamiku magnetvoo kadumine saavutab maksimaalkiiruse rootori neutraalasendis. Sel juhul sulgub magnetvoog pooluskingade kaudu.

Primaar- ja sekundaarmähistes indutseeritavad elektromotoorsed jõud sõltuvad mähiste keerdude arvust ja magnetvoo muutumise kiirusest. Maksimaalne elektromotoorne jõud tekib siis, kui magnetvoo muutumise kiirus on maksimaalne, s. o. kui magnet võtab neutraalasendi, mis vastab pöördenurkadele 90 ja 270° (*II* ja *IV*). Järelikult indutseeritakse magneti ühe pöörde jooksul trafo primaar- ja sekundaarmähistes erineva suunaga elektromotoorsed jõud kaks korda.

Kui kontaktid on suletud, läbib primaarvooluringi vool, mis tekitab primaarmähise magnetvoo Φ_p. See magnetvoog koos rootori magnetvooga Φ_0 moodustab magnetahelas resulteeriva magnetvoo Φ_{res}. Joonisel 222 on toodud resulteeriva magnetvoo Φ_{res}, selle poolt indutseeritud elektromotoorse jõu e_1 ja lühistatud primaarvooluringi voolu i_1 muutumise graafikud sõltuvalt magneti pöördenurgast. Nagu graafikutest on näha, erineb Φ_{res} ja indutseeritud elektromotoorse jõu muutumise seadus nende suu-

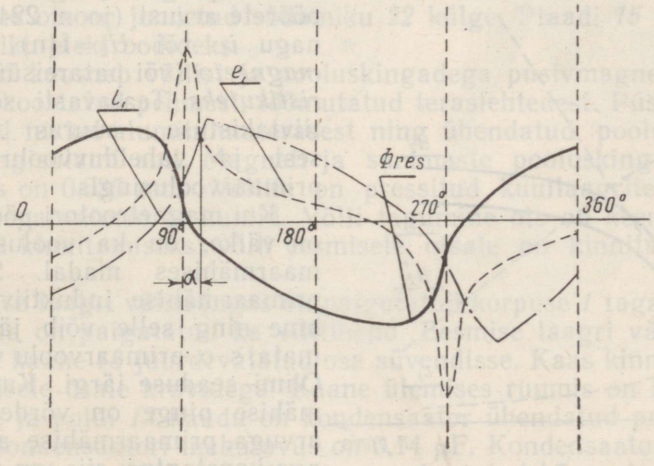


Joon. 221. Graafikud magneeto trafo südamiku magnetvoo ja selle poolt primaarmähises indutseeritud elektromotoorse jõu muutumisest magneti pöördenurga funktsioonina lahutatud primaarahela puhul:

Φ_0 — trafo südamiku magnetvoog; e — primaarmähise elektromotoorne jõud, kui kontaktid on lahutatud.

ruste muutumisest katkestatud vooluringi puhul (joon. 221). Seejuures tõuseb samuti maksimaalse elektromotoorse jõu absoluutväärtus.

Primaarmähise magnetvoo Φ_p muutumisega kaasneb omainduktsiooni elektromotoorse jõu tekkimine mähises, millel on teatav mõju voolu i_1 muutumise kõverale. Seepärast voolu i_1 ja elektromotoorse jõu maksimaalväärtus on nihutatud nurga α võrra (joon. 222).

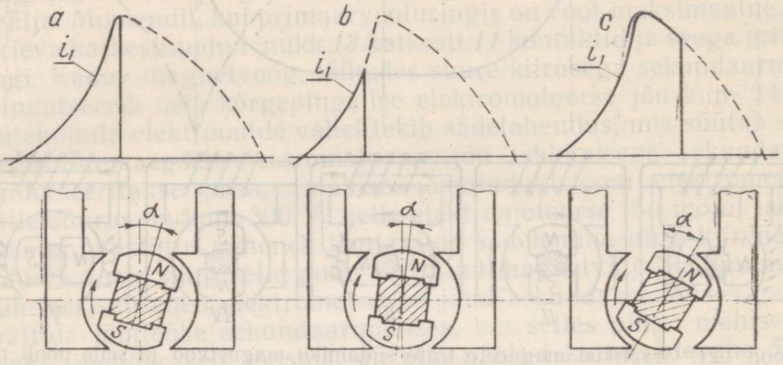


Joon. 222. Graafikud magneeto trafo südamiku magnetvoo, selle poolt indutseeritud elektromotoorse jõu ja lühistatud primaarahelas tekkiva voolu muutumisest magneti pöördenurga funktsioonina:

Φ_{res} — resulteeriv magnetvoog; e_1 — primaarahelas indutseeritud elektromotoorne jõud; i_1 — lühistatud primaarahelas tekkiv vool.

Katkesti kontaktid lahutatakse sel momendil, kui primaarmähise vool ja selle poolt tekitatud magnetväli on maksimaalne.

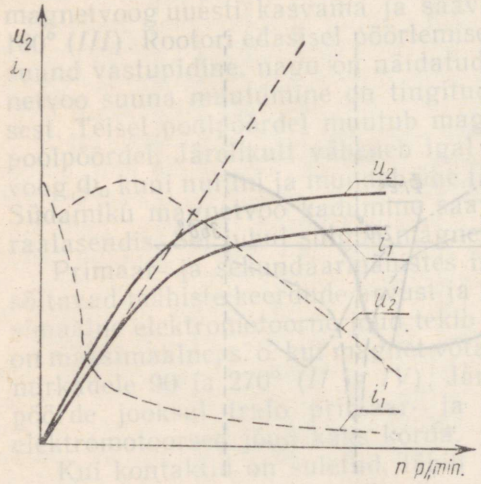
Katkesti kontaktide lahutamine kutsub esile primaarmähise magnetvoo kiire kadumise; samal ajal indutseeritakse sekundaarmähiseks kõrgepingeline (10 000—24 000 V) elektromotoorne jõud, primaarmähises aga elektromotoorne jõud 200—300 V piirides. Kondensaatori ülesandeks on aga kontaktide lahutamise momendil kiirendada voolu vähenemist primaarvooluringis.



Joon. 223. Primaarahela katkestusvoolu i_1 sõltuvus magneti asendist (katkestusmomendist):
a — õigeaegne katkestus; *b* — varajane katkestus; *c* — hiline katkestus.

Nagu võib näha jooniselt 223, *a* on voolu i_1 maksimaalväärtusel (katkesti kontaktide lahutamise momendil) magnetrootor oma vertikaalseisust nurga α võrra kõrvale kaldunud, mida nimetatakse *magneeto nihkeks*.

Et magneetot oleks võimalik õigesti kokku monteerida, on temale tehtud spetsiaalsed märgid, mille järgi saab katkesti seada nii, et selle kontaktide lahutamise moment vastaks normaalsele nihkele.



Joon. 224. Magneeto- ja patareisüüte karakteristikud:
U_2 — magneeto sekundaarahela pinge; i_1 — magneeto primaarahela vool; U_2' — patareisüüte sekundaarahela pinge; i_1' — patareisüüte primaarahela vool.

Vaatleme primaarvoolu i_1 ja sekundaarpinge U_2 sõltuvust magneti pöörete arvust (joon. 224). Kõveraid, nagu i_1 või $U_2=f(n)$, nimetatakse *magneeto* (või patareisüüte) *karakteristikuteks*. Teatavasti sõltub induktiivtakistuse suurus induktiivsusest ja vahelduvvoolu sagedusest primaarvooluringis.

Kui magnetrootori pöörlemiskiirus on väike, on ka voolusagedus primaarmähises madal. Seetõttu on primaarmähise induktiivtakistus tühine ning selle võib jätta arvestamata, s. o. primaarvoolu võib määrata Ohmi seaduse järgi. Kuna primaarmähise pinge on võrdeline pöörete arvuga, primaarmähise aktiivtakistus aga konstantne, siis on ka primaarmähise vool i_1 võrdeline magnetrootori pöörete arvuga. Magneeto karakteristiku kõveratel i_1 ja U_2 (joon. 224) vastavad sellele režiimile sirgjoonelised osad. Mida suurem on

rootori pöörlemiskiirus, seda suurem on ka primaarvoolu sagedus, mistõttu suureneb primaarmähise induktiivtakistus. Selle tagajärjel nõrgeneb primaarmähises vool i_1 ja sekundaarmähise pinge U_2. Edasisel pöörete arvu suurenemisel aga suurused i_1 ja U_2 muutuvad väga vähe, millele vastavad kõverate veidi kaldu kulgevad osad.

Öeldust võib järeldada, et magneeto arendab normaalse pinge teatud kindlaksmääratud pöörlemiskiiruse puhul. Mootori väikestel pööretel on sekundaarmähise pinge madal, mis raskendab mootori käivitamist.

Kõverad i_1 ja U_2 näitavad primaarvoolu ja sekundaarpinge muutumist mootori pöörlemiskiiruse funktsioonina patareisüüte puhul. Nagu graafikult näha, on, võrreldes magneetoga, patareisüüte puhul primaarvool ja sekundaarpinge maksimaalne suhteliselt madala pöörlemiskiiruse puhul; pöörete arvu suurendamisel nõrgeneb vool primaarahelas ja langeb pinge sekundaarahelas. Patareisüüte sellise karakteristika tõttu on võimalik mootorit käivitada peaaegu kaks korda väiksemal pöörlemiskiirusel kui magneetosüüte puhul.

§ 3. Magneeto ehitus

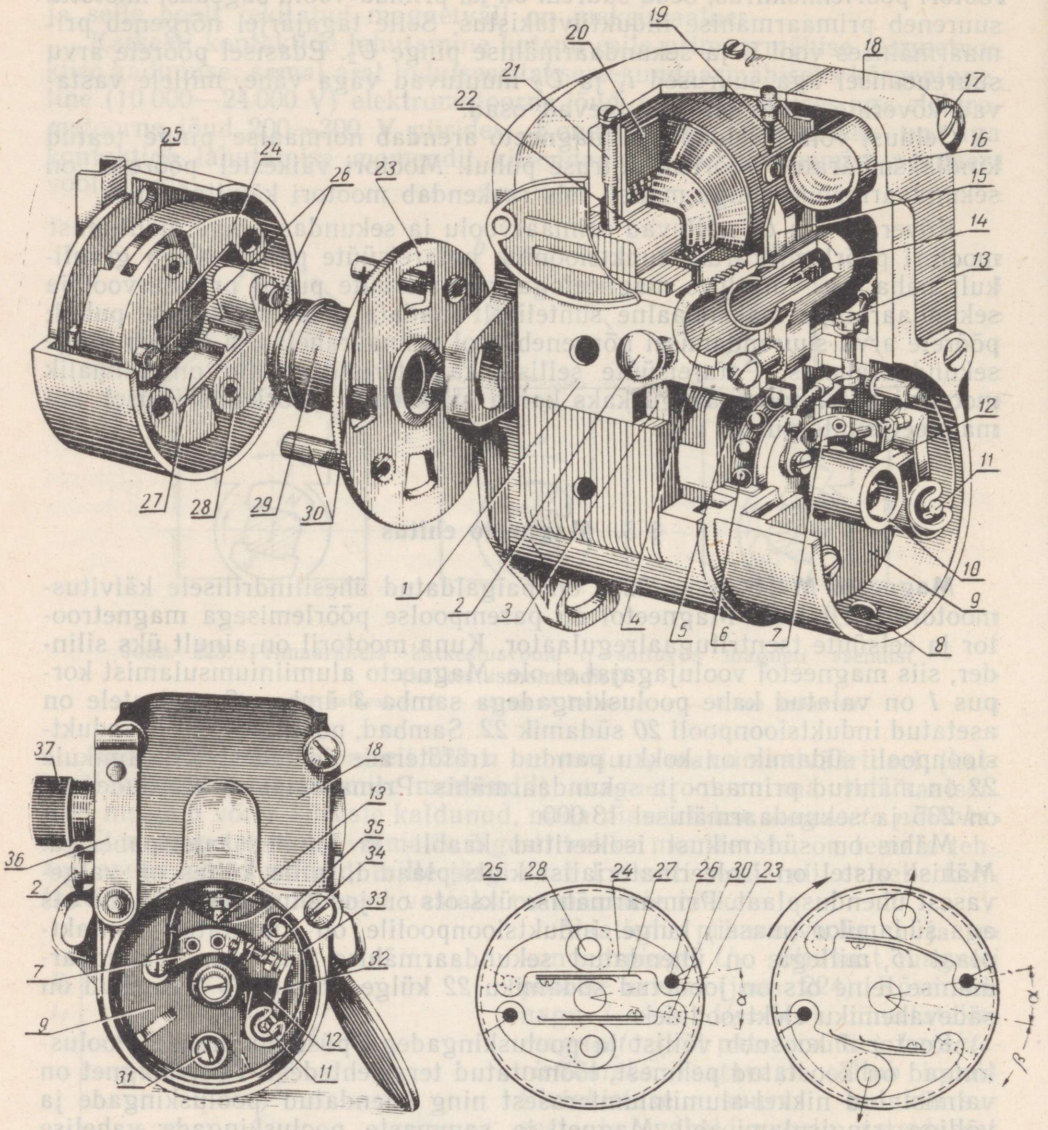
Magneeto M-24 (joon. 225) on paigaldatud ühesilindrilisele käivitusmootorile ПД-10М. Magneetol on parempoolse pöörlemisega magnetrootor ja eelsüüte tsentrifugaalregulaator. Kuna mootoril on ainult üks silinder, siis magneetol voolujagajat ei ole. Magneeto alumiiniumsulamist korpus *1* on valatud kahe pooluskingadega samba *3* ümber. Sammastele on asetatud induktsioonpooli *20* südamik *22*. Sambad, pooluskingad ja induktsioonpooli südamik on kokku pandud trafoterase lehtedest. Südamikule *22* on mähitud primaar- ja sekundaarmähis. Primaarmähise keerdude arv on 235 ja sekundaarmähisel 13 000.

Mähis on südamikust isoleeritud kaabli- ja kondensaatoripaberiga. Mähise otstel on isoleermaterjalist kaitseplaadid, mille küljes on valgevasest ühendusplaat. Primaarmähise üks ots on joodetud plaadi, teine ots aga südamiku (massi) külge. Induktsioonpoolile on kinnitatud kontaktplaat *15*, millega on ühendatud sekundaarmähise üks ots. Sekundaarmähise teine ots on joodetud südamiku *22* külge. Plaadi *15* teravikud on sädevahemiku elektroodideks.

Rootor *5* koosneb võllist ja pooluskingadega püsivmagnetist. Pooluskingad on koostatud pehmest, lõõmutatud teraslehtedest. Püsivmagnet on valmistatud nikkel-alumiiniumterasest ning ühendatud pooluskingade ja võlliga tsingisulami abil. Magneti ja sammaste pooluskingade vahelise pilu suurus on 0,035 mm. Võllile on pressitud kuullaagrite siserõngad, millel on separaatorid ja kuulid. Võlli tagumine ots on keermetatud eelsüütemuhvi kinnitamiseks; võlli eesmisele otsale on kinnitatud katkesti muhv *10*.

Tagumise laagri välisrõngas on paigutatud korpuse *1* tagaseina süvendisse. Sinna on paigutatud ka vilttihend. Eesmise laagri välisrõngas on paigutatud kaane *18* juurdevalatud osa süvendisse. Kaas kinnitatakse korpuse eesmisele osale kruvidega. Kaane ülemises ruumis on kondensaator *16*. Juhtme ja poldi *13* kaudu on kondensaator ühendatud primaarmähise ahelasse; kondensaatori mahutavus on 0,14 μF. Kondensaatorist allapoole on kinnitatud karboliitklots, millesse on paigutatud kõrgepinge väljaviigu kontakt *14*. Samas on välisküljelt sisse keeratud kõrgepingejuhtme klemmi stutser *4*. Korpuse *1* külgseinas on süüte väljalülitamise nupp *2* ning on sisse keeratud kruvi *19*, mis on sädevahe elektroodiks.

Katkesti koosneb terasplaadist *9* ning liikuvast ja liikumatust kontaktist. Plaat *9* on kinnitatud korpuse kaanele *18* kruvidega *31*. Plaat sea-



Joon. 225. Magneeto M-24:

1 — korpus; *2* — süüte väljalülitamise nupp; *3* — pooluskingadega külgsambad; *4* — klemmi stutser; *5* — rootor; *6* — eesmine kuullaager; *7* — liikumatu kontakti tugi; *8* — ventilatsiooniava; *9* — katkesti plaat; *10* — katkesti muhv; *11* — liikuva kontakti hoova telg; *12* — liikuva kontakti hoob; *13* — polt; *14* — väljaviigu kontakt; *15* — kontaktplaat; *16* — kondensaator; *17* — kinnituskruvi; *18* — korpuse kaas; *19* — sädevahe kruvi; *20* — induktsioonpool; *21* ja *31* — kruvid; *22* — südamik; *23* — veetav ketas; *24* — viht; *25* — eelsüütemuhvi vedav rõngas; *26* — vedavad sõrmed; *27* — lehtvedru; *28* — vihtide telg; *29* — veetava ketta rumm; *30* — veetavad sõrmed; *32* — kontaktiga plaat; *33* — lehtvedru; *34* — kontaktiga polt; *35* — kontramutter; *36* — vetruv plaat; *37* — kõrgepingejuhtme klemm.

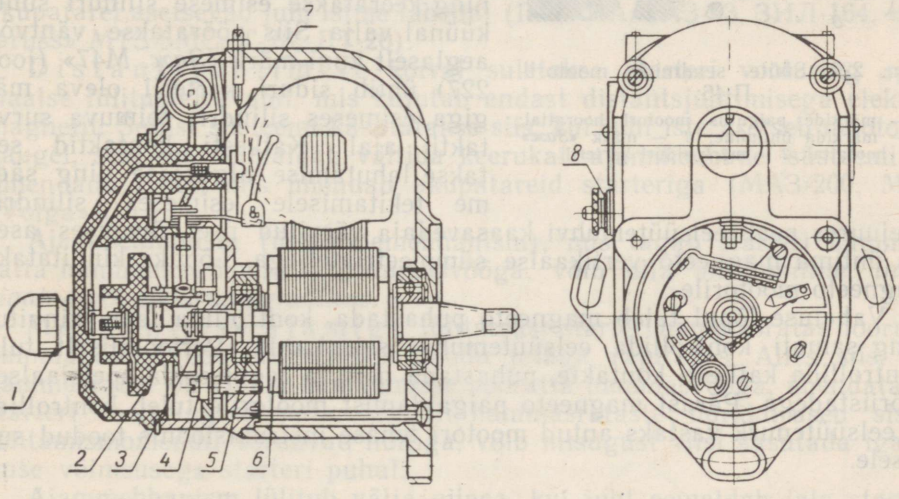
takse nii, et sellel olev kriips ühtiks kaane silindrilise süvendi pinnal oleva kriipsuga. Sel viisil saavutatakse nõutav kontaktide avanemise algmoment. Plaadile on paigutatud massist isoleeritud tugi *7*, kuhu on keeratud liikumatu kontaktiga polt *34*. Plaadile on samuti paigutatud liikuva kontakti hoova *12* telg *11*. Katkesti kontaktid on volframist. Kontaktide vahelist pilu reguleeritakse poldiga *34*.

Magneetol on tsentrifugaal-eelsüütemuhv. See koosneb vedavast rõngast *25*, veetavast kettast *23* ja lehtvedrudega *27* vihtidest *24*. Vedaval rõngal *25* on väljastpoolt kruvidega kinnitatud tagasipööratud palgedega

kaasavedaja, mis magneeto paigutamisel mootorile ühendab vedava rõnga magneeto ajami hammasrattaga. Rõnga kahele tihvtile on vabalt paigutatud vihid *24*, mis koosnevad kahest, teljega *28* omavahel šarniirselt ühendatud osast. Vihte hoiavad kaks lehtvedru *27*, milledest üks on kinnitatud vihi ühe poole ja teine vihi teise poole külge. Veetav ketas *23* on kiilu ja mutri abil kinnitatud magneeto rootori võlli otsa ning tal on kaks sõrme *30*, mis asetuvad vihtide *24* aukudesse.

Magneeto paigaldatakse mootorile nii, et liikumatute vihtide puhul eelsüütenurk on 27°. Selles asendis moodustavad sõrmed *26* ja *30* omavahel nurga α. Mootori töötamisel kandub pöörlemine magneeto rootorile vedava rõnga *25*, vihtide *24* ja veetava ketta *23* kaudu. Kui mootori pöörlemiskiirus on veel väike (umbes 950 p/min), hoiavad lehtvedrud vihte esialgses asendis. Mida rohkem aga suureneb mootori pöörlemiskiirus (kuni 1900 p/min), seda rohkem lähevad vihid tsentrifugaaljõu mõjul laiali ja pööravad veetavat ketast ning koos sellega magneeto rootorit pöörlemise suunas täiendavalt nurga β võrra. Pöörlemiskiirusel 1900 p/min on eelsüütenurk suurenenud 18° võrra. Et piirata muhvi poolt tekitatavat eelsüütenurga suurust, on veetaval kettal piklikud avad, millesse ulatuvad vedava rõnga sõrmede otsad.

Magneeto M-47Б on paigutatud mootorile П-46 (joon. 226). Magneeto on vasakpoolse pöörlemisega, kahesädemeline ning varustatud eelsüütemuhviga. Oma skeemilt on ta sarnane magneetoga M-24, kuid tal on järgmised konstruktiivsed erinevused. Katkesti muhvil *3* on kaks nukki (magneeto paigutamiseks kahesilindrilisele mootorile). Magneetol on kõrgepingevoolu jagaja, mis koosneb rootorist *2* ja karboliitkaanest *7*. Rootori vetruv süsikontakt ühendub jagaja kaane süsikontaktiga. Jagaja kaande on paigutatud süsikontaktid, milledele iga poolringi järel läheneb rootori segmentkontakt ning jagab kõrgepingevoolu süüteküünaldele. Süüte väljalüliti on ühendatud korpusel oleva klemmiga *8*. Klemm *8* aga omakorda on vedrukontakti kaudu ühendatud induktsioonipooli primaarmähise kontaktplaadiga.

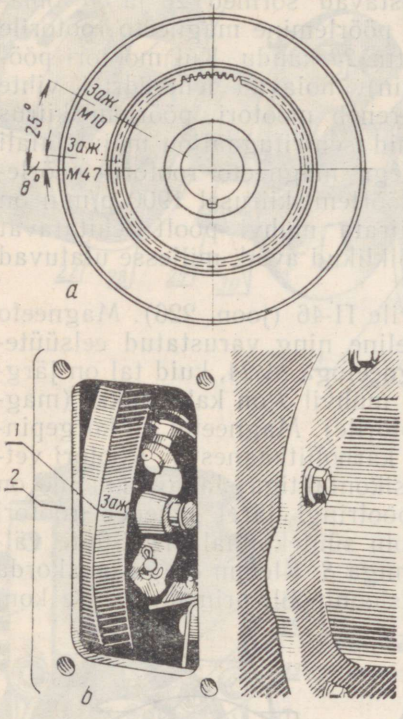


Joon. 226. Magneeto M-47Б:

1 — kõrgepingejuhtme klemm; *2* — jagaja rootor; *3* — katkesti muhv; *4* — magneeto katkestusmomendi seadekruvi; *5* — kuullaager; *6* — magnetrootor; *7* — kaas; *8* — süüte väljalülitamise klemm.

§ 4. Magneeto kohaleasetamine ja hooldamine

Magneeto M-24 kohaleasetamine mootorile ПД-10М toimub järgmiselt. Algul võetakse juhe süüteküünlalt lahti ja keeratakse küünal välja. Küünla august pistetakse sisse metallvarras, mille abil määratakse kindlaks kolvi asetsemine ülemises surnud seisus, pöörates väntvõlli hoorattast päripäeva. Kui kolb on seatud ülemisse surnud seisu, tehakse vardale vastav märk. Sellest märgist 5,8 mm ülespoole tehakse teine märk. Siis pööratakse väntvõlli aeglaselt vastassuunas tööpöörlemisele, kuni kolb on laskunud 5,8 mm võrra allapoole. See asend peab vastama väntvõlli pöördenurgale 27° enne kolvi jõudmist ülemisse surnud seisu. Siis avatakse katkesti kaas ning pööratakse magneeto rootorit kuni katkesti kontaktide lahutamise alguseni. Kontaktide avanemise alguses peab katkesti nukil olev joon ühtima katkesti korpusel oleva osuti teravikuga, eelsüüteautomaadi kaasavedaja peab asetsema aga magneeto sümmeetria teljel. Selles asendis ühendatakse eelsüüteautomaadi kaasavedaja nukid ajamihammasratta soontega. Lõpuks kinnitatakse magneeto poltide abil mootorile, pannakse katkesti kaas peale, keeratake mootori süüteküünal sisse ja ühendatakse sellega kõrgepinge juhe.



Joon. 227. Süüte seadmine mootoril П-46:

a — märkide paigutus mootori hoorattal; *b* — märkida ühtimine; *1* — märk «*Заж*» hoorattal; *2* — märk siduri karteril.

Magneeto М-47Б kohale asetamisel mootorile П-46 avatakse siduri luuk ning keeratakse esimese silindri süüteküünal välja. Siis pööratakse väntvõlli aeglaselt kuni märk «*Заж.* М47» (joon. 227) ühtib siduri karteril oleva märgiga esimeses silindris toimuva survetakti ajal. Katkesti kontaktid seatakse lahutamise algusesse ning sädeme tekitamisele esimeses silindris. Seejuures peab eelsüütemuhvi kaasavedaja värvitud neet ülemises asendis ühtima magneeto vertikaalse sümmeetriateljega. Lõpuks kinnitatakse magneeto mootorile.

Vahetuse lõpul tuleb magneeto puhastada, kontrollida tema kinnitusi ning samuti kontrollida eelsüütemuhvi seisukorda. Perioodiliselt tuleb kontrollida katkesti kontakte, puhastada neid ja reguleerida spetsiaalsete tööriistadega. Pärast magneeto paigaldamist mootorile tuleb kontrollida, et eelsüütenurk vastaks antud mootori tehase instruktsioonis toodud suurusele.

ELEKTRILISED STARTERID

§ 1. Starteritele esitatavad nõuded

Autodel ja traktoritel kasutatakse elektrilisi startereid väntvõlli pöörlema panemiseks mootori käivitamisel. Elektrostarter koosneb lülitusseadisest, mehaanilisest ajamist ja elektrimootorist (starterist). Lülitusseadis on ette nähtud starteri elektriahela sisselülitamiseks mootori käivitamisel ja selle automaatseks väljalülitamiseks, kui mootor on käivitunud. Ajammehhanismi ülesandeks on starteri ajamihammasratta ühendamine mootori hooratta hammasvööga ning sellest lahutamine. Elektrostarter peab vastama järgmistele põhinõuetele: starteri võimsus peab olema küllaldane mootori väntvõlli pöörlemapanemiseks käivitamisel vajaliku pöörlemiskiirusega; pärast mootori käivitumist automaatselt välja lülituma ja mitte sisse lülituma mootori töötamise ajal; arendama võimalikult minimaalse voolu puhul suure pöördemomendi. Ajammehhanism peab tagama pöördemomendi ülekandmise starteri võllilt, kui starteri hammasratas on täielikult hambumises hooratta hammasvööga, pärast mootori käivitumist aga lahutama starteri hammasratta hambumisest hooratta hammasvööga, et vältida starteri liigset kulumist.

Elektrostarteri mehhanismid peavad olema konstruktsioonilt lihtsad ning töökindlad. Starteril peavad olema võimalikult kulumiskindlad harjad ja kommutaator.

§ 2. Starterite liigitus lülitus- või ajammehhanismi tüübi järgi

Lülitusseadis (lüliti) võib olla kas *vahetu* või *distantsjuhtimisega*. Vahetul juhtimisel lülitatakse starteri vooluring juhi poolt lüliti pedaalile vajutamisega. Sellist süsteemi kasutatakse siis, kui starter ja akupatarei asetsevad juhi istme lähedal (ГАЗ-51А, ГАЗ-63, ЗИЛ-164, «Belaruss» МТЗ-5МС, Т-28, ДТ-20).

Distantsjuhtimise korral suletakse starteri vooluring spetsiaalse lülitusrelee abil, mis kujutab endast distantsjuhtimisega elektromagnetit. Sellist süsteemi kasutatakse siis, kui juhi iste asetseb mootorist kaugel, sest see võimaldab vältida keerukat ajamihoobade süsteemi ja lühendada juhet, mis ühendab akupatareid starteriga (МАЗ-200, М-21 «Volga» jt.).

Ajammehhanism (ülekandemehhanism), mis tagab starteri hammasratta hambumise hooratta hammasvööga, võib olla *mehaaniline*, *inertsiaalne* või *elektromagnetiline*.

Mehaanilise ajamiga lülitatakse starteri hammasratas hooratta hammasvööga hoobmehhanismi kaudu jalaga vajutades. Alles siis, kui hammasratas on viidud hambumisse hooratta hammasvööga, ühendatakse starteri vooluring akupatareiga. Et hammasrataste nurkkiirused sisselülitamismomendil võrduvad nulliga, võib niisugust viisi kasutada igasuguse võimsusega starteri puhul.

Ajammehhanism lülitub välja niipea, kui juht eemaldab jala starteri pedaalilt. Et vältida pärast mootori töölehakkamist starteri ankru avariilist pöörlemiskiirust, on starteri hammasratas varustatud vabajooksusiduriga või ühendatud ankruvõlliga automaatselt väljalülituva friktsioonsiduri abil.

Mehaanilise ajamiga starteritega on varustatud autod ГАЗ-51А, ГАЗ-63, ЗИЛ-164, ЗИЛ-157 ning traktorid МТЗ-5МС, Т-28 ja ДТ-20.

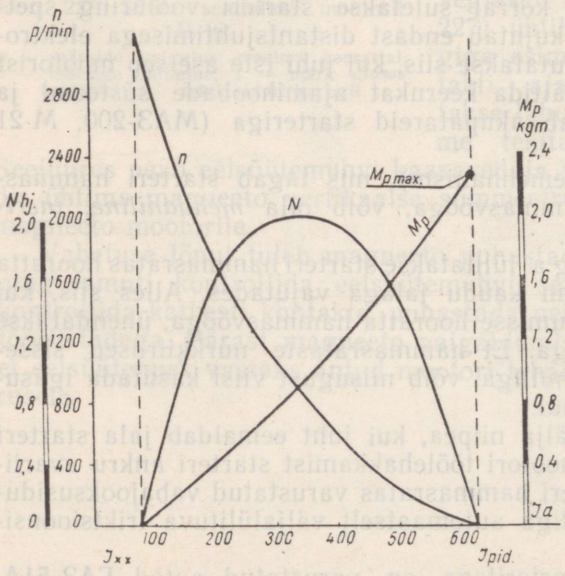
Inertsajami korral toimub hammasrataste sidestamine ja lahutamine automaatselt vedava hammasratta inertsi arvel. Oma lihtsusest hoolimata seda viisi peaaegu ei kasutata, sest hammasrataste sidestamise või lahutamise momendil tekivad löögid, mis põhjustavad hammasrataste kiiret kulumist või ajami detailide murdumist.

Elektromagnetilises ajamis viiakse vedav hammasratas hooratta hammasvööga hambumisse spetsiaalse elektromagneti abil. Hammasrataste hambumisse viimise ja vooluringi lülitamise järjekord on sama mis mehaanilise viisi korral: esialgu sidestatakse hammasrattad ja suletakse siis starteri vooluring. Hammasrattad lülitatakse välja automaatselt generaatori elektromotoorse jõu arvel pärast seda, kui mootor on hakanud tööle ja käitanud generaatori. Elektromagnetiline ajam jääb lihtsaks ka siis, kui starter asub juhi asukohast kaugel, samuti välistab see hammasrataste eksliku sidestamise võimaluse töötava mootori korral, sest generaatori elektromotoorse jõu mõjul on ajammehhanismi elektromagnet tööst välja lülitatud.

Elektromagnetilise ajamiga startereid kasutatakse autodel MA3-200, M-21 «Volga» jt.

§ 3. Starteri töötamise põhimõte ja karakteristik

Starteritena kasutatakse peavooluelektrimootoreid, milledel ergutusmähis on ühendatud järjestikku ankrumähisega. Seda tüüpi elektrimootorid arendavad maksimaalse pöördemomendi ankru pidurdamisel, s. o. kui ankur on liikumata ning ta mähistes ei indutseerita elektromotoorset jõudu. See omadus on oluline mootori käivitamise algul, mil pöörlemistakistuse moment on samuti maksimaalne. Ankru- ja ergutusmähiste elektriline takistus on minimaalne, sest need on valmistatud suure ristlõikega juhtmest ning võimalikult lühikesed. Starteri sisselülitamisel või tema ankru täielikul pidurdamisel on starterite käivitusvool 550—1100 A. Mida suuremaks kasvab pöörlemiskiirus, seda väiksemaks jääb aga starteri pöördemoment ja koos sellega ka tema poolt arendatav võimsus.



Joon. 228. Starteri karakteristik.

Starteri ankru pöörlemisel indutseeritakse ta mähistes elektromotoorne jõud, mis on suunalt vastupidine akupatarei elektromotoorsele jõule. Koormuse muutumisel muutuvad ka akupatarei ja ankru elektromotoorsete jõudude vahekorrad, järelikult muutub ka vool starteri vooluringis.

Kui ergutusmähis on ühendatud ankrumähasega järjestikku, siis on vool starteri ahelas võrdne vooluga ankru- või ergutusmähises. Et starteri magnetvoog sõltub tarbitavast voolust, siis järeldub sellest, et starteri pöördemoment on võrdeline vooluga.

Starteri karakteristik (joon. 228) kujutab endast

starteri pöörlemiskiiruse (pöörete arvu), võimsuse ja pöördemomendi sõltuvust voolutugevusest.

Starteri sisselülitusmomendil, kui ankur veel ei liigu ($n=0$), indutseeritakse viimases elektromotoorne jõud (E_a). Sel puhul on starteri ahelas maksimaalne vool (I_{pid}). Sellele voolule vastab maksimaalne pöördemoment ($M_{p.\,max}$). Mida suuremaks saab ankru pöörlemiskiirus, seda rohkem kasvab E_a, mistõttu vool starteri ahelas (I_s) väheneb. Voolu I_s vähenemisega väheneb ka pöördemoment (M_p) ja ergutusmagnetvoog (Φ), kuid ankru pöörlemiskiirus (n) tõuseb.

Tühikäigul on ankru pöörlemiskiirus kuni 2800 p/min ja enamgi. Selle tagajärjel suureneb ankrus elektromotoorne jõud (E_a), kuid vool starteri ahelas väheneb.

§ 4. Mehaanilise ajamiga starterid

Mehaanilise ajamiga starterid on paigaldatud autodele ГАЗ-51А, ГАЗ-63, ЗИЛ-164 ja traktoritele ДТ-20, Т-28 ning МТЗ-5МС. Kõigil loetletud autodel ja traktoritel (välja arvatud МТЗ-5МС) on mehaanilise ajamiga ja vabajooksusiduriga starterid. Traktori МТЗ-5МС starter on mehaanilise ajamiga ja friktsioonsiduriga.

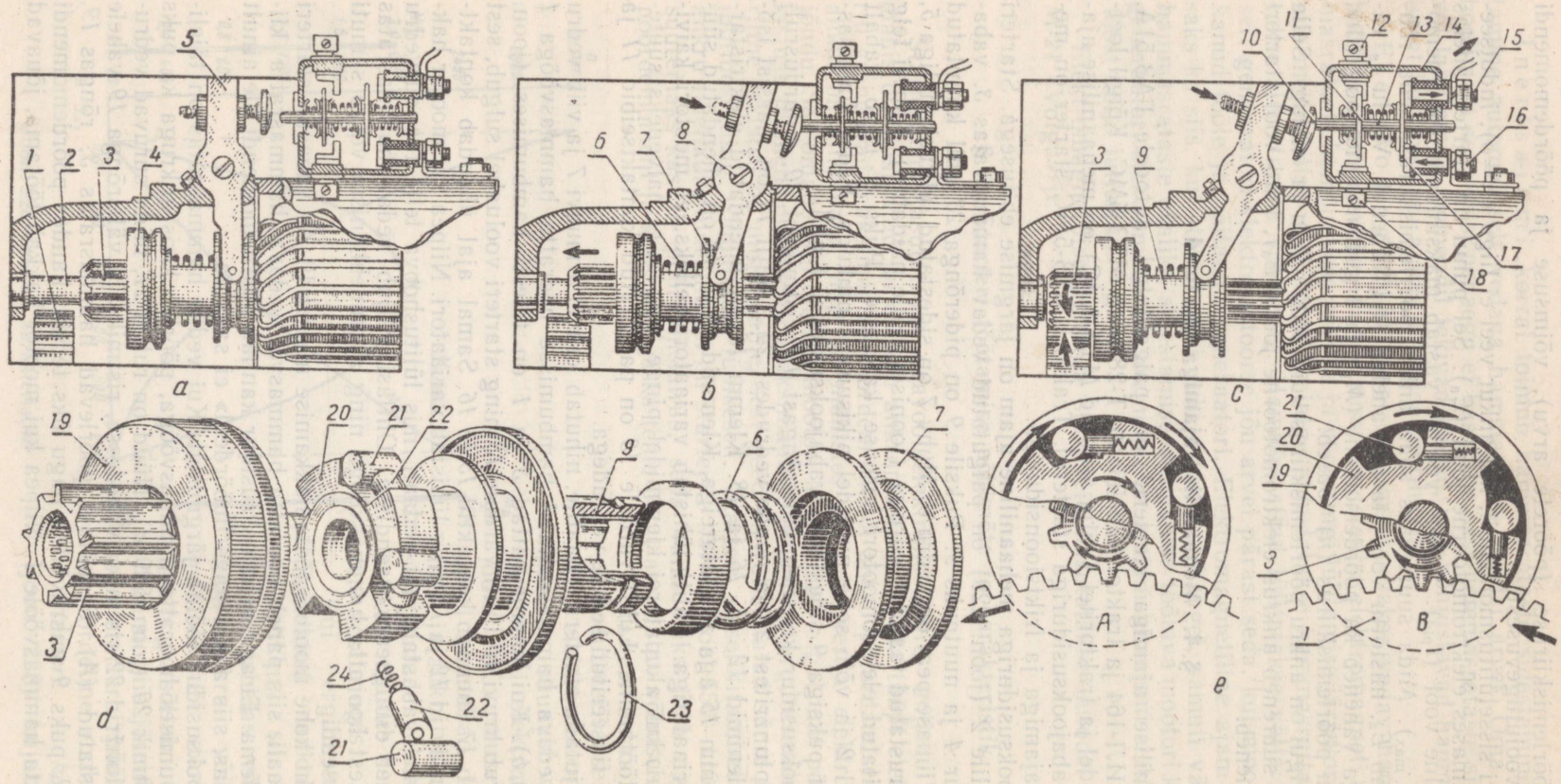
Vabajooksusiduriga **mehaaniline ajam** on järgmise ehitusega. Starteri ankru võllile *2* (joon. 229) on paigutatud vedav hammasratas *3*, vabajooksusidur *4* ja nuutpuks *9*. Puksile *9* on piderõnga *23* abil kinnitatud muhv *7*. Viimase peal on vedru *6*. Muhv *7* on sidestatud lülituskahvliga *5*, mis on varustatud taandurvedruga (joonisel ei ole näidatud). Kahvli telg *8* on kinnitatud elektromootori korpuse kaanesse. Puks *9* istub vabalt ankruvõllil *2* ja võib selle nuutidel pikisuunas nihkuda. Vedav hammasratas *3* on puksiga *9* sidestatud vabajooksusiduri *4* abil.

Vabajooksusidur koosneb välisrõngast *19*, ristmikust *20*, sidurdusrullidest *21*, plunžritest *22* ja nende vedrudest *24*. Lülitil *14* on massist isoleeritud klemmid *12*, *15*, *16* ja *18*. Klemm *16* on ühendatud elektristarteriga, klemm *15* aga akupatareiga. Klemmid *12* ja *18* on ühendatud süütepooli variaatoriga. Lüliti lühistab variaatori selleks, et mootori käivitamise ajal, kui akupatarei klemmidel pinge langeb, ei halveneks süütesüsteemi töötamine. Lüliti vardale *13* on paigutatud kontaktseibid *11* ja *17*, mis on fikseeritud sellele vedrudega.

Kui vajutada starteri pedaalile, nihutab kahvel *5* muhvi *7* ja viib vedru *6* kaudu vedava hammasratta *3* hambumisse hooratta hammasvööga *1* (joon. 229, *b*). Kui hammasrattad *3* ja *1* on täiesti hambumises (joon. 229, *c*), surub kruvi *10* lüliti vardale *13* ning starteri vooluahel sulgub, sest kontaktseib *17* ühendab kontaktid *15* ja *16*. Samal ajal ühendab kontaktseib *11* kontaktid *12* ja *18* ning lühistab variaatori. Niipea kui mootor hakkab töötama, vabastab juht pedaali, mis lülitushoova telje taandurvedru toimel läheb esialgsesse asendisse. Ühtlasi väljub vedav hammasratas hambumisest hooratta hammasvööga ning ajammehhanism võtab samuti esialgse asendi.

Kui juht kohe mootori tööle hakkamise momendil ei vabasta starteri lülituspedaali, siis paneb hooratta hammasvöö vedava hammasratta kiiresti pöörlema. Et aga vabajooksusidur kannab pöördemomendi üle ainult ühes suunas, siis ankur «avariipöördeid» ei saavuta.

Vabajooksusidur töötab järgmiselt. Kui vedav hammasratas on täielikult hambumises hooratta hammasvööga, pöörleb koos ankruga ka puks *9* ning ristmik *20* (joon. 229, *d*). Nüüd on rullid *21*, mida suruvad vedrudega *24* plunžrid *22* ristmiku vahedesse, ristmiku ja välisrõnga *19* vahele kinni pigistatud (*A*). Seepärast pöörlevad hammasratas *3*, rõngas *19*, ristmik *20*, puks *9* ankruvõll *2* nagu üks tervik, kandes pöördemomendi üle hooratta hammasvööle *1*. Niipea kui mootor hakkab töötama, jõuavad

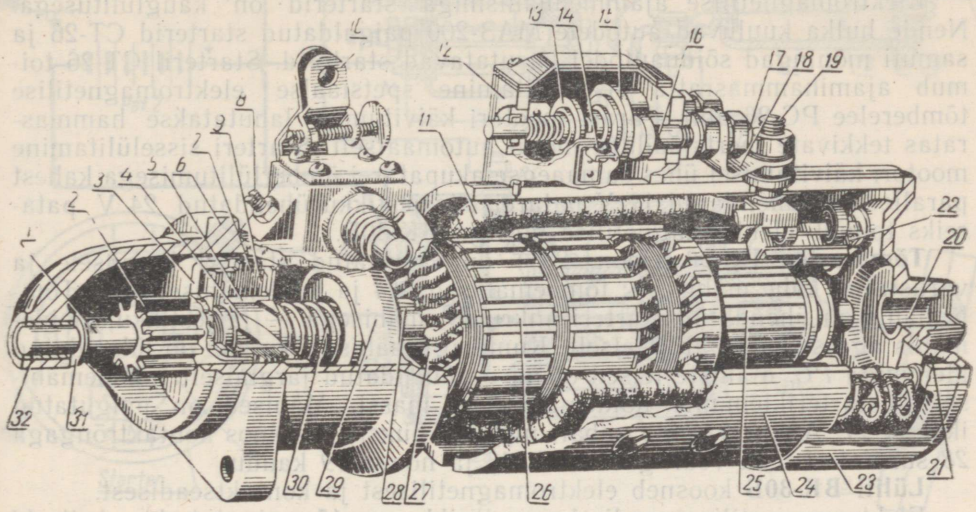


Joon. 229. Vabajooksusiduriga ja jalglülitiga ajammehhanism:

a, *b* ja *c* — lülitusmehhanismi töötamise skeem; *d* — vabajooksusidur; *e* — vabajooksusiduri töötamise skeem; *A* — mootorit käitav starter, *B* — mootor käivitus, starter on välja lülitatud; *1* — hooratta hammasvõõ; *2* — starteri ankru võll; *3* — vedav hammasratas; *4* — vabajooksusidur; *5* — lülituskahvel; *6* — vedru; *7* — muhv; *8* — kahvli sõrm; *9* — puks; *10* — kahvli kruvi; *11* ja *17* — kontaktseibid; *12*, *15*, *16* ja *18* — klemmid; *13* — varras; *14* — lüliti; *19* — rõngas; *20* — ristmik; *21* — sidurdusrull; *22* — plunžer; *23* — piderõngas; *24* — plunžri vedru.

suure kiirusega pöörlevad vedav hammasratas *3* ja välisrõngas *19* ristmikust *20* ette. Rõnga ja ristmiku pöörlemiskiiruste vahest tingitud hõõrdejõudude mõjul nihutatakse rullid *21* ristmiku vahedes parempoolsesse, sügavamasse ossa (*B*), mistõttu hammasratas *3* ja rõngas *19* pöörlevad puksil *9* vabalt.

Friktsioonülekandega ajammehhanism (joon. 230) töötab järgmiselt. Võlli *1* nuutidele on asetatud spetsiaalse väliskeermega puks *4*. Viimase keermele on keeratud muhv *5* koos friktsioonketastega *9*, mille sisehambad asetsevad muhvi *5* soontes. Ajamihammasratas *2* on vabalt asetatud starteri võllile *1* ja moodustab ajami rõngaga *3* ühe detaili. Rõnga *3* sisemistesse soontesse on asetatud välishammastega friktsioonkettad *7*.



Joon. 230. Starter CT-50:

1 — võll; *2* — ajamihammasratas; *3* — ajami rõngas; *4* — spetsiaalse keermega puks; *5* — muhv; *6* — tagumine kaas; *7* — välimiste hammastega friktsioonketas; *8* — reguleerimiskruvi koos kontramutriga; *9* — sisemiste hammastega friktsioonketas; *10* — lülitusseadise hoob; *11* — ergutusmähis; *12* — lüliti korpus; *13* — abikontaktide ketas; *14* — abikontaktide klemm; *15* — peakontaktide ketas; *16* — peakontaktid; *17* ja *19* — lüliti klemmipoldid; *18* — ühendusliist; *20, 28* ja *32* — laagrid; *21* — eesmine kaas; *22* — harjahoidja; *23* — kaitselint; *24* — korpus; *25* — kommutaator; *26* — ankur; *27* — ankru mähis; *29* — lülitusseadise hoova kahvel; *30* — vedru; *31* — seib.

Starteri sisselülitamisel surub lülitushoob vedru *30* kokku ja nihutab puksi *4* koos friktsioonketastega *7* ja *9* ning rõnga *3* hooratta poole, viies hammasratta *2* hambumisse hooratta hammasvööga. Starteri elektriahel lülitatakse sisse lüliti abil samuti, nagu eespool kirjeldatud. Starteri võllilt kantakse pöördemoment ajamihammasrattale friktsioonketaste *7* ja *9* kaudu. Kui mootor käivitus, kuid starteri pedaal ei ole veel tagasi lastud, on ajamihammasratta ja rõnga ning friktsioonketaste pöörlemiskiirus tunduvalt suurem kui starteri võllil, mistõttu nad pööravad muhvi *5* puksi *4* keermel. Seejuures vabanevad kettad *7* ja *9* ning hammasrattas *2* lahutatakse starterivõllist automaatselt.

Starter CT-50 (joon. 230) kujutab endast neljapooluselist peavoolumootorit, mille võimsus nimipingel 12 V on 3,5 hj. Starter on paigutatud traktorile MT3-5MC ja kinnitub oma äärikuga hoorattakarteri külge. Starteri korpus on valmistatud süsinikuvaesest terasest ning varustatud kahe kaanega *6* ja *21*. Eesmisse kaande *21* on paigutatud ankru *26* laager *20* ning harjahoidjad *22*. Massist isoleeritud harjahoidjatesse on asetatud kaks miinusharja, mis on omavahel juhtmega ühendatud, ja samuti kaks massiga ühendatud plussharja. Vasest ja grafiidist valmistatud harjad on väikese eritakistusega ning küllaltki kulumiskindlad.

Korpuse sisse on kinnitatud neli poolussüdamikku koos järjestikku

ühendatud ergutusmähistega. Ergutusmähise üks ots on ühendatud miinusharjadega, teine aga on massist isoleeritud ja ühendatud starteri lüliti klemmiga. Ergutusmähis on valmistatud kandilisest vaskjuhtmest.

Ankur *26* koosneb võllist *1*, südamikust, mähisest *27* ja kommutaatorist *25*. Ankruvõll pöörleb laagritel *20* ja *32*, mis kujutavad endast poorset grafiitmassist pukse. Ankruvõlli tagumise otsa nuutidele on asetatud puks *4*, mis on ühendatud ajamihammasrattaga *2* ülalkirjeldatud friktsioonseadme kaudu.

§ 5. Elektromagnetilise ajammehhanismiga starterid

Elektromagnetilise ajammehhanismiga starterid on kauglülitusega. Nende hulka kuuluvad autodele МАЗ-200 paigaldatud starterid СТ-26 ja samuti mõningad sõiduautodel kasutatavad starterid. Starteril СТ-26 toimub ajamihammasratta sisselülitamine spetsiaalse elektromagnetilise tõmberelee РС-26 abil. Pärast mootori käivitumist lahutatakse hammasratas tekkivate inertsjõudude mõjul automaatselt. Starteri sisselülitamine mootori käivitamisel ühes samaaegse akupatarei ümberlülitumisega kahest paralleelselt ühendatud 12 V patareist järjestikku ühendatud 24 V patareiks toimub elektromagnetilise lülitiga ВК-30Б.

Tõmberelee РС-26 (joon. 231) on kinnitatud starteri korpusele ja varustatud kahe mähisega: tõmbemähisega *24* ja hoidemähisega *26*. Tõmbemähis on ühendatud starteri ankru *29* mähisega — järjestikku, hoidemähis aga sellega paralleelselt. Kummagi mähise üks ots on ühendatud klemmiga *РС*. Mähiste teised otsad on ühendatud järgmiselt: tõmbemähisel — starteriklemmile, hoidemähisel — massi. Mähised on paigutatud ikkesse *27*. Ankur *21* võib vabalt nihkuda puksis *23*. Koos kontaktrõngaga *28* surutakse teda vedruga *18* lüli *17* ja hoova *19* kaudu.

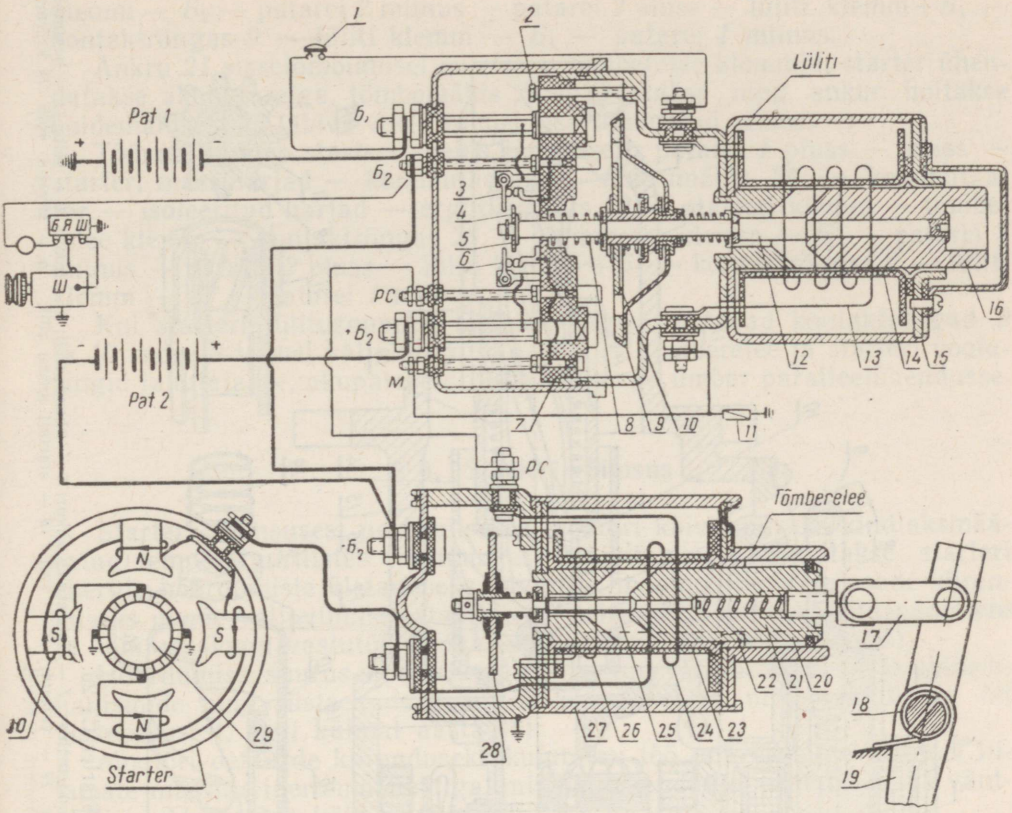
Lüliti ВК-30Б koosneb elektromagnetilisest ja kontaktseadisest.

Elektromagnetiline seadis koosneb ikkesse *15* paigutatud puksil *14* olevast mähisest *13*, ankrust *16* ja selle vardast *12*.

Kontaktseadise moodustavad vardale *12* kinnitatud rõngad *9* ja *10* koos vedrudega ja liikuvad ning liikumatud kontaktid. Neli kontaktipaari *3* ja *6* (joonisel on näidatud ainult kaks paari) on akupatareide ühendamiseks paralleelselt. Kontaktid on valgevasklattide abil ühendatud klemmidega — $Б_1$, — $Б_2$, + $Б_2$ ja *М* (mass). Kontaktrõngad *9* ja *10* on vardast *12* isoleeritud.

Starter СТ-26 (joon. 232) on neljapooluseline, pingele 24 V ja võimsusega 11 hj. Ankur on paigutatud kolmele laagrile, mida õlitatakse tahtõlititest. Ankru võll *18* on varustatud neljakäigulise lintkeermega *12*. Võllile on asetatud trummel *14*, mille külgpinnas on kruvijooneline soon. Trumli *14* rumm on võlli keermel nihutatav hoova *9* abil, mille pöördetelg asetseb starteri korpuse kaanes. Vedru *16* surub seibi *10* vastu trumli *14* rummu äärist. Võlli keermel *12* on spetsiaalsed süvendid *a* kaasavedaja *15* fikseerimiseks, kui hammasratas *11* on väljalülitatud asendis. See on tarvilik kaasavedaja meelevaldse nihkumise vältimiseks võllil. Võlli *18* keermetele asetatud kaasavedajal *15* on nukid *b*, mis lähevad hammasratta *11* rummu lõigatud soontesse. Kaasavedaja *15* ja hammasratta sisemise otsa vahele on asetatud vedru *19*. Võlli keerme ja kaasavedaja vaheline lõtk võimaldab hammasrattal ankru võlli suhtes ühe hamba võrra pöörduda; see kergendab hammasrataste hambumisse minekut juhul, kui nende hambad satuvad kohakuti.

Voolu sisselülitamisel tekib tõmberelee mähiste *6* ja *4* ümber magnetväli, mis sunnib ankru *7* liikuma südamiku *3* sisse. Seejuures nihutab ankur trumlit *14* varda *8*, hoova *9* ja rulli *17* abil mööda võlli *18* hooratta hammasvöö poole. Trumli *14* liikumisel toetub seib *10* vastu hammasratast *11*, vedru *16* surutakse kokku ning trummel *14* surub hammasratta *11*



Joon. 231. Tõmberelee PC-26 ja lülitiga ВК-30Б starteri СТ-26 skeem:

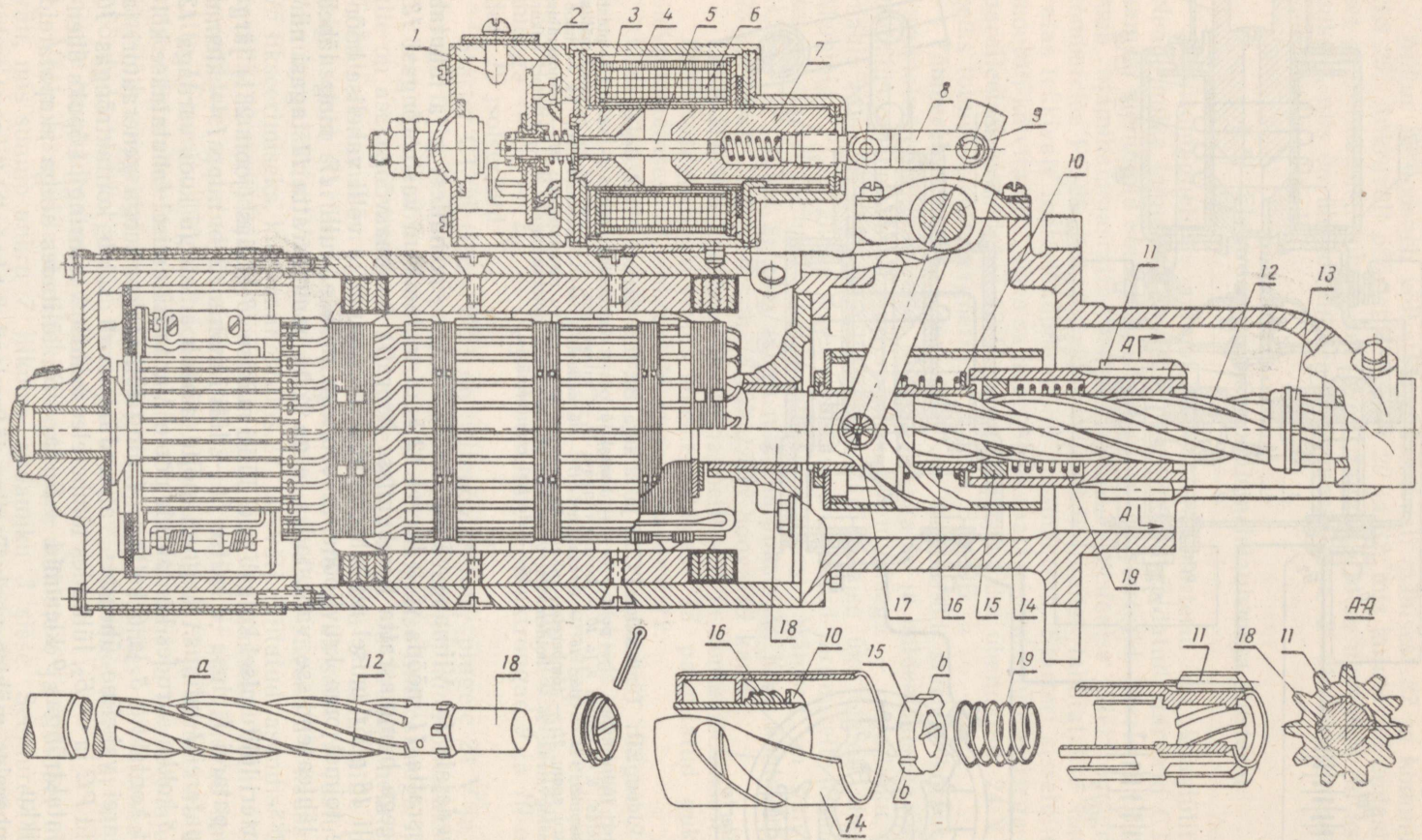
1 — starteri lülitusnupp; *2* — polt; *3* ja *6* — kontaktid; *4* — reguleerimisseib; *5* — seib; *7* — plastmassist ketas; *8* — vedru; *9* ja *10* — kontaktrõngad; *11* — sulavkaitse; *12* — varras; *13* — lüliti mähis; *14* — teraspuks; *15* — ike; *16* — terasankur; *17* — ühenduslüli; *18* — taandurvedru; *19* — hoob; *20* — ankru soon; *21* — tõmberelee ankur; *22* — tapp; *23* — ankru messingpuks; *24* — tõmbemähis; *25* — messingvarras; *26* — hoidemähis; *27* — ike; *28* — vasest kontaktrõngas; *29* — starteri ankur; *30* — starteri ergutusmähis.

kaasavedajale *15*. Viimane väljub fikseerivatest süvenditest *a* ja nihutab hammasratta *11* mööda võlli keeret *12* kuni toetumiseni vastu rõngast *13*, viies seega hammasratta hambumisse hooratta hammasvööga.

Võlli *18* pöörlemisel nihkub trummel *14* rummu ja võlli vahelise hõõrdumise toimel oma kruvijoonelise soonega mööda rulli *17* ning läheb tagasi lähteasendisse, vabastades seega koha hammasratta *11* tagasi nihkumiseks.

Starteri lülitumisel kulgeb vool lüliti mähise *13* ahelas (joon. 231) järgmiselt: patarei *1* pluss — kaitse *11* — lüliti mähis *13* — nupp *1* — klemm $Б_1$ — patarei *1* miinus. Magneti mõjul nihkub ankur *16* koos vardaga *12* vedrut *8* kokku surudes kontaktide poole. Varda liikumisel lahutatakse kõigepealt kontaktid *3* ja *6* kettaga *4* ning lülitatakse seega generaatori ja akupatarei vaheline ühendus välja. Järgnevalt suleb kontaktrõngas *10* klemmid *PC* ja — $Б_2$, lülitades tõmberelee mähise vooluringi. Lõpuks ühendab kontaktrõngas *9* klemmid —$Б_1$ ja +$Б_2$, lülitades seega akupatareid järjestikku.

Tõmberelee mähise vooluring on järgmine: patarei *1* pluss — mass; edasi hargneb vool hoidemähise *26* ja starteri tõmbemähise *24* kaudu ning kulgeb seejärel summaarse vooluna järgmiselt: tõmberelee klemm *PC* — lüliti klemm *PC* — kontaktrõngas *10* — lüliti klemm — $Б_2$ — tõmberelee



Joon. 232. Starter CT-26:

1 — kontakt; *2* — kontaktketas; *3* — südamik; *4* — hoidemähis; *5* — tõukur; *6* — tõmbemähis; *7* — tõmberelee ankur; *8* — ühenduslüli; *9* — hoob; *10* — seib; *11* — hammasratas; *12* — võlli lintkeere; *13* — tugirõngas; *14* — trummel; *15* — kaasavedaja; *16* ja *19* — vedrud; *17* — rull; *18* — starteri ankru võll; *a* — süvend võlli *18* keermel; *b* — kaasavedaja *15* nukid.

klemm — $Б_2$ — patarei *2* miinus — patarei *2* pluss — lüliti klemm + $Б_1$ — kontaktrõngas *9* — lüliti klemm — $Б_1$ — patarei *1* miinus.

Ankru *21* sissetõmbumisel suletakse tõmberelee klemmid, starter ühendatakse akupatareiga, tõmbemähis *24* lühistatakse ning ankur hoitakse hoidemähisest *26* läbiva voolu toimel sissetõmmatud seisus.

Töövool kulgeb starteri ahelas järgmiselt: patarei *1* pluss — mass — starteri massiharjad — kommutaator — ankrumähis *29* — kommutaator — isoleeritud harjad — ergutusmähis *30* — starteri klemm — tõmberelee klemm — kontaktrõngas *28* — tõmberelee klemm — $Б_2$ — patarei *2* miinus — patarei *2* pluss — lüliti klemm + $Б_2$ — kontaktrõngas *9* — lüliti klemm — $Б_1$ — patarei *1* miinus.

Kui starteri lülitusnupp *1* lastakse tagasi, võtavad kontaktrõngad *9* ja *10* vedru *8* toimel väljalülitatud asendi — tõmberelee ja starteri vooluringid lahutatakse, akupatareid lülitatakse aga ümber paralleelühendusse.

§ 6. Starteri võimsus

Starteri võimsusest peab piisama mootori käivitamiseks kindlaksmääratud temperatuurilistes tingimustes. Käivitamisel kulutatakse starteri energia hõõrdumiste ületamiseks mootoris, mootori liikuvate osade kiirenduseks nende väljaviimisel staatilisest seisundist kuni käivituspööreteni ja kompressiooni vastutöö ületamiseks (käivitamise algperioodil).

Hõõrdumise suurus mootoris sõltub mootori väntmehhanismi ja abimehhanismide ning süsteemide detailide hõõrdumisest ning samuti ka õli viskoossusest, eriti külmal aastaajal.

Mootori detailide kiirenduseks kulutatav töö on võrdeline mootori liikuvate masside inertsmomendiga, mis on rakendatud väntvõllile, ja väntvõlli nurkkiirusega käivituspööretel.

Kompressiooni ületamiseks kulutatav töö väntvõlli pööramisel sõltub põhiliselt mootori litraažist ja surveastmest.

Mitmesilindrilises mootoris toimib kompressioonist tingitud takistusmoment vastupidi pöörlemisele käivituse algperioodil. Kompressioonist tingitud takistusmomendid mitmesugustes silindrites tasakaalustuvad, kui ühe silindri survetakt satub kokku töötaktiga teises silindris.

Starterilt nõutavat võimsust on võimalik ligikaudselt arvestada järgmiste valemite järgi:

Välise segumoodustamisega mootoritel:

$$N_{st} = (0{,}25—0{,}4)\, V_h \text{ hj.} \qquad (71)$$

Diiselmootoritel:

$$N_{st} = (1{,}5—2)\, V_h \text{ hj.} \qquad (72)$$

Valemites (71) ja (72) V_h — mootori litraaž. Starteri võimsuse ülempiir vastab külma mootori käivitamisele.

§ 7. Starterite hooldamine

Ekspluatatsioonis tuleb starterit hooldada järgmiselt.

Kontrollida, et juhtmed oleksid tugevasti kinnitatud ja et kõik kontaktpinnad oleksid puhtad. Starter töötab vajaliku võimsusega ainult siis, kui kogu vooluringis on kontaktid heas seisukorras. Starter tuleb hoida puhas, sest tolmu ja mustuse kogunemine selle kaane kommutaatori pool-

sele osale võib põhjustada harjahoidjate lühist massiga. Tuleb vältida vee, õli või kütuse sattumist starterile.

Et vältida starteri ajamihammasratta puudulikku hambumist hooratta hammasvööga, tuleb kontrollida starteri kinnitust hooratta karteri külge ja kinnituspoltide pingutust.

Mitte töötada starteriga, mis tekitab ebanormaalset müra või kloppimisi.

Perioodiliselt tuleb harjaluukidelt kaitselint ära võtta ja kontrollida harjade, harjahoidjate ja kommutaatori seisukorda. Harjadele, kommutaatorile või kaanele sattunud mustus ja tolm tuleb eemaldada suruõhuga.

Harjadele ja kommutaatorile kogunenud tagi tuleb eemaldada lihvimisriidega 00 ja seejärel starter suruõhuga läbi puhuda. Kontrollida harjade liikumist harjahoidjates: harjad peavad liikuma vabalt ilma kinnijäämiseta (sõõbimiseta).

Kontrollida vedrudünamomeetri abil harjade survet kommutaatorile. Kontrollmomendiks loetakse vedru otsa eemaldumismomenti harjast ning vastava jõu suurus peab olema tehase poolt vastavale starterile ette nähtud piirides (näiteks starteril CT-50 on see jõud 700—1000 g). Kui harjade surve on ettenähtud määrast madalam, hakkavad harjad sädelema, kommutaatori lamellide pind põleb ära ning starteri võimsus jääb väikeseks. Teiselt poolt aga, kui harjade surve on ettenähtust suurem, põhjustab see nende enneaegset kulumist. Kulunud harju võib vahetada ainult vastavat marki harjadega.

Perioodiliselt tuleb kontrollida lüliti ja tõmberelee pea- ning abikontakte. Tolm ja mustus eemaldatakse suruõhuga. Tagi eemaldatakse kontaktidelt sametviiliga. Startereid tuleb perioodiliselt reguleerida, kontrollida ja samuti katsetada nii tühikäigul kui ka koormusel.

Starteri sisselülitamist (näiteks starteril CT-50) reguleeritakse järgmiselt. Kruvi *8* (joon. 230) abil seatakse ajamihammasratas *2* nii, et lahutushoova lõpuni vajutamisel hammasratas jääks seibi *31* otsast 1,0—2,5 mm eemale. Lüliti peakontaktid peavad hakkama sulguma siis, kui hammasratta ja tõkkeseibi vahe on mitte üle 5,5 mm, mida saavutatakse hoova varda reguleerimisega lõdvendatud kontramutrite puhul. Kui lüliti kontaktid on suletud, peab vardal olema lisakäik vähemalt 1 mm ulatuses. Abikontaktid peavad sulguma peakontaktidega üheaegselt või siis mõnevõrra varem.

Katsetamiseks ühendatakse starter akupatarei ja mõõteriistaga. Ankruvõlli pöörete arvu mõõdetakse tahhomeetriga. Katsetamisel määratakse starteri monteerimise kvaliteet, lühiste puudumine ankru- ja ergutusmähistes ning muud rikked.

Starteri katsetamisel tühikäigul peab tarbitav vool vastama passi andmetele. Näiteks peab starteri CT-50 pöörlemiskiirus olema vähemalt 5500 p/min, pinge 12 V ja vool vähemalt 130 A. Katsetamine tühikäigul ei tohi kesta üle 1—2 minuti, sest vastasel korral võivad harjad ja kommutaator üle kuumeneda.

VALGUSTUS- JA SIGNAALSEADISED NING KONTROLL-MÕÕTERIISTAD

§ 1. Valgustusseadised

Valgustussüsteem koosneb ülalkirjeldatud vooluallikatest ja valgustusseadistest. Valgustusseadiste hulka kuuluvad esilaternad, seinakontaktid, juhiruumi ja kere laelambid, kapotialune lamp, valguse ümberlüliti, kaitsmed ja juhtmed.

Esilaternad ja lambid. Esilatern koosneb metallkorpusest *6* (joon. 233), millesse on paigutatud reflektor *1*, lambipesad *7* (üks või kaks) ja hajutav klaas *2* koos ääreröngaga *5*. Veoautode ja traktorite esilaternad varustatakse poollahtimonteeritavate hermeetiliste optiliste elementidega. Sellistel esilaternatel on reflektori äärisesse valtsitud hajutav klaas, mis kaitseb reflektori pinda tolmu ja niiskuse eest. Reflektor on valmistatud lehterasest või valgevasest ning selle pind on paraboloidne. Reflektori sisepind on hoolikalt lihvitud ja üle hõbetatud, kroomitud või kaetud õhukese alumiiniumkihiga. Reflektor koondab lambi valguskiired ja suunab need kontsentreeritud valgusvihuna teele. Hajutaja *2* hajutab laterna valgusvihu ja muudab selle horisontaaltasapinnas lamedamaks.

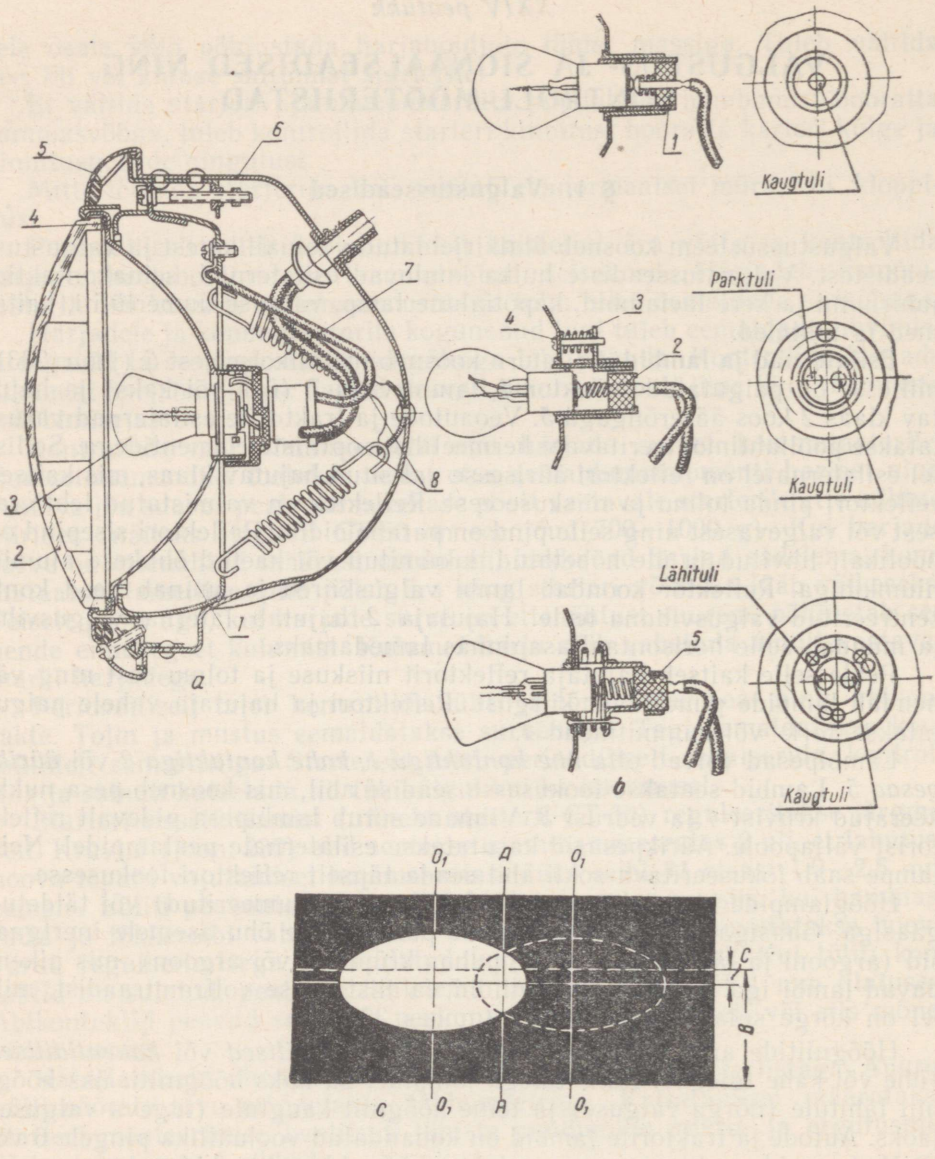
Peale selle kaitseb hajutaja reflektorit niiskuse ja tolmu eest ning vähendab lampide pimestavat kiirgust. Reflektori ja hajutaja vahele paigutatakse kork- või kummitihend *4*.

Lambipesad võivad olla *ühe kontaktiga 1*, *kahe kontaktiga 2* või *äärikpesad 5*. Lambid seatakse fookusesse seadise abil, mis koosneb pesa nukki keeratud kruvist *4* ja vedrust *3*. Viimane surub lambipesa pidevalt reflektorist väljapoole. Äärikpesasid kasutatakse esilaternate pealampidel. Neid lampe saab fokuseeritava sokli abil seada täpselt reflektori fookusesse.

Hõõglampide klaaskolb on kas õhutühi (vaakuumeeritud) või täidetud gaasiga. Gaasiga täidetud lampidesse pumbatakse õhu asemele inertgaasid (argooni ja lämmastiku segu, puhas krüptoon või argoon), mis pikendavad lambi iga. Lampide hõõgniidid valmistatakse volframtraadist, millel on kõrge sulamistemperatuur (umbes 3380°).

Hõõgniitide arvu järgi on lambid kas *üheniidilised* või *kaheniidilised* (ühe või kahe tulega). Kahe tulega lampidel on kaks hõõgniiti: üks hõõgniit lähitule (nõrga valguse) ja teine hõõgniit kaugtule (tugeva valguse) jaoks. Autode ja traktorite lambid on kohandatud vooluallika pingele 6 või 12 V. Lampide valgustugevus antakse küünaldes. Lambid valgustugevusega kuni 3 küünalt on õhutühjad, suurema valgustugevusega lambid aga täidetud gaasiga.

Esilaternate lambid peavad olema õigesti fokuseeritud ja nende valgus õigesti välja reguleeritud. Esilaternate reguleerimisel peab veoautode kummides olema normaalne õhurõhk. Esitulede reguleerimiseks kasutatakse spetsiaalselt ettemärgitud ekraani. Joon *A-A* (joon. 233, *c*) ekraanil peab reguleerimisel ühte langema auto pikitelgjoonega. Jooned O_1-O_1 on esilaternate tsentrite joonteks. Auto seatakse tasasel platsil ekraani ette nii, et tema pikiteljega ühtiv vertikaaltasapind oleks risti ekraani tasapinnaga ja viimasega lõikumisel annaks joone *A-A*. Auto esilaternate kaugus ekraanist on antud iga auto kohta vastavates hooldamise eeskirjades. Autodel ГАЗ-51А on see kaugus 7,5 m. Kui lambid on õigesti fokuseeritud, peavad kaugtuled andma ekraanil teravalt piiritletud äärtega valguslaigud. Laigu keskkoht peab ühtima vastava vertikaaljoone O_1-O_1 ristumispunktiga horisontaaljoonel, mis asetseb laternate tsentrite joonest



Joon. 233. Esilaternad, lambid ja laternate reguleerimine:

a — auto ГАЗ-51А esilatern: *1* — reflektor; *2* — hajutaja; *3* — kahe hõõgniidiga lamp; *4* — vahetihend; *5* — äärerõngas; *6* — korpus; *7* — lambipesa; *8* — lähi- ja kaugtulede juhtmed; *b* — lambid koos pesadega; *1* — ühe vedrustatud tihvtkontaktiga pesa; *2* — kahe vedrustatud tihvtkontaktiga pesa; *3* — fokuseerimisseadise vedru; *4* — fokuseerimisseadise kruvi; *5* — kahe kontaktiga äärikpesa; *c* — esilaternate reguleerimise skeem; *B* — esilaternate tsentrite kõrgus.

madalamal suuruse *C* võrra. Kauguse *C* arvväärtused on antud iga auto instruktsioonis (autol ГАЗ-51А kaugus $C=75$ mm).

Gabariidilaternad (joon. 234, *b*) on auto gabariidi tähistamiseks nii auto liikumisel kui ka seisukohtadel. Sõiduautodel on gabariidituled ühtlasi suunatuledeks.

Tagalaternad (joon. 234, *a*) on numbrimärgi valgustamiseks, tähistavad auto gabariiti tagantpoolt ning on stoppsignaaliks auto pidurdamisel. Traktoritel ja veoautodel on üks tagalatern, sõiduautodel aga kaks. Laternates on üks või kaks lampi. Autodel ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164 on tagalaternates üks kahe hõõgniidiga lamp. Nõrgem hõõgniit (3 küünalt) valgus-

tab läbipaistva klaasi kaudu numbrimärki. Tugevam hõõgniit (21 küünalt) annab punast valgust auto pidurdamisel.

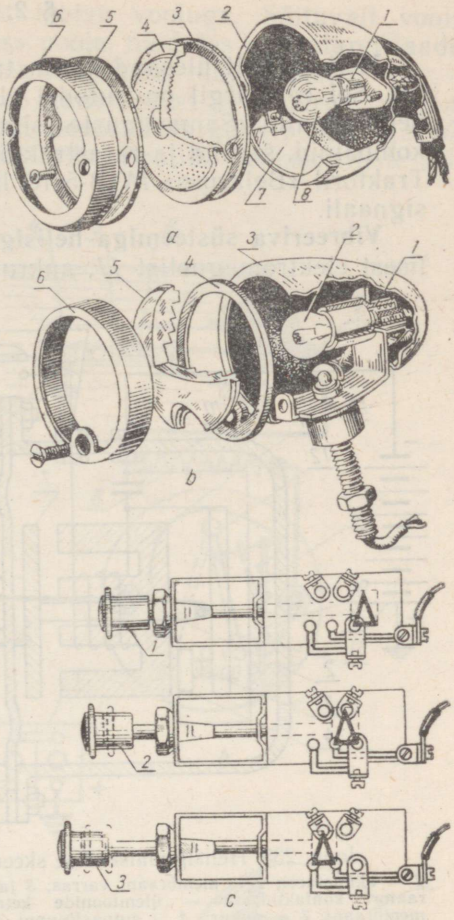
Plafoon ehk laetuli on veoauto või traktori (C-100) kabiini või sõiduauto kere sisevalgustamiseks. Ühtlase valguse saamiseks on plafoonidel matt- või opaalhajutaja.

Armatuurlaualampi kasutatakse autodel ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164 kontroll-mõõteriistade valgustamiseks.

Kapotialune lamp on mootori valgustamiseks selle ülevaatamisel või teenindamisel. Auto üldisel tehnilisel teenindamisel kasutatakse kandelampi.

Valgustuslülitid on valgustuse sisse- või väljalülitamiseks ning ümberlülitamiseks. Elektrostarterita traktoritel on valgustuslülitid monteeritud ühte plokki, millel on koim hooba esi- ja tagatulede sisse- ning väljalülitamiseks. Haakemasinate valgustuse lülitamiseks on pistikupesad või kontaktpoldid traktori tagaosas. Elektristarteriga traktoritel ja autodel on esitulede, gabariittulede ja tagatulede lülitamiseks tsentraalne liugurtüüpi ümberlüliti.

Ümberlülitil (joon. 234, *c*) on viis klemmi vooluallika ja valgustuspunktide (esilaternate, gabariitlaternate ja tagalaternate) ühendamiseks. Ümberlülitil on termometallkaitsmed lühiste puhuks. Ümberlüliti nuppu saab seada kolme asendisse: *1* — valgustus on välja lülitatud; *2* — tagatuli ja gabariidituled on sisse lülitatud; *3* — esituled ja tagatuli on sisse lülitatud.



Joon. 234. Tagalatern, gabariidilatern ja tulede tsentraalne ümberlüliti:

a — tagalatern: *1* — padrunpesa; *2* — korpus; *3* ja *5* — vahelehed; *4* — punane klaas; *6* — äärerõngas; *7* — klaas; *8* — lamp; *b* — gabariidilatern; *1* — padrunpesa; *2* — ühe hõõgniidiga kolmeküünlane lamp; *3* — korpus; *4* — vaheleht; *5* — klaas; *6* — äärerõngas; *c* — valgustuse ümberlüliti töötamise skeem; *1* — tuled on välja lülitatud; *2* — tagatuli ja gabariidituli on sisse lülitatud; *3* — esituled ja tagatuli on sisse lülitatud.

Kahe tulega esilaternad lülitatakse ümber kaug- või lähituledele jalgümberlülitiga. Kaugtulede sisselülitamise kontrolliks on spetsiaalne signaallamp armatuurlaual. Nimetatud lamp süttib ainult siis, kui kaugtuled on sisse lülitatud. Plafoonide ja armatuurlaualampide sisselülitamiseks kasutatakse individuaallüliteid.

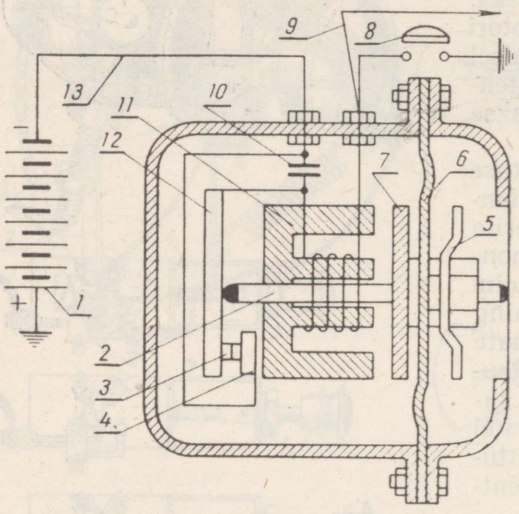
Stoppsignaali lülitid võivad olla vastavalt piduriajami tüübile kas *mehaanilised*, *hüdraulilised* või *pneumaatilised*. Autodel ГАЗ-51А kasutatakse näiteks hüdraulilisi, kuid autodel ЗИЛ-164 — pneumaatilisi lüliteid, mis hakkavad tööle piduripedaalile vajutamisel. Hüdraulilised või pneumaatilised lülitid töötavad samuti vastavalt koos auto hüdraulilise või pneumaatilise pidurisüsteemiga, sulgedes stoppsignaali vooluringi kontaktid rõhu suurenemisel pidurisüsteemis.

Suunanäitajat kasutatakse liiklejate hoiatamiseks auto pööretel. Pööramise suunda näitab gabariit- ja tagalaterna vilkuv tuli. Suunanäitaja signaallambid lülitatakse erilülitiga käsitsi.

§ 2. Helisignaal

Helisignaali ülesandeks on tagada ohutust auto või traktori liiklemisel. Sel eesmärgil on autodel elektromagnetiliselt vibreeriva süsteemiga helisignaalid. Samasuguste signaalseadistega varustatakse iseliikuvad kombainid, šassiid ja ratastraktorid, millel on alalisvoolu elektriseadmed. Traktoril «Belaruss» МТЗ-5ЛС kasutatakse vahelduvvoolul töötavat helisignaali.

Vibreeriva süsteemiga helisignaalseadis (joon. 235) koosneb Ш-kujulisest elektromagnetist *11*, ankrust *7*, kontaktidega *3* ja *4* vibraatorist, membraanist *6* ja kondensaatorist *10*. Membraan *6* on varda *2* abil tihedalt ühendatud ankruga *7* ja ülemtoonide kettaga *5*. Signaal lülitatakse rooliratta keskele paigutatud nupuga *8*. Nupule vajutamisel sulgub helisignaali vooluring. Vool kulgeb ahelas järgmiselt: akupatarei *1* pluss — mass — signaali nupu *8* kontaktid — elektromagneti *11* mähis — vibraatori liikumatu plaat *12* — vibraatori kontaktid *3* ja *4* — juhe *13* — akupatarei miinus. Südamiku magnetvoo toimel tõmmatakse ankur *7* südamiku külge ja membraani varras *2* lahutab kontaktid *3* ja *4*. Seega katkeb vool helisignaali ahelas, elastne membraan viib aga ankru tagasi esialgsesse asendisse, ühendades vibraatori kontaktid. Seejärel kordub protsess samas järjekorras. Helisagedusega võnkuvad ankur *7* ja membraan *6* tekitavadki signaalheli. Vibraatori kontaktide lahutamisel indutseeritakse elektromagneti mähises katkestusvool, mis tekitab kontaktide vahel sädeme. Et kontaktide sädelemist vähendada, lülitatakse vibraatori kontaktidega *3* ja *4* paralleelselt kondensaator *10*.



Joon. 235. Helisignaalseadise skeem:
1 — akupatarei; *2* — membraani varras; *3* ja *4* — vibraatori kontaktid; *5* — ülemtoonide ketas; *6* — membraan; *7* — ankur; *8* — signaalinupp; *9* — juhe järelvankri signaalinupule; *10* — kondensaator; *11* — elektromagnet; *12* — vibraatori vedru; *13* — juhe.

Vibraatori kontaktid *3* ja *4* on volframist. Kirjeldatud skeemi järgi töötavad helisignaalid С-56Г (traktoritel ДТ-20, Т-28 ja МТЗ-5МС), С-55 (autodel ГАЗ-51А) ja С-21 (autodel ЗИЛ-164 ja МАЗ-200).

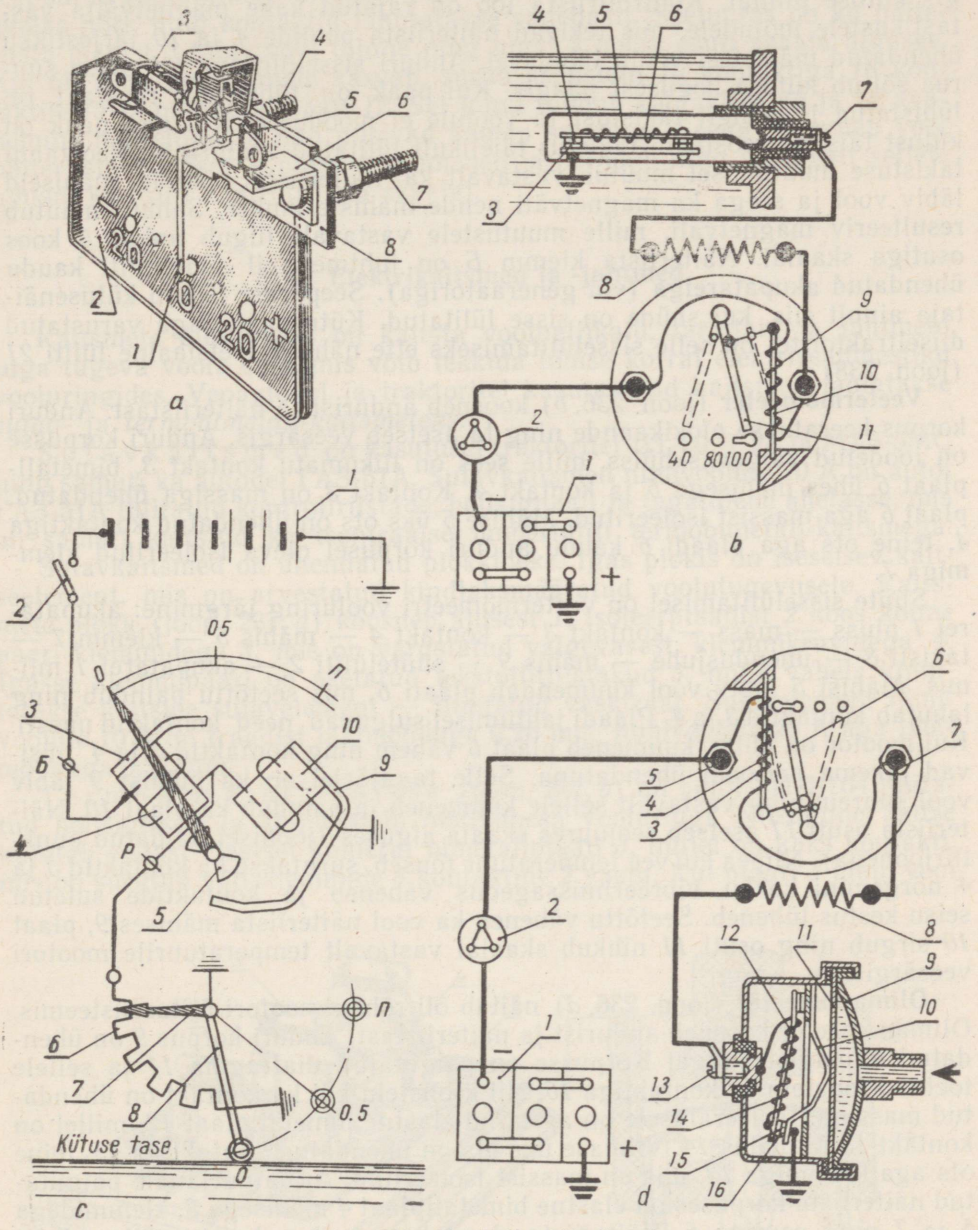
Signaalseadis tuleb hoida puhas ja kontrollida vibraatori kontaktide seisukorda. Signaal peab olema kindlalt kinnitatud ning juhtmed tihedalt ühendatud klemmidega. Vibraatori kontaktide põlenud pinnad puhastatakse sametviili või smirgelpaberiga.

§ 3. Kontroll-mõõteriistad

Ampermeeter näitab voolu tugevust amprites ning on ette nähtud akupatarei laadimise ja tühjenemise kontrollimiseks. Ampermeeter lülitatakse akupatarei vooluringi järjestikku. Selle ehitus on järgmine (joon. 236, *a*). Isoleerplaadile *8* on paigutatud klemmid *4* ja *7* koos valgevasest plaadiga *6*, püsivmagnet *3*, osuti *1* koos ankruga *5* ja skaala *2*. Plaati *6* läbiv vool tekitab magnetvälja, mille mõjul pöördub ankur *5* koos osutiga *1*.

Osuti hälve on võrdeline ampermeetrit läbiva vooluga. Sõltuvalt voolu suunast kaldub osuti kas märgi «pluss» poole, näidates akupatarei laadimist, või märgi «miinus» poole, näidates akupatarei tühjenemist.

Kütusenäitaja (joon. 236, *c*) koosneb näiteriistast ja andurist, mis on paigutatud kütusepaaki. Näiteriistas on peaosadeks kaks pooli *4* ja *10*, mis on teineteise suhtes paigutatud 90° alla. Poolide geomeetriliste tel-



Joon. 236. Kontroll-mõõteriistad:

a — ampermeeter: *1* — osuti; *2* — skaala; *3* — püsivmagnet; *4* — klemm; *5* — ankur; *6* — ühendusplaat; *7* — klemm; *8* — isoleerplaat; *c* — kütusenäitaja: *1* — akupatarei; *2* — süütelüliti; *3* — messingkronstein; *4* — raudsüdamikuga pool; *5* — ankur koos osutiga; *6* — reostaat; *7* — reostaadi liugkontakt; *8* — ujuki varras; *9* — teraskronstein; *10* — raudsüdamikuga pool; *Б* — klemm «patarei»; *Р* — klemm «reostaat»; *b* — veetemperatuuri näitaja: *1* — akupatarei; *2* — süütelüliti; *3* ja *4* — liikuv ja liikumatu kontakt; *5* ja *9* — mähised; *6* ja *10* — plaadid; *7* — klemm; *8* — takisti; *11* — osuti; *d* — õlitussüsteemi manomeeter: *1* — akupatarei; *2* — süütelüliti; *3* ja *14* — mähised; *4* ja *12* — bimetallplaadid; *5* ja *7* — klemmid; *6* — osuti; *8* — takisti; *9* — korpus; *10* — kronstein; *11* — diafragma; *13* — klemm; *15* ja *16* — kontaktid.

gede lõikepunkti on asetatud ankur *5* koos osutiga. Mõõteriista skaalal on viis jaotust. Äärmistel ja keskmistel jaotustel on numbrid 0 (paak on tühi), 0,5 (paak on poolenisti täis) ja П (paak on täis). Poolide südamike ülemistel otstel on rauast kingad, mis suunavad poolide magnetvälju. Reostaadi *6* mähise üks ots on ühendatud massiga, teine ots aga näiteriista poolide *4* ja *10* mähiste otstega. Reostaadi mähisel libiseb liugkontakt *7*, mis on kinnitatud ujuki *8* varda ülemisele otsale. Ujuk ujub paagis kütuse pinnal. Kontrollriista töö on rajatud kahe magnetvälja vastastikustele mõjudele, mis tekivad näiteriista poolide *4* ja *10* järjestikku ühendatud mähistest voolu läbimisel. Anduri sisselülitatud takistuse suurus sõltub kütuse kogusest paagis. Kui paak on tühi, siis reostaat on lühistatud ja mingit takistust ta voolule ei moodusta. Kui aga paak on kütust täis, on reostaadi takistus täielikult lülitatud vooluringi. Reostaadi takistuse muutumisel muutub vastavalt ka näiteriista poolide mähiseid läbiv vool ja seega ka magnetväli nende mähiste ümber. Samuti muutub resulteeriv magnetväli, mille muutustele vastavalt liigub ankur *5* koos osutiga skaalal. Näiteriista klemm *Б* on juhtme abil süütelüliti kaudu ühendatud akupatareiga (või generaatoriga). Seepärast töötab kütusenäitaja ainult siis, kui süüde on sisse lülitatud. Kütusenäitajaga varustatud diiseltraktoritel on selle sisselülitamiseks ette nähtud spetsiaalne lüliti *21* (joon. 238).

Veetermomeeter (joon. 236, *b*) koosneb andurist ja näiteriistast. Anduri korpus keeratakse plokikaande ning ta asetseb veesärgis. Anduri korpusse on joodetud valgevaskhülss, mille sees on liikumatu kontakt *3*, bimetallplaat *6* ühes mähisega *5* ja kontakt *4*. Kontakt *3* on massiga ühendatud, plaat *6* aga massist isoleeritud. Mähise *5* üks ots on ühendatud kontaktiga *4*, teine ots aga plaadi *6* kaudu anduri korpusel olevá isoleeritud klemmiga *7*.

Süüte sisselülitamisel on veetermomeetri vooluring järgmine: akupatarei *1* pluss — mass — kontakt *3* — kontakt *4* — mähis *5* — klemm *7* — takisti *8* — ühendusjuhe — mähis *9* — süütelüliti *2* — akupatarei *1* miinus. Mähist *5* läbiv vool kuumendab plaati *6*, mis seetõttu paindub ning lahutab kontaktid *3* ja *4*. Plaadi jahtumisel sulguvad need kontaktid uuesti. Kui mootor on külm, kuumeneb plaat *6* vähem ning kontaktid *3* ja *4* püsivad pikema perioodi ühendatuna. Selle tagajärjel on ka mähist *9* läbiv vool suurem ning vastavalt sellele kuumeneb ja paindub ka plaat *10*. Näiteriista osuti *11* asetseb seejuures skaala alguses (joonisel näidatud punktiirjoonega). Niipea kui vee temperatuur tõuseb, surutakse ka kontaktid *3* ja *4* nõrgemini kokku, vibreerimissagedus väheneb ja kontaktide suletud seisu kestus lüheneb. Seetõttu väheneb ka vool näiteriista mähises *9*, plaat *10* sirgub ning osuti *11* nihkub skaalal vastavalt temperatuurile mootori veesärgis.

Õlimanomeeter (joon. 236, *d*) näitab õli rõhku mootori õlitussüsteemis. Õlimanomeeter koosneb andurist ja näiteriistast. Anduri korpus *9* on ühendatud õlimagistraaliga. Korpusse on paigutatud diafragma *11* ja sellele toetuv kronstein *10* kontaktiga *16*. Nii kronstein kui ka kontakt on ühendatud massiga. Isoleeralusele on asetatud elastne bimetallplaat *12*, millel on kontakt *15* ja mähis *14*. Viimase üks ots on ühendatud kontaktiga *15*, teine ots aga klemmiga *13*, mis on massist isoleeritud. Armatuurlauale paigutatud näiteriista korpuses on elastne bimetallplaat *4* mähisega *3*, klemmidega *5* ja *7* ning osutiga *6*. Näiteriista skaalal on jaotused, mis näitavad õli rõhku kg/cm². Plaat *4* on ühendatud osutiga *6*, mähis *3* aga anduri isoleeritud klemmidega *5* ja *7*.

Süüte sisselülitamisel kulgeb vool kontrollriista ahelas järgmiselt: akupatarei *1* pluss — mass — liikumatu kontakt *16* ja liikuv kontakt *15* — mähis *14* — klemm *13* — takisti *8* — klemm *7* — mähis *3* — klemm *5* — süütelüliti *2* — akupatarei *1* miinus. Voolu läbimisel mähisest *3* kuumeneb

plaat *4* ja paindub, sest plaat on valmistatud kahest erineva joonpaisumisteguriga metallist. Plaadi paindumisel kaldub osuti *6* kõrvale. Plaadi deformeerumise suurus ja seega ka osuti hälve on võrdeline mähist *3* läbiva vooluga. Vool manomeetri ahelas sõltub anduri kontaktide *15* ja *16* survest, mille määrab õli rõhk diafragmale *11*. Anduri mähist *14* läbiv vool kuumendab ja kallutab plaati *12* kontaktide *16* ja *15* lahutamise suunas. Kui surve kontaktidele on väike (õlirõhk süsteemis madal), siis on ka vool ahelas nõrk ning kontaktid lahutatakse sagedasti. Seejuures on ka näiteriista mähist *3* läbiv vool tühine ning plaat *4* hoiab osuti skaala alguses. Kui õli rõhk diafragmale kasvab, surub kronstein *10* kontaktiga *16* kontaktile *15* ja painutab plaati *12*. Sel juhul toimub kontaktide *15* ja *16* avanemine harvemini ja nad püsivad kauem suletuna. Seega tugevneb vool näiteriista mähises *3*, plaat *4* kuumeneb ja paindub ning vastavalt sellele nihkub ka osuti kontrollriista skaalal.

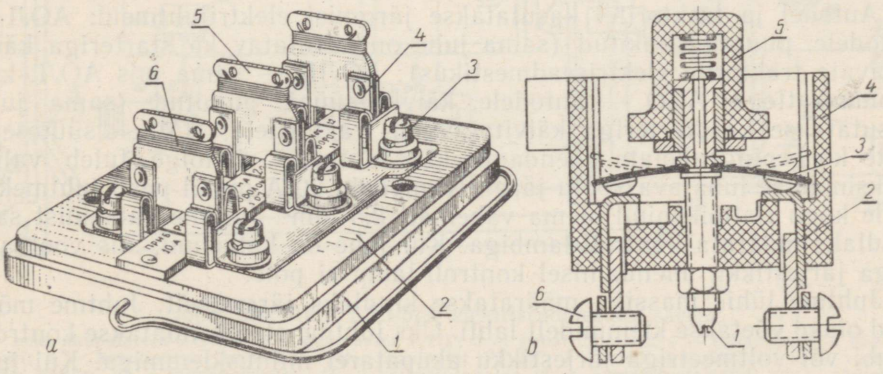
§ 4. Elektrikaitsmed ja -juhtmed

Kaitsmete ülesandeks on kaitsta vooluallikaid, tarbijaid ja juhtmeid liiga tugeva voolu eest, mis võib tekkida lühise korral elektriseadmestiku vooluringides. Veoautodel ja traktoritel kasutatavad kaitsmed jaotatakse *sulav-* ja *termobimetall-kaitsmeteks*.

S u l a v k a i t s m e d on kasutusel traktoritel ДТ-20, Т-28 ja МТЗ-5МС ning samuti ka autodel ГАЗ-51А. Sulavkaitsmed nimivoolule 10 A on autol ГАЗ-51А lülitatud kontrollriistade, helisignaali ja tagatulede ahelasse, mis on samuti kaitstud ka tsentraalse ümberlüliti termobimetall-kaitsmega.

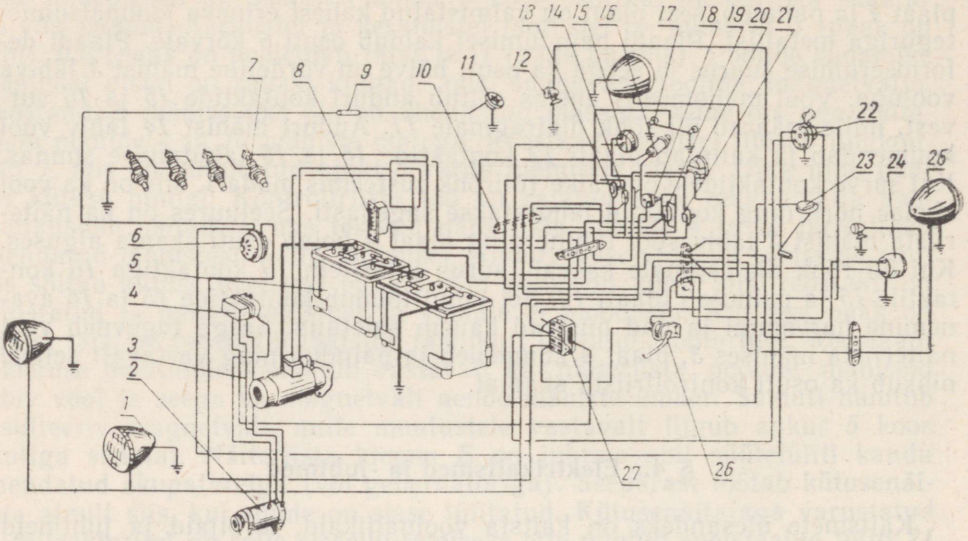
Sulavkaitsmed on ühendatud plokkideks. Igas plokis on iseseisev kaitseelement, mis on arvestatud kindlaksmääratud voolutugevusele. Kaitsmete plokk (joon. 237, *a*) koosneb alusest *1*, isoleerplaadist *2* koos kolme paari klemmidega *3*, mis on varustatud valgevasest klemmikruvidega *4*. Igasse klemmipaari on asetatud tekstoliitliistakud *5*, mille vahele kinnitatakse kaitsme sulavelement — tinutatud vasktraat. Sulavelement nimivoolule 10 A on traadist läbimõõduga 0,26 mm, nimivoolule 20 A aga läbimõõduga 0,37 mm.

T e r m o b i m e t a l l - k a i t s e (joon. 237, *b*) on autol ЗИЛ-164 lülitatud helisignaali ja kandelambi pistikupesa vooluringi. Niisugune kaitse kujutab endast elastset kumerat bimetallplaati *3*, millel on kaks kontakti, mis on surutud välisklemmide *6* kontaktide *2* vastu. Kui plaati *3* läbib vool



Joon. 237. Kaitsmed:

a — sulavkaitse: *1* — alus; *2* — isoleerplaat; *3* — klemm; *4* — messingklemm; *5* — tekstoliitkeha; *6* — traat; *b* — termobimetall-kaitse: *1* — kruvi; *2* — kontakt; *3* — kontaktidega bimetallplaat; *4* — karboliidist korpus; *5* — nupp; *6* — klemm.



Joon. 238. Traktori MTЗ-5MC elektriseadmestiku skeem:

1 — esilatern; *2* — generaator Г-81, *3* — starter СТ-50; *4* — relee-regulaator РР-81Б; *5* — akupatarei, mis koosneb kahest järjestikku ühendatud patareist 3-СТ-135; *6* — helisignaalseadis; *7* — hõõgküünal; *8* — takisti; *9* — ühendusmuhv; *10* — ühenduspaneel; *11* — signaali nupp; *12* — gabariidilatern; *13* — armatuurlaua valgustuse lüliti; *14* — tagatulede ja numbritule ümberlüliti; *15* — kütusenäitaja; *16* — hõõgküünla kontrollelement; *17* — armatuurlaualambid; *18* — hõõgküünalde lüliti; *19* — esi- ja gabariiditulede ümberlüliti; *20* — ampermeeter; *21* — kütusenäitaja lüliti; *22* — pistikupesa; *23* — kütusenäitaja andur; *24* — tagalatern; *25* — tagavalgustuse latern; *26* — stoppsignaali lüliti; *27* — sulavkaitsmed.

üle 20 A, siis ta kuumeneb ja paindub järsu klõpsatusega ülespoole (näidatud punktiiriga) ning lahutab vooluringi. Kaitsme sisselülitamiseks pärast lühise kõrvaldamist tuleb suruda nupule *5*. Kaitse on paigutatud karboliidist korpusse *4* ja reguleeritakse nõutavale nimivoolule kruviga *1*, mis muudab plaadi *3* pingust.

Elektrijuhtmed on kokku keeratud mitmest tinutatud vasktraadist (kiust) ja kaetud isolatsiooniga. Isoleerkatte alumiseks kihiks on kummiga vulkaniseeritud puuvillniidid, pealmine kiht aga on tehtud värvilisest puuvillniidist ning immutatud spetsiaalse lakiga. Lakk kaitseb juhtme isolatsiooni kütuse ja määrdeainete kahjustavate mõjude eest. Juhtmed tehakse mitmesuguses värvuses, mis kergendab nende monteerimist ja rikete avastamist.

Autodel ja traktoritel kasutatakse järgmisi elektrijuhtmeid: АОЛ — autodele, punutud, lakitud (sama juhe on kasutatav ka starteriga käivitatavate traktorite elektriseadmestikus); АОЛБ — sama mis АОЛ, kuid soomuskattega; АСО — autodele, käivitustüüpi, punutud (sama juhet kasutatakse ka starteriga käivitatavatel traktoritel); ПМ — süüteseadmete kõrgepingeahelate ühendamiseks. Juhtmete ristlõige tuleb valida maksimaalse lubatava voolu järgi. Nimivoolu 20 A puhul peab juhtmekiudude kogu ristlõikepind olema vähemalt 2,5 mm^2. Juhtme katkemist saab kindlaks määrata kontroll-lambiga. Kui juhe on katkenud, siis vooluallikaga järjestikku ühendamisel kontroll-lamp ei põle.

Juhtme lühis massiga määratakse kindlaks järgmiselt. Juhtme mõlemad otsad võetakse klemmidelt lahti. Üks juhtme ots ühendatakse kontroll-lambi või voltmeetriga järjestikku akupatarei miinusklemmiga. Kui juhe on lühises, siis lamp süttib, voltmeeter aga näitab patarei klemmipinget.

§ 5. Elektriseadmestike skeemid

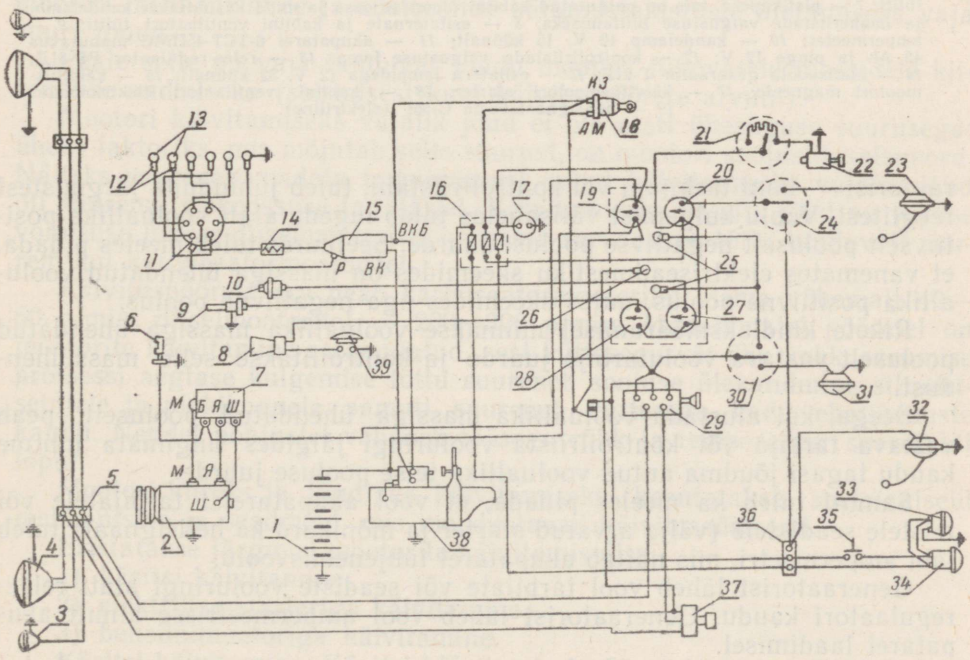
Autode ja traktorite vooluallikad, voolutarbijad ja muud elektriseadmestiku osad ühendatakse omavahel juhtmete abil ja kindlaks määratud elektrilise skeemi järgi. Sellist skeemi nimetatakse elektriseadmestiku skeemiks.

Elektriseadmestiku skeem koosneb paljudest vastastikku ühenduses olevatest elektriahelatest, mis ühendavad vooluallikaid tarbijate ning kontrollriistadega. Traktoritel ja autodel kasutatakse *ühejuhtmesüsteemi.* Niisuguse süsteemi korral on kõik antud skeemi kuuluvate seadmete — iga vooluallika ja iga tarbija — üks poolus ühendatud masina metallosadega (massiga). Niisuguse süsteemi eeliseks on juhtmete kokkuhoid ja kogu elektriseadmestiku skeemi lihtsustamine.

Eristatakse kaht tüüpi ühejuhtmesüsteeme. Esimesel neist on mass positiivseks juhtmeks, s. o. vooluallika negatiivne poolus on ühendatud massiga (joon. 238, 239 ja 239A). Vooluallika negatiivse pooluse («miinuse») ühendamine massiga võimaldab spetsiaalsete seadiste lülitamisega skeemi kõrvaldada raadiohäireid, mida tekitavad süüteseadmed, generaator, releeregulaator ja teised seadised. Seepärast on kõigi masinate viimastel väljalasetel positiivse pooluse asemel ühendatud negatiivne poolus («miinus») massiga.

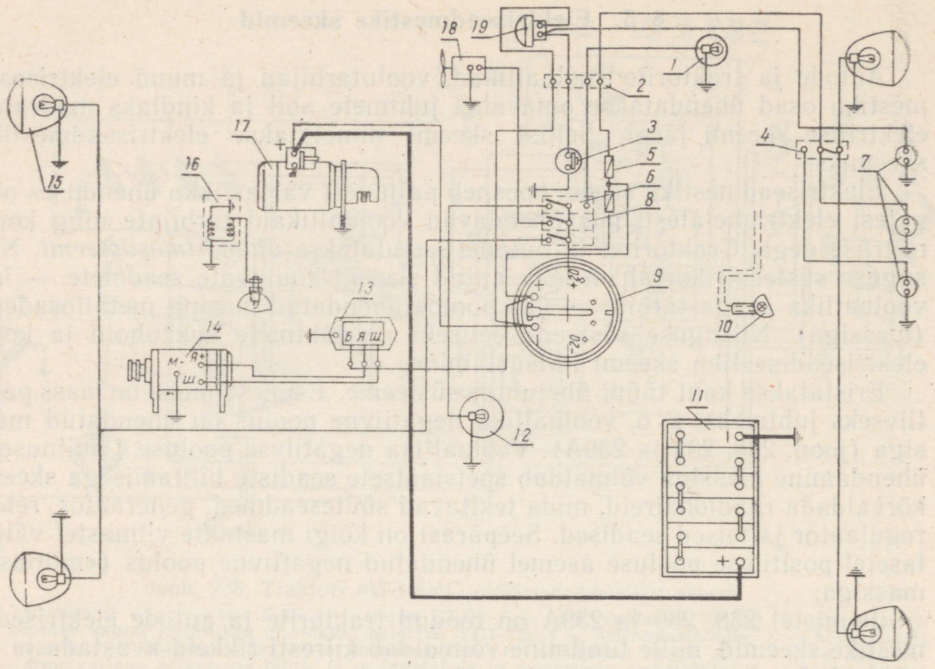
Joonistel 238, 239 ja 239A on toodud traktorite ja autode elektriseadmestike skeemid, mille tundmine võimaldab kiiresti rikkeid avastada ja ka kõrvaldada.

Selleks et jälgida voolu teed vooluallikast — akupatareist või gene-



Joon. 239. Auto ГАЗ-51А elektriseadmestiku skeem:

1 — kaks akupatareid 3-СТ-70; *2* — generaator Г-21Г; *3* — gabariidilatern; *4* — esilatern; *5* — ühenduspaneel; *6* — kapotialune lamp; *7* — relee-regulaator РР-24Г; *8* — helisignaalseadis; *9* — veetermomeetri andur; *10* — õlimanomeeter; *11* — katkesti-jagaja; *12* — summutustakistid; *13* — süüteküünlad; *14* — summutustakisti; *15* — süütepool; *16* — sulavkaitsmete plokk; *17* — pistikupesa; *18* — süütelüliti; *19* — ampermeeter; *20* — kütusenäitaja; *21* — ümberlüliti; *22* — tuuleklaasi soojendusventilaatori mootor; *23* — kütusenäitaja andur; *24* — kütusenäitaja anduri ümberlüliti; *25* — armatuurlaua valgustuse lamp; *26* — kaugtulede kontroll-lamp; *27* — õlimanomeeter; *28* — veetermomeeter; *29* — tulede tsentraalümberlüliti; *30* — armatuurlaua valgustuse ja plafooni ümberlüliti; *31* — kabiini plafoon; *32* — kütusenäitaja andur; *33* — tagumine numbrilatern; *34* — järelvankri pistikupesa; *35* — stoppsignaali lüliti; *36* — ühenduspaneel; *37* — valgustuse jalglüliti; *38* — starter СТ-8; *39* — signaalinupp.



Joon. 239A. Traktori T-75 elektriseadmestiku skeem:

1 — kabiini plafoon koos lambiga; *2* — vahepaneel; *3* — helisignaali nupp; *4* — tagatulede ja haakeriistade tulede ümberlüliti; *5* — sulavkaitse; *6* — armatuurlaua ja laevalgustuse ümberlüliti; *7* — pistikupesa, mis on paigutatud kabiini ülemisse ossa ja mida kasutatakse kandelambi ja haakeriistade valgustuse lülitamiseks; *8* — esilaternate ja kabiini ventilaatori lüliti; *9* — ampermeeter; *10* — kandelamp 12 V, 15 küünalt; *11* — akupatarei 6-ТСТ-45ПМС mahutavus 45 Ah ja pinge 12 V; *12* — kontrollriistade valgustuse lamp; *13* — relee-regulaator РР-81Д; *14* — alalisvoolu generaator Г-21Г; *15* — esilatern lampidega 12 V, 32 küünalt; *16* — käivitusmootori magneeto; *17* — käivitusmootori starter; *18* — kabiini ventilaatori elektrimootor; *19* — helisignaalseadis С-56Г (elektriline).

raatorist — kuni tarbijani või kontrollriistani, tuleb juhinduda järgmistest reeglitest. Voolu kulgemist välisahelas tuleb lugeda alati vooluallika positiivselt pooluselt negatiivse pooluse juurde. Seejuures tuleb meeles pidada, et vanemates elektriseadmestiku skeemides on massiga ühendatud vooluallika positiivne poolus, uutes skeemides aga negatiivne poolus.

Rikete kindlaksmääramisel minnakse vooluallika massiga ühendatud pooluselt vastava voolutarbija juurde ja kontrollitakse selle massiühendust.

Seega, kui alustada vooluallika massiga ühendatud pooluselt, peab vastava tarbija või kontrollriista vooluringi jälgides tingimata juhtme kaudu tagasi jõudma antud vooluallika teise pooluse juurde.

Samuti tuleb ka meeles pidada, et vool akupatareist tarbijatele või teistele seadistele (välja arvatud starter ja mõnikord ka helisignaal) tuleb läbi ampermeetri, mis näitab akupatarei tühjenemisvoolu.

Generaatorist läheb vool tarbijate või seadiste vooluringi alati releeregulaatori kaudu. Generaatorist läheb vool ampermeetrisse ainult akupatarei laadimisel.

SEITSMES OSA

MOOTORITE KÄIVITAMINE

XXV peatükk

MOOTORITE KÄIVITUSSÜSTEEM

§ 1. Käivitussüsteem

Sisepõlemismootori käivitamiseks on vaja panna tema väntvõll pöörlema sellise pöörlemiskiirusega, mis kindlustab küttesegu moodustamise, silindrite täitumise värske küttesegu (või õhuga), vajaliku rõhu ja segu süttimise.

Minimaalset väntvõlli pöörete arvu, mille juures saadakse esimesed süttimised mootori silindrites, nimetatakse *käivituspöörete arvuks*.

Mootori käivitamisel on väntvõlli pööramiseks küttesegu (või õhu) kokkusurumiseks, liikuvate detailide vahel tekkivate hõõrdetakistuste ning mootori mehhanismide ja süsteemide käitamistakistuste ületamiseks vaja suurt jõudu.

Peale selle on vaja tunduvat jõudu mootori liikuvatele massidele kiirenduse andmiseks (seismisest kuni käivituspöörete arvuni).

Mootori käivitamiseks vajalik jõud ei ole alati ühesuguse suurusega; üheks faktoriks, mis mõjutab selle suurust, on mootori soojuslik seisukord. Näiteks suureneb madala temperatuuri puhul käivitamiseks vajalik jõud õli suurema viskoossuse tagajärjel. Käivitamiseks vajalik jõud on võrdse võimsuse juures diiselmootoritel kõrgema surveastme tõttu tunduvalt suurem kui karburaatormootoritel.

Käivituspöörete arv peab karburaatormootoritel olema vähemalt 40—50 p/min, diiselmootoritel — 200—300 p/min. Madalamatel pööretel on mootorite käivitamine raskendatud, sest küttesegu või õhu kokkusurumise protsessi aeglase kulgemise tõttu suureneb soojuse ülekandmine silindriseintele ja plokikaanele; samuti suureneb küttesegu kadu ebatiheduste kaudu. Nendel põhjustel väheneb töösegu rõhk ja temperatuur survetakti lõpul.

Mootori kiireks ja kindlaks käivitamiseks kasutatakse spetsiaalseid mehhanisme ja seadmeid, mis moodustavad käivitussüsteemi.

Eristatakse järgmisi mootorite käivitamisviise:

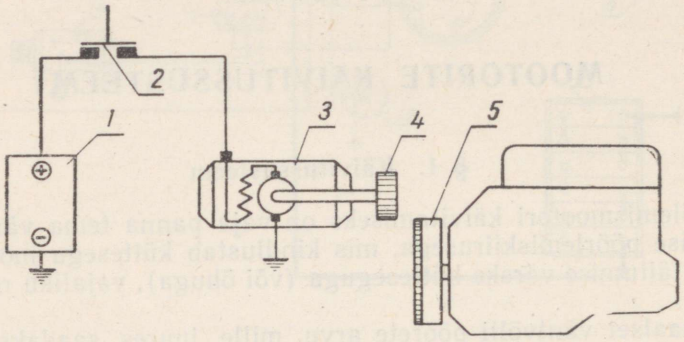
1) käsitsi käivitamine;
2) elektrilise starteriga käivitamine;
3) bensiinimootoriga käivitamine.

Käsitsi käivitamine. Käsitsi käivitamisel pööratakse väntvõlli käivitaja energia arvel kas käivitusvändaga, mis sidestatakse väntvõlli põrkmuhviga, või hoorattale keritud käivitusnööriga (käivitusmootor ПД-10М). Seda viisi kasutatakse peamiselt karburaatormootorite käivitamiseks.

Käivitamine elektrilise starteriga on rohkem levinud. Seda käivitusviisi kasutatakse kõikidel automootoritel, samuti traktorite diiselmootoritel Д-16, Д-20, Д-24, Д-28, Д-30, Д-48М, СМД-7 ja Д-75 käivitusmootoril.

Elektrilise starteriga käivitussüsteemi lihtsaim skeem on näidatud joonisel 240.

Elektrilist starterit *3* toidetakse madalapingelise vooluga akupatareist *1*. Käivitusperioodiks viiakse starteri hammasratas *4* hambumisse mootori hooratta hammasvööga *5*. Ülekandearv starteri hammasratta ja hooratta hammasvöö vahel valitakse niisuguse arvestusega, et anda mootori väntvõllile käivitamiseks vajalik pöörlemiskiirus. Starter lülitatakse sisse ja pärast käivitamist välja spetsiaalse mehhanismi abil. Starterite ja nende ajamite ehitust on kirjeldatud XXIII peatükis.



Joon. 240. Elektrilise starteriga käivitamise lihtsam skeem:
1 — akupatarei; *2* — lüliti; *3* — elektriline starter; *4* — starteri hammasratas; *5* — mootori hooratta hammasvöö.

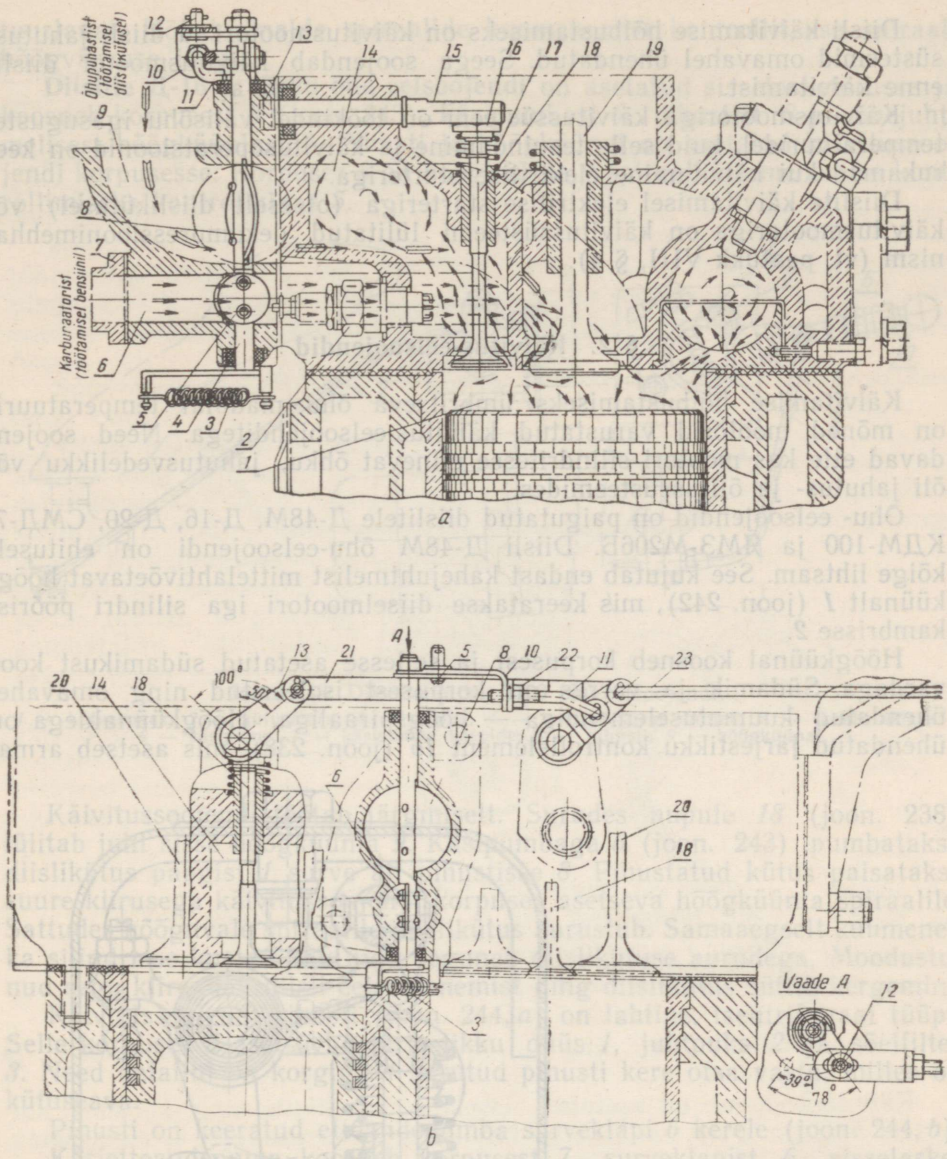
Elektrilise starteriga mootorid on varustatud ka käivitusvändaga. Vänta kasutatakse külma mootori väntvõlli pööramiseks enne käivitamist ja tehnilisel hooldamisel. Karburaatormootoritel ja väikese võimsusega diiselmootoritel kasutatakse käivitusvänta tagavaravahendina käivitamiseks neil juhtudel, kui akupatarei on tühjenenud või starter ei tööta.

Omapärane on diiselmootori Д-28 käivitamine. See mootor käivitatakse elektrilise starteriga algul bensiinil, kusjuures surveaste on vähendatud, seejärel aga viiakse üle tööle diislikütusel. Surveastme vähendamine (14,5 kuni 5,5) saavutatakse peapõlemiskambrite *1* (joon. 241, *a*) ühendamise teel lisakambritega *14*, mis asetsevad plokikaanes. Pea- ja lisapõlemiskambrid ühendatakse klappide *18* abil. Plokikaanes asuvates sisselaskekanalites *6* ja *9* asetsevad klapid *5* ja *8*, mis on kinnitatud ühisele teljele *4*. Kui üks nendest on avatud, suleb teine tihedalt oma kanali. Kaasavedaja *10* (joon. 241, *b*) ja reguleerimisvarda *11* abil on klapid *5* ja *8* plokeeritud lisapõlemiskambri klappide *18* ühendusvardaga *23*. Enne käivitamist paigutatakse armatuurlaua lähedal asetseva hoova abil juhtvarras asendisse, mille juures võllikud *15* (joon. 241, *a*) avavad klapid *18*. Samaaegselt pöördub klappide telg *4* asendisse, mille juures suur õhuklapp *8* suleb õhupuhastist tuleva õhukanali *9*, väike seguklapp *5* aga avaneb, ühendades karburaatorit sisselaskeklapi *19* kanaliga.

Mootori käivitamisel starteriga imetakse küttesegu karburaatorist pea- ja lisapõlemiskambritesse.

Küttesegu süüdatakse elektrisädemega. Süütesüsteem koosneb käivituskiirendajaga magneetost, kõrgepingejuhtmetest ja süüteküünaldest *2*, mis on keeratud lisapõlemiskambrite keermetatud avadesse.

Niipea, kui mootor hakkab tööle bensiinil, suletakse bensiinipaagi kraan. Seejärel suletakse armatuurlaua läheduses asetseva hoova abil klapid *18*. Seejuures sulgub väike seguklapp *5* ning suur õhuklapp *8* avaneb. Samaaegselt lülitatakse sisse diislikütuse andmine. Pärast mootori



Joon. 241. Diiselmootori Д-28 käivitamine:

a — tagantvaade (lõige); *b* — vaade vasakult (lõige); *1* — peapõlemiskamber; *2* — süüteküünal; *3* — vedru; *4* — klappide telg; *5* — väike seguklapp; *6* ja *9* — sisselaskekanalid; *7* — karburaatori äärik; *8* — suur õhuklapp; *10* — kaasavedaja; *11* — reguleerimisvarras; *12* — tihvt; *13* — hoob; *14* — lisapõlemiskamber; *15* — võllik; *16* — vedrutaldrik; *17* — vedru; *18* — lisapõlemiskambri klapp; *19* — sisselaskeklapp; *20* — väljalaskeklapp; *21* — ühendusvarras; *22* — kontramutter; *23* — lisapõlemiskambri klappide juhtimisvarras.

bensiinil töötamise lõppu pöörleb väntvõll inertsi mõjul edasi diisli käivitumiseks vajaliku pöörlemiskiirusega ja mootor hakkab tööle diislikütusel.

Bensiinimootoriga käivitussüsteemi kasutatakse traktorite diiselmootorite Д-48Л, Д-54А, Д-75 ja КДМ-100 käivitamisel. Pöörlemise edasiandmiseks käivitusmootori väntvõllilt diisli väntvõllile kasutatakse selles käivitussüsteemis jõuülekannet. Kui diisel hakkab tööle, lahutatakse käivitusmootor koos jõuülekandemehhanismiga automaatselt diisli väntvõllist.

Diisli käivitamise hõlbustamiseks on käivitusmootori ja diisli jahutussüsteemid omavahel ühendatud. Seega soojendab käivitusmootor diislit enne käivitamist.

Käivitusmootoriga käivitussüsteem on töökindel välisõhu igasugustel temperatuuridel, kuid selle teenindamine ja käivitusoperatsioonid on keerukamad kui käivitamine elektrilise starteriga.

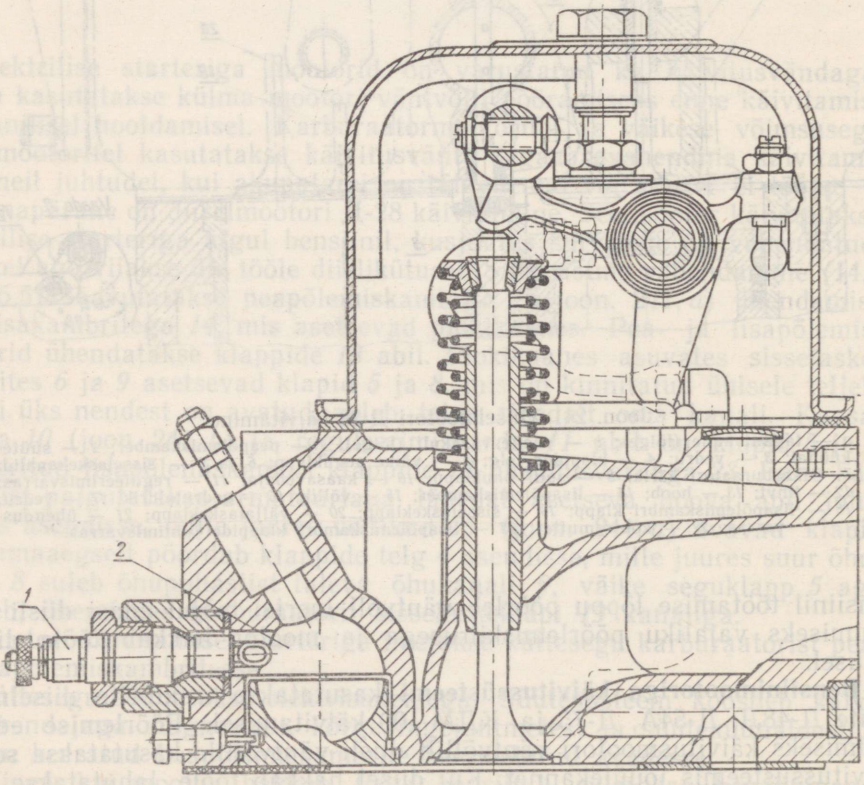
Diislite käivitamisel elektrilise starteriga (otseselt diislikütusel) või käivitusmootoriga on käivitussüsteemi lülitatud dekompressioonimehhanism (vt. peatükk VIII, § 4).

§ 2. Käivitus-eelsoojendid

Käivitamise hõlbustamiseks ümbritseva õhu madalal temperatuuril on mõned mootorid varustatud käivitus-eelsoojenditega. Need soojendavad ette kas mootori silindritesse minevat õhku, jahutusvedelikku või õli jahutus- ja õlitussüsteemides.

Õhu- eelsoojendid on paigutatud diislitele Д-48М, Д-16, Д-20, СМД-7, КДМ-100 ja ЯМЗ-М206Б. Diisli Д-48М õhu-eelsoojendi on ehituselt kõige lihtsam. See kujutab endast kahejuhtmelist mittelahtivõetavat hõõgküünalt *1* (joon. 242), mis keeratakse diiselmootori iga silindri pööriskambrisse *2*.

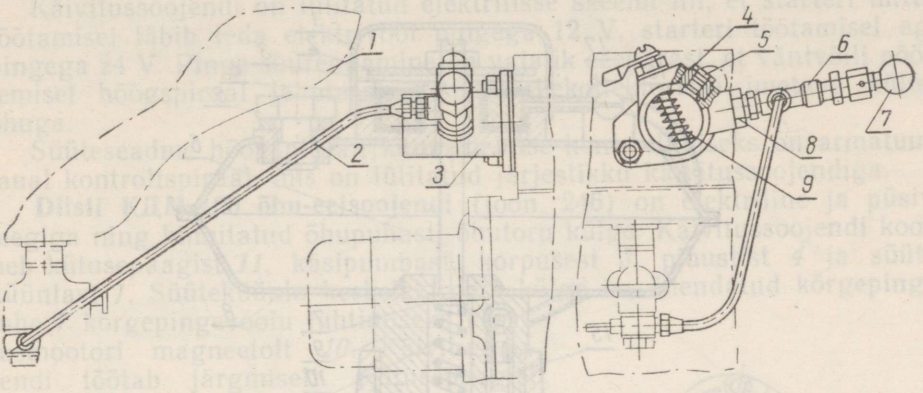
Hõõgküünal koosneb korpusest ja sellesse asetatud südamikust koos vardaga. Südamik ja varras on korpusest isoleeritud ning omavahel ühendatud kuumutuselemendiga — hõõgspiraaliga. Hõõgküünaldega on ühendatud järjestikku kontrollelement *16* (joon. 238). mis asetseb arma-



Joon. 242. Diiselmootori Д-48М õhu-eelsoojendi:
1 — hõõgküünal; *2* — pööriskamber.

tuurlaual. Hõõgküünalde spiraalide kuumenemist kontrollitakse spiraali hõõgvärvuse järgi.

Diislite Д-16 ja Д-20 õhu-eelsoojendi on asetatud sisselasketorusse ja koosneb korpusest *3* (joon. 243), käsipumbast *6*, pihustist *8* ja ühejuhtmelisest hõõgküünlast *9*. Pihusti ja hõõgküünal on asetatud käivitussoojendi korpusesse. Korpuses *3* on hõõgküünla *9* spiraali kuumenemise kontrollimiseks kontrollklaas *5*.



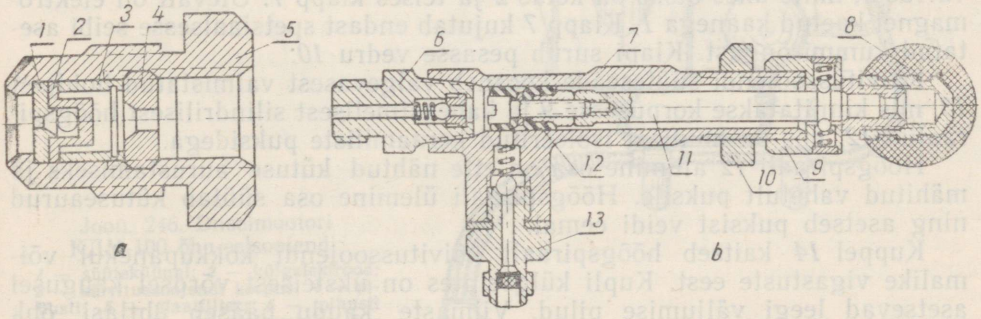
Joon. 243. Diiselmootori Д-20 õhu-eelsoojendi:
1 — kütusepaak; *2* — kütusetoru; *3* — korpus; *4* — kontrollklaasi mutter; *5* — kontrollklaas; *6* — käsipump; *7* — käsipumba käepide; *8* — pihusti; *9* — hõõgküünal.

Käivitussoojendi töötab järgmiselt. Surudes nupule *18* (joon. 238) lülitab juht sisse hõõgküünla *9*. Käsipumbaga *6* (joon. 243) pumbatakse diislikütus paagist *1* surve all pihustisse *8*. Pihustatud kütus paisatakse suure kiirusega käivitussoojendi korpuses asetseva hõõgküünla spiraalile. Sattudes hõõguvale spiraalile diislikütus aurustub. Samaaegselt kuumeneb ka silindrisse imetav õhk ning seguneb diislikütuse aurudega. Moodustunud segu kiirendab diisli eelsoojenemist ning diislikütus süttib kergemini.

Käivitussoojendi pihusti (joon. 244, *a*) on lahtine, tsentrifugaal tüüpi. Selle korpuses *5* asetsevad järjestikku düüs *1*, juhtpuks *2* ja sõelfilter *3*. Need detailid on korgiga *4* surutud pihusti kere otsa vastu, milles on kütuseava.

Pihusti on keeratud etteandepumba surveklapi *6* kerele (joon. 244, *b*).

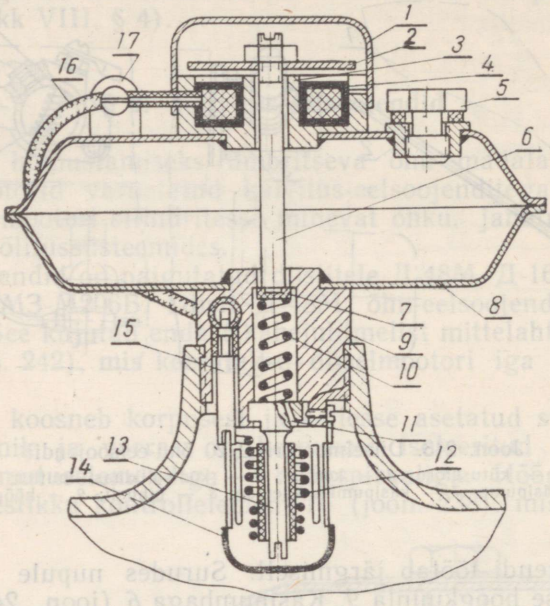
Käsietteandepump koosneb korpusest *7*, surveklapist *6*, sisselaske-



Joon. 244. Diiselmootori Д-20 õhu-eelsoojendi pihusti ja käsipump:
a — pihusti; *1* — düüs; *2* — juhtpuks; *3* — sõelfilter; *4* — kork; *5* — pihusti korpus; *b* — käsipump; *6* — surveklapp; *7* — pumba korpus; *8* — käepide; *9* — mutter; *10* — käsipumba kinnitusmutter; *11* — varras; *12* — mansetid; *13* — sisselaskeklapp.

klapist *13* ning vardast *11*, mille ühele otsale on kinnitatud mansetid *12* ja teisele otsale käepide *8*. Varda liikumisel paremale imetakse paagist *1* diislikütust (joon. 243), vasakule liikumisel surutakse diislikütus aga pihustisse *8*.

Diiselmootori СМД-7 õhu-eelsoojendi on elektriline, püsiva leegiga. Selle töötamine põhineb hõõgspiraalile joana pritsitud vedelkütuse põlemisel sisselasketorustikus. Seejuures tekkivad kuumad gaasid kuumutavad



Joonis 245. Diiselmootori СМД-7 õhu-eelsoojendi:
1 — elektromagneti kaas; *2* — ketas; *3* — südamik; *4* — pool; *5* — kork; *6* — varras; *7* — klapp; *8* — kütusepaak; *9* — käivitussoojendi korpus; *10* — vedru; *11* — kalibreeritud ava; *12* — hõõgspiraal; *13* — hoidja; *14* — kuppel; *15* — sild; *16* — juhe; *17* — kontaktiga püstik.

silindritesse imetava õhu ning kiirendavad diiselmootori plokikaane ja silindrite soojenemist.

Käivitussoojendi on asetatud sisselasketorustikule ning koosneb korpusest *9* (joon. 245), selle külge kinnitatud kütusepaagist *8*, elektromagnetist ja süüteseadmest.

Elektromagneti südamikule *3* on asetatud pool *4*. Südamiku ava läbib varras *6*, mille ühes otsas on ketas *2* ja teises klapp *7*. Ülevalt on elektromagnet kaetud kaanega *1*. Klapp *7* kujutab endast spetsiaalsesse seibi asetatud kummirõngast. Klapi surub pesasse vedru *10*.

Käivitussoojendi süüteseade koosneb valgevasest valmistatud hoidjast *13*, mis kinnitatakse korpusesse *9* ja kaheastmelisest silindrilisest hõõgspiraalist *12*, mis on hoidjast isoleeritud keraamiliste puksidega.

Hõõgspiraali *12* alumine osa on ette nähtud kütuse aurustamiseks ja mähitud vahetult puksile. Hõõgspiraali ülemine osa süütab kütuseaurud ning asetseb puksist veidi eemal.

Kuppel *14* kaitseb hõõgspiraali käivitussoojendi kokkupanekul võimalike vigastuste eest. Kupli külgseintes on üksteisest võrdsel kaugusel asetsevad leegi väljumise pilud. Viimaste kaudu pääseb ühtlasi õhk hõõgspiraali juurde.

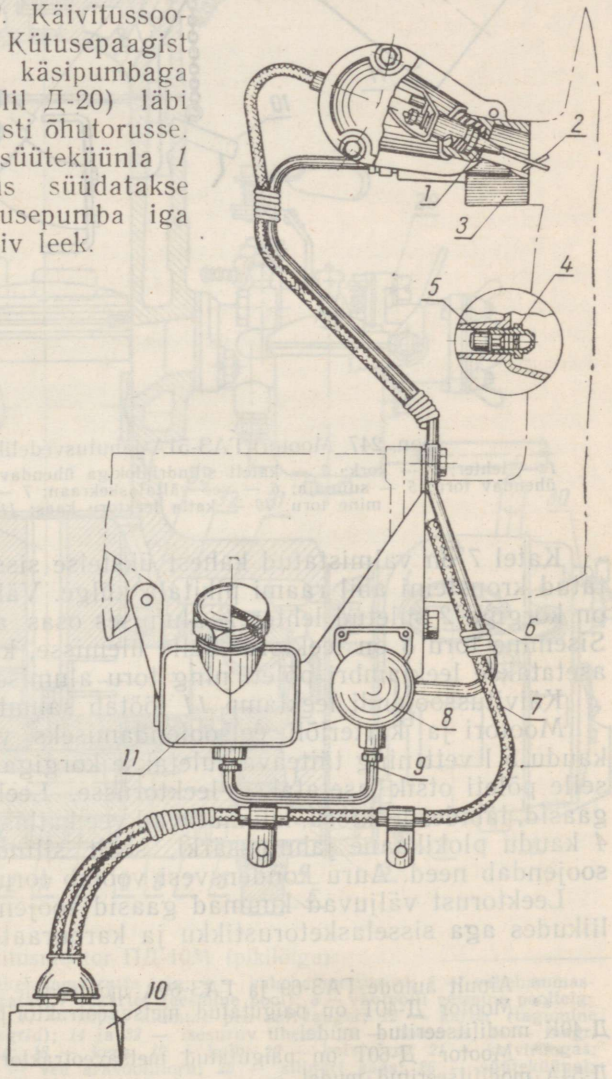
Kütus valatakse paaki *8* avast, mis suletakse korgiga *5*. Käivitussoojendi spetsiaalse lüliti abil sisselülitamisel läbib elektrivool üheaegselt

elektromagneti mähise, juhtme *16* ning silla *15* kaudu hõõgspiraali *12*. Elektromagnet tõmbab enda külge ketta *2* ning varras *6* avab alla liikudes klapi *7*. Kütus voolab paagist hõõgspiraali keerdudele läbi avatud klapi ja hoidja *13* kalibreeritud ava *11*. Esimestel diisli väntvõlli pööretel satub sisselasketorustikku imetav õhk kuplisse, seguneb kütuseaurudega ning hõõgspiraali ülemine osa süütab tekkinud segu. Seejuures saadud püsiv leek põleb kogu käivitusperioodi kestel.

Käivitussoojendi on lülitatud elektrilisse skeemi nii, et starteri mittetöötamisel läbib teda elektrivool pingega 12 V, starteri töötamisel aga pingega 24 V. Pinge suurendamine on vajalik seepärast, et väntvõlli pöörlemisel hõõgspiraal jahutatakse sisselaskekollektorisse imetava külma õhuga.

Süüteseadme hõõgspiraali kuumenemise kontrollimiseks on armatuurlaual kontrollspiraal, mis on lülitatud järjestikku käivitussoojendiga.

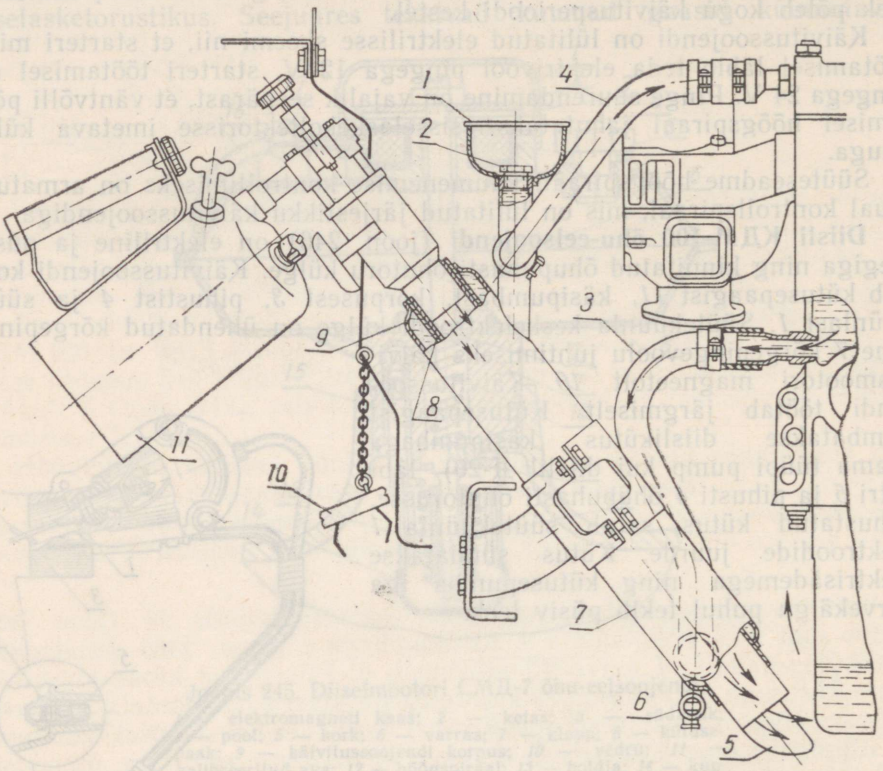
Diisli КДМ-100 õhu-eelsoojendi (joon. 246) on elektriline ja püsiva leegiga ning kinnitatud õhupuhasti õhutoru külge. Käivitussoojendi koosneb kütusepaagist *11*, käsipumbast, korpusest *3*, pihustist *4* ja süüteküünlast *1*. Süüteküünla keskelektroodi külge on ühendatud kõrgepingejuhe *7* kõrgepingevoolu juhtimiseks käivitusmootori magneetolt *10*. Käivitussoojendi töötab järgmiselt. Kütusepaagist pumbatakse diislikütus käsipumbaga (sama tüüpi pump kui diislil Д-20) läbi filtri *5* ja pihusti *4* õhupuhasti õhutorusse. Pihustatud kütus satub süüteküünla *1* elektroodide juurde. Kütus süüdatakse elektrisädemega ning kütusepumba iga survekäigu puhul tekib püsiv leek.



Joon. 246. Diiselmootori КДМ-100 õhu-eelsoojendi:
1 — süüteküünal; *2* — külgelektrood; *3* — käivitussoojendi korpus; *4* — pihusti; *5* — plaatfilter; *6* — pihusti kütusetoru; *7* — kõrgepingejuhe; *8* — käsipumba käepide; *9* — kütusetoru; *10* — magneeto; *11* — kütusepaak.

Jahutusvedeliku (vee) ja õli eelsoojendid on asetatud mootoritele ГАЗ-51А, М-20*, ЯМЗ, Д-40Т** ja Д-60Т.***

Mootori ГАЗ-51А (joon. 247) käivitussoojendi koosneb katlast *7*, seda silindriplokk ja plokikaanega ühendavatest torudest *3* ja *4* ning leeklambist *11*.



Joon. 247. Mootori ГАЗ-51А jahutusvedeliku ja õli soojendi:
1 — lehter; *2* — kork; *3* — katelt silindriplokiga ühendav toru; *4* — katelt plokikaanega ühendav toru; *5* — suunaja; *6* — vee väljalaskekraan; *7* — katel; *8* — leektoru; *9* — välimine toru; *10* — katla leektoru kaas; *11* — leeklamp.

Katel *7* on valmistatud kahest üksteise sisse asetatud torust ja kinnitatud kronsteini abil raami pikitala külge. Välimise toru *9* ülemises osas on korgiga *2* suletud lehter *1*, alumises osas aga vee väjalaskekraan *6*. Sisemine toru *8* on leektoru. Selle ülemisse, kaanega *10* kaetavasse ossa asetatakse leeklambri põleti ning toru alumises osas on suunaja *5*.

Käivitussoojendi leeklamp *11* töötab samuti nagu tavaline jootelamp.

Mootori ja karteriõli eelsoojendamiseks valatakse katlasse lehtri *1* kaudu 5 l vett ning täiteava suletakse korgiga *2*. Süüdatakse leeklamp ja selle põleti otsik asetatakse leektorusse. Leeklambi leek ning kuumad gaasid, läbides leektoru, kuumutavad vee katlas. Tekkiv aur läheb torustiku *4* kaudu plokikaane jahutussärki, sealt silindriploki jahutussärki ning soojendab need. Auru kondensvesi voolab toru *3* kaudu tagasi katlasse.

Leektorust väljuvad kuumad gaasid soojendavad karteriõli, ülespoole liikudes aga sisselasketorustikku ja karburaatorit.

* Ainult autode ГАЗ-69 ja ГАЗ-69А mootoritele.

** Mootor Д-40Т on paigutatud metsaveotraktorile ТДТ-40 ja on diiselmootori Д-40К modifitseeritud mudel.

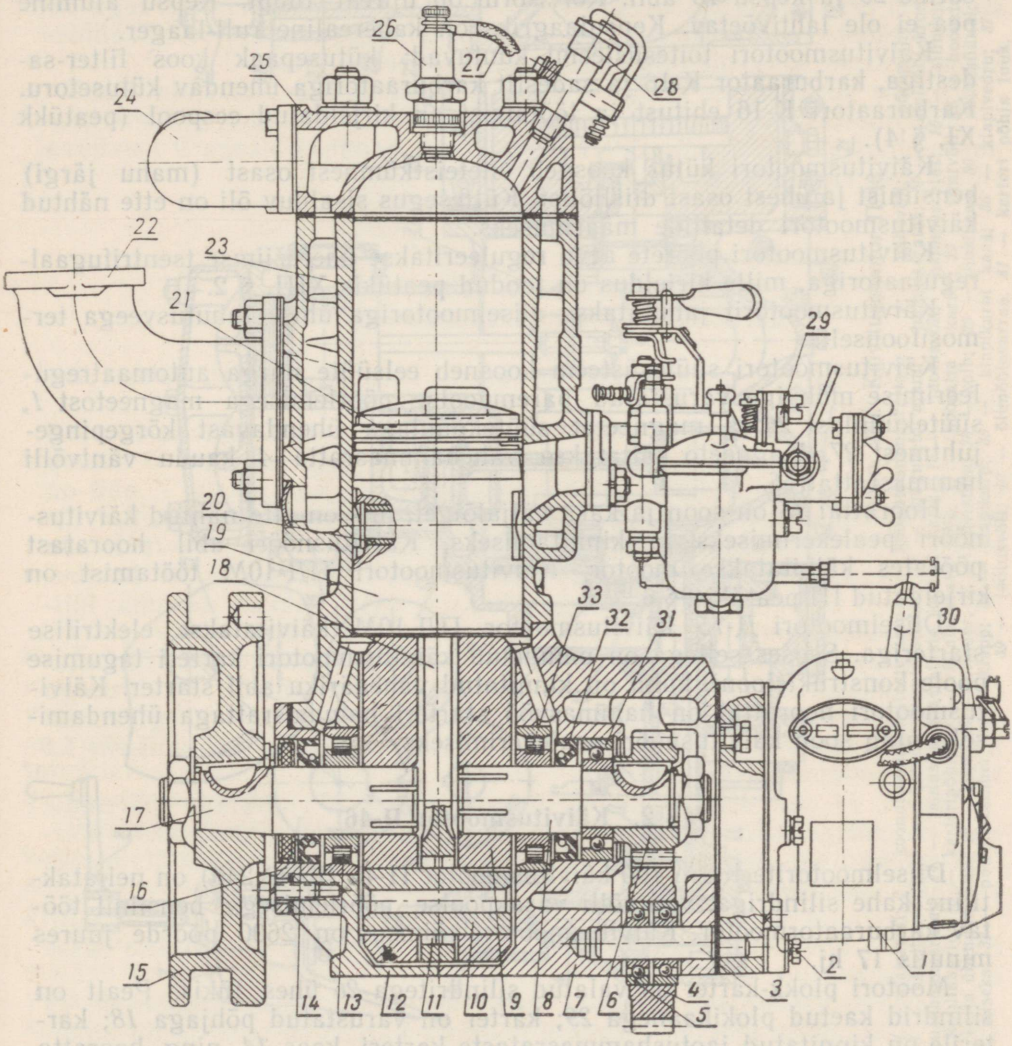
*** Mootor Д-60Т on paigutatud metsaveotraktorile ТДТ-60 ja on diiselmootori Д-54А modifitseeritud mudel.

BENSIINIMOOTORIGA KÄIVITUSSÜSTEEM

§ 1. Käivitusmootor ПД-10М

Käivitusmootorit ПД-10М (joon. 248) kasutatakse diiselmootorite Д-48Л, Д-54А ja Д-75 käivitamiseks. See kujutab endast kahetaktilist, ühesilindrilist bensiinil töötavat karteri läbipuhumisega karburaatormootorit. Käivitusmootori võimsus on 10 hj. väntvõlli pöörlemiskiirusel 3500 p/min.

Käivitusmootori põhiliseks osaks on kahest poolest *7* ja *12* koosnev malmist karter. Käivitusmootori malmsilinder *23* kinnitatakse karteri



Joon. 248. Käivitusmootor ПД-10М (pikilõige):

1 — magneeto; *2* — vaheplaat; *3* — vahehammasratta telg; *4* — vahehammasratas; *5* — vahehammasratta kuullaager; *6* — väntvõlli hammasratas; *7* — karter (eesmine pool); *8* — väntvõlli eesmine poolteig; *9* — väntvõlli põsk; *10* — õõnes sõrm; *11* — kepsu alumine pea rull-laager; *12* — karter (tagumine pool); *13* ja *33* — raamlaagrid (rull-laagrid); *14* ja *32* — isesuruv tihend; *15* — hooratas; *16* — laagri kaas; *17* — väntvõlli tagumine poolteig; *18* — keps; *19* — kolb; *20* — kolvisõrm; *21* — kolvirõngas; *22* —väljalasketoru; *23* — silinder; *24* — vee äravoolutoru; *25* — silindri kaas; *26* — süüteküünal; *27* — kõrgepingejuhe; *28* — sissevalamiskraan; *29* — karburaator; *30* — regulaator; *31* — kuullaager.

külge nelja tikkpoldiga. Silindri esiküljele on kinnitatud karburaator *29*, tagaküljele väljalasketoru *22*. Silinder on kaetud malmist kaanega *25*. Kaane tsentraalavasse on keeratud süüteküünal *26*, kaldavasse aga kraan *28*. Vee ärajuhtimiseks jahutussärgist on silindri kaane tagaküljel ääriku külge kinnitatud vee äravoolutoru *24*. Karteri eesmisele poolele *7* on monteeritud vaheplaat *2* magneeto *1* ja regulaatori *30* kinnitamiseks.

Väntvõll asetseb karteris rull-laagritel *13* ja *33* ning kuullaagritel *31*. Väntvõlli esiotsale on kiilu abil kinnitatud ajamihammasratas *6*, mis hambub teljel *3* vabalt pöörleva vahehammasrattaga *4*. Väntvõlli tagumisele, karterist väljuvale otsale on kinnitatud hooratas *15*. Väntvõlli väljumiskohad karterist on tihendatud isesuruvate tihenditega *14* ja *32*.

Käivitusmootori väntvõll on lahtivõetav. Selle vastukaaludega ühes tükis valmistatud põskedesse *9* on pressitud poolteljed *8* ja *17*. Põsed on ühendatud õõnsa sõrmega *10*. Kolb *19* on väntvõlliga ühendatud kolvisõrme *20* ja kepsu *18* abil. Kolvisõrm on ujuvat tüüpi. Kepsu alumine pea ei ole lahtivõetav. Kepsulaagriks on kaherealine rull-laager.

Käivitusmootori toitesüsteemi kuuluvad: kütusepaak koos filter-sadestiga, karburaator K-16 ja sadestit karburaatoriga ühendav kütusetoru. Karburaatori K-16 ehitust ja töötamist on kirjeldatud eespool (peatükk XI, § 4).

Käivitusmootori kütus koosneb viieteistkümnest osast (mahu järgi) bensiinist ja ühest osast diisliõlist. Küttesegus sisalduv õli on ette nähtud käivitusmootori detailide määrimiseks.

Käivitusmootori pöörete arvu reguleeritakse ühereţiimse tsentrifugaalregulaatoriga, mille kirjeldus on toodud peatükis XIII, § 2.

Käivitusmootorit jahutatakse diiselmootoriga ühise jahutusveega termosifoonselt.

Käivitusmootori süütesüsteem koosneb eelsüüte nurga automaatreguleerimise muhviga varustatud parempoolse pöörlemisega magneetost *1*, süüteküünlast *26* ja magneetot süüteküünlaga ühendavast kõrgepingejuhtmest *27*. Magneeto käitatakse vahehammasratta *4* kaudu väntvõlli hammasrattalt *6*.

Hoorattal *15* on soon ja kaks väljalõiget, mis on ette nähtud käivitusnööri pealekerimiseks ja kinnitamiseks. Käivitusnööri abil hooratast pöörates käivitatakse mootor. Käivitusmootori ПД-10М töötamist on kirjeldatud III peatükis, § 6.

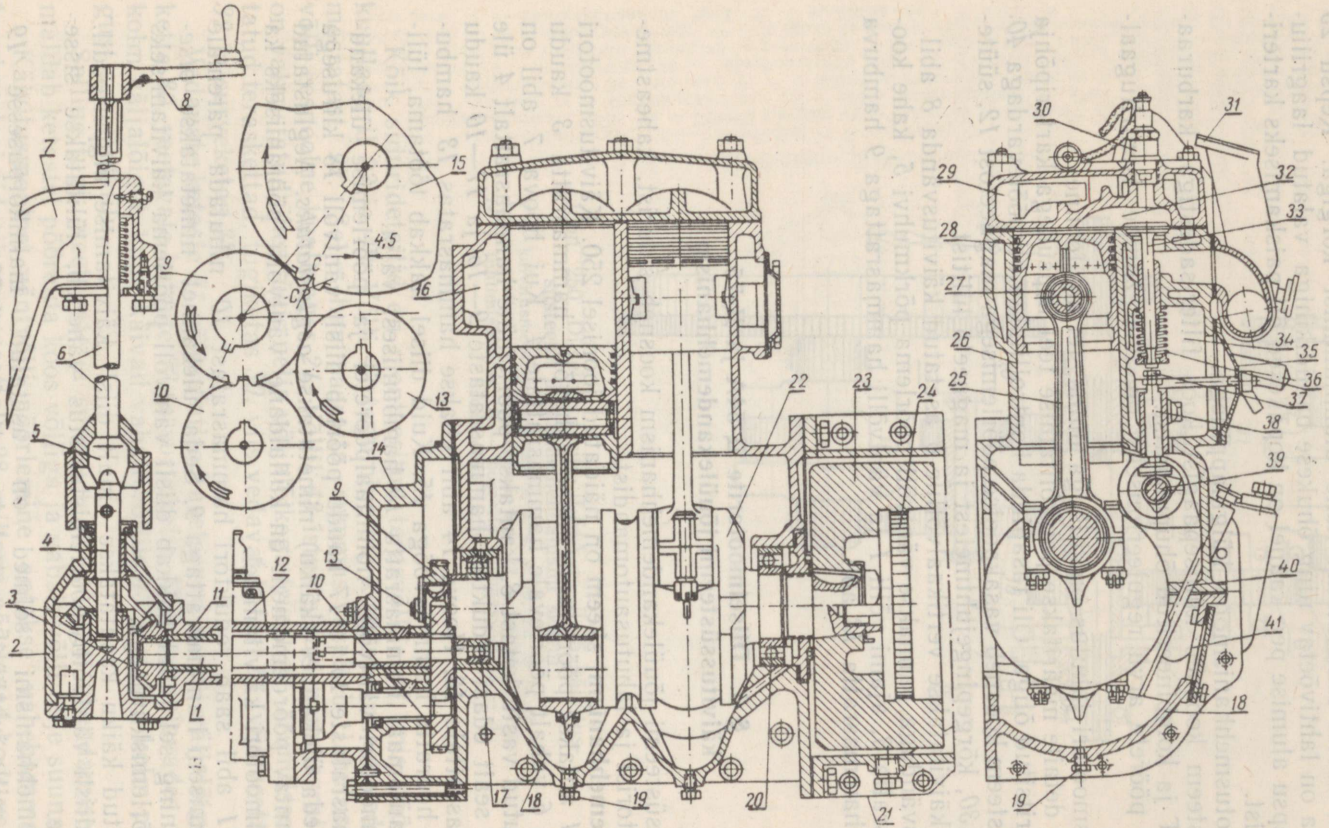
Diiselmootori Д-75 käivitusmootor ПД-10М käivitatakse elektrilise starteriga. Seoses sellega on muudetud käivitusmootori karteri tagumise poole konstruktsiooni, kuhu on kinnitatud vaheääriku abil starter. Käivitusmootori hoorattal on hammasvöö starteri hammasrattaga ühendamiseks ning soon käivitusnööri pealekerimiseks.

§ 2. Käivitusmootor П-46

Diiselmootorite КДМ-100 käivitusmootor П-46 (joon. 249) on neljataktiline kahe silindriga, väntvõlli vasakpoolse pöörlemisega bensiinil töötav karburaatormootor. Käivitusmootori võimsus on 2600 pöörde juures minutis 17 hj.

Mootori plokk-karter on valatud silindritega *26* ühes tükis. Pealt on silindrid kaetud plokikaanega *29*; karter on varustatud põhjaga *18*; karterile on kinnitatud jaotushammasrataste karteri kaas *14* ning hooratta karter *21*. Plokikaanes *29* on põlemiskambrid *32* ja süüteküünlad *30*.

Malmist valatud väntvõll *22* pöörleb kahel kuullaagril *17* ja *20*, millest eesmine piirab väntvõlli telgliikumist. Väntvõlli esiotsale on kinnitatud ajamihammasratas *9*, mis paneb pöörlema jaotusvõlli hammasratta *15* ja magneeto ajami hammasratta *10*. Väntvõlli tagumisele otsale on kinni-



Jooon. 249. Käivitusmootor П-46:

1 — ajamivõll; *2* — koonushammasrataste karp; *3* — koonushammasrattad; *4* — vahevõll; *5* — põrkmuhv; *6* — vertikaalvõll; *7* — kronstein; *8* — käivitusvänt; *9* — väntvõlli hammasratas; *10* — magneeto ajami hammasratas; *11* — ajamivõlli kronstein; *12* — magneeto; *13* — käivitushammasratas; *14* — jaotushammasrataste karteri kaas; *15* — jaotusvõlli hammasratas; *16* — silindrite veesärk; *17* ja *20* — väntvõlli kuullaagrid; *18* — karteripõhi; *19* — väljalaskeava kork; *21* — hooratta karter; *22* — väntvõll; *23* — hooratas; *24* — hammasvõõ siduri vedava ketta ühendamiseks; *25* — keps; *26* — silinder; *27* — kolvisõrm; *28* — kolb; *29* — plokikaas; *30* — süüteküünal; *31* — äärik karburaatori kinnitamiseks; *32* — põlemiskamber; *33* — klapp; *34* — klapikarp; *35* — klapikarbi kaas; *36* — klapivedru; *37* — tõukuri polt; *38* — tõukur; *39* — jaotusvõll; *40* — õlimõõtevarras; *41* — karteri põhja luuk.

tatud hooratas *23*, millel on hammasvöö *24* siduri vedava ketta ühendamiseks.

Kolb *28* ja keps *25* on ühendatud ujuva kolvisõrmega *27*. Kolvisõrme telgliikumist kolvis takistatakse kahe alumiiniumist korgiga. Kepsu *25* alumine pea on lahtivõetav ning õhukese babiidikihiga valatud laagriliudadega. Kepsu alumise pea kaanel on kopakesed õli paiskamiseks karteripõhja rennist.

Gaasijaotusmehhanism on külgklappidega.

Toitesüsteem koosneb kütusepaagist koos filter-sadestiga, karburaatorist K-25Г ja kombineeritud õhupuhastist.

Mootori pöörete arvu reguleerimiseks on üherežiimne tsentrifugaalregulaator.

Käivitusmootori jahutus on diisliga ühine, termosifoonne.

Mootori detaile määritakse paiskõlitamise teel kepsudega karteripõhja rennidest pritsitud õliga. Õli tasapinda kontrollitakse õlimõõtevardaga *40*.

Süütesüsteem koosneb vasakpoolse pöörlemisega magneetost *12*, süüteküünaldest *30*, kõrgepingejuhtmetest ja magneeto lülitist.

Mootor käivitatakse vertikaalvõllile *6* asetatud käivitusvända *8* abil.

Käivitusvändaga pannakse väntvõll pöörlema põrkmuhvi *5*, kahe koonushammasratta *3*, ajami võlli *1* ja väntvõlli hammasrattaga *9* hambuva silindrilise hammasratta *13* abil.

§ 3. Diiselmootorite Д-54А ja Д-75 käivitussüsteemi jõuülekandemehhanism

Käivitussüsteemi jõuülekandemehhanism koosneb sidurist, kaheastmelisest reduktorist ja lahutusautomaadist.

Ülekandemehhanismi skeem on näidatud joonisel 250. Käivitusmootori väntvõllilt *1* antakse pöörlemine edasi vahevõlli hammasratta *3* kaudu siduri võllil *6* vabalt pöörlevale hammasrattale *4*. Kui hoova *7* abil on ketas *5* surutud vastu ketast *8*, kantakse pöörlemine hammasrattalt *4* üle võllile *6* ja sealt edasi reduktori hammasrataste *9—16* ja *17—10* kaudu ajamihammasrattale *13*. Hoova *14* abil viiakse hammasratas *13* hambumisse diisli hooratta hammasvööga *15*. Kuid diisel hakkab töötama, lülitab lahutusautomaat hammasratta *13* hambumisest välja.

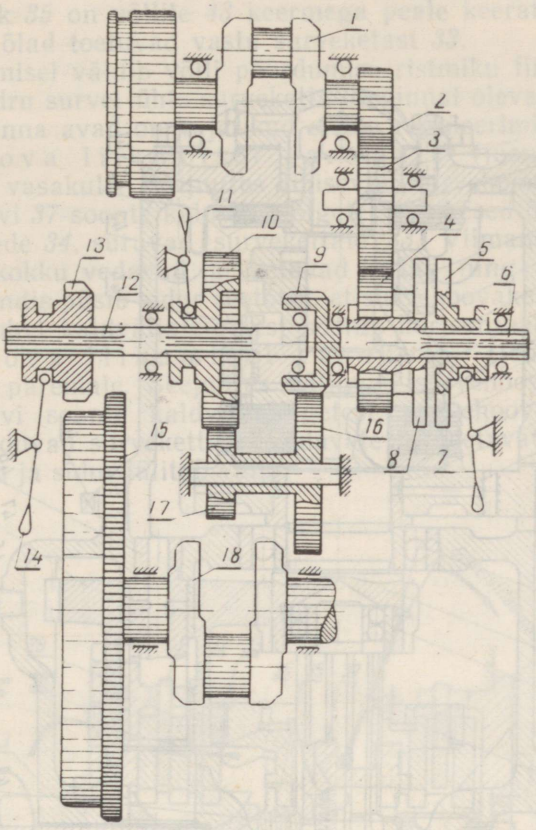
Käivitusmootori väntvõlli nominaalpööretel ja pöörlemise ülekandmisel hammasrataste *16* ja *17* kaudu pöörleb diisli väntvõll *18* kiirusega 75 p/min. Seda ülekannet (käiku) nimetatakse *aeglustatuks*. Aeglustatud käigul ülekantav pöördemoment on küllaldane väntvõlli pööramiseks ka külma diiselmootori käivitamisel.

Hoova *11* abil saab reduktori hammasratast *10* nihutada paremale kuni hambumiseni hammasrattaga *9*. Seda ülekannet nimetatakse *otseülekandeks* ning sel juhul hakkab diisli väntvõll pöörlema käivitamiseks vajaliku pöörlemiskiirusega.

Aeglustatud käiku kasutatakse ainult diisli käivitamise algperioodil. Niipea kui diisli väntvõlli pöörlemistakistus väheneb, lülitatakse sisse otseülekanne.

Ülekandemehhanismi sõlmed on asetatud malmkorpusesse *19* (joon. 251), mille juhtäärik asetseb hooratta karteri *50* avas ja on kinnitatud sellele nelja poldiga. Vertikaalvahesein jaotab korpuse kaheks ruumiks: eesmiseks *29* ja tagumiseks *48*. Eesmisse ruumi on paigutatud sidur, tagumisse — reduktor. Käivitusmootor *27* paigaldatakse korpusele *19*.

Sidur on mitmekettaline, märg (töötab õlis) ning ette nähtud käivitusmootori väntvõlli sujuvaks ühendamiseks diisli väntvõlliga (jõuülekande kaudu) ja lahutamiseks jõuülekande hammasrataste ümberlülitamisel.



Joon. 250. Diiselmootorite Д-54А ja Д-75 käivitussüsteemi ülekandemehhanismi skeem:

1 — käivitusmootori väntvõll; *2, 3, 4, 9, 10; 13; 16* ja *17* — hammasrattad; *5* ja *8* — kettad; *6* ja *12* — võllid; *7, 11* ja *14* — juhtimishoovad; *15* — hooratta hammasvõõ; *18* — diiselmootori väntvõll.

Kõik siduridetailid on monteeritud terasvõllile *43*, mis pöörleb kahel kuullaagril *23* ja *40*. Võlli *43* tagumine ots kujutab endast vedavat hammasratast *22*. Selle hammasratta rummus asetseb lahutusautomaadi võlli eespoolne kuullaager *21*. Võllil *43* istub siduri hammasratas *28*, mis on valmistatud ühes tükis nelja väljalõikega trumliga. Trumlisse on paigutatud teraskettad: tugiketas *30*, viis vedavat ketast *31*, viis veetavat ketast *32* ja surveketas *33*.

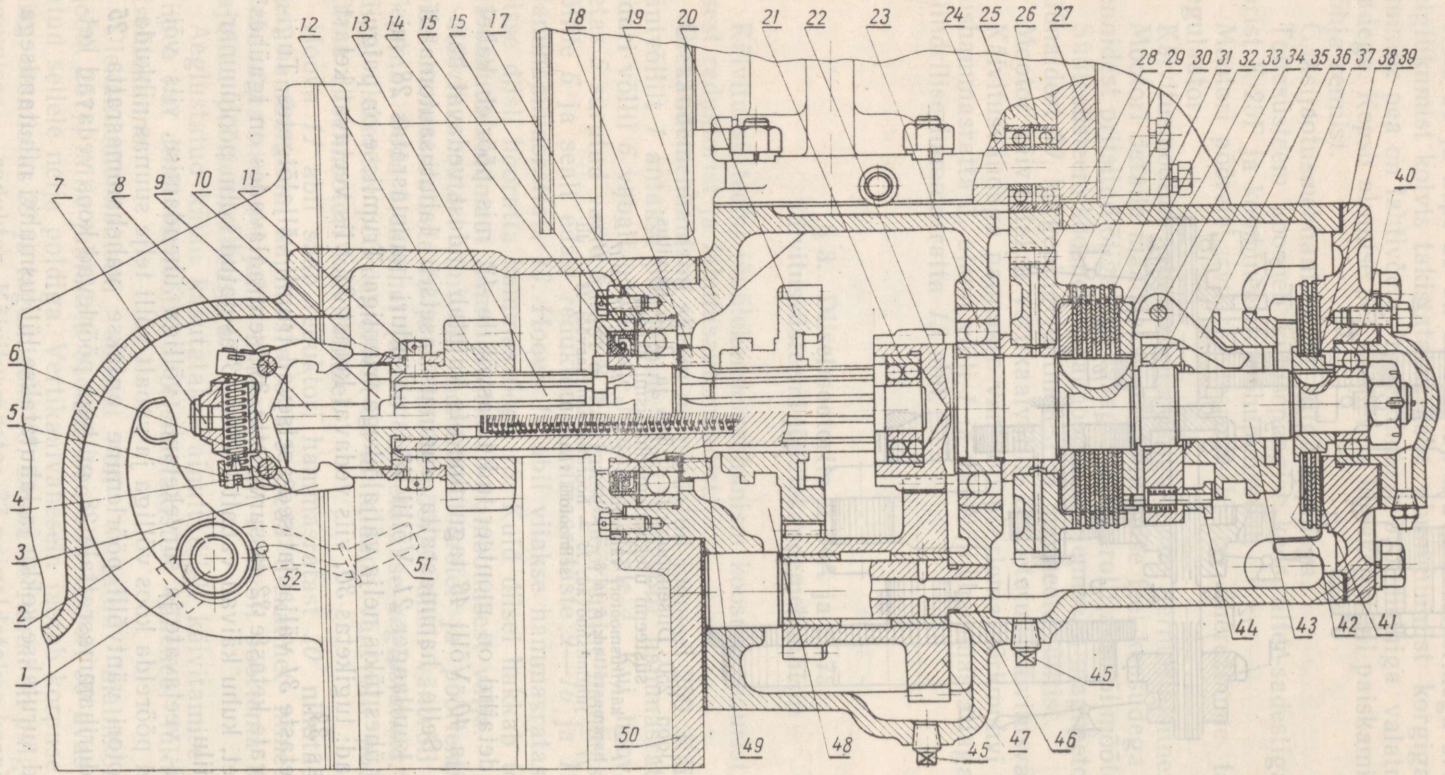
Vedavate ketaste *31* väljaulatised asetsevad trumli väljalõigetes. Tugiketta *30*, veetavate ketaste *32* ja surveketta *33* tsentraalavades on igaühes kolm väljalõiget, kuhu käivad vabalt võllile *43* asetatud kolm poolümmargust segmentkiilu.

Selline tugi-, veetavate ja surveketaste võlliga ühendamise viis võimaldab ketastel pöörelda koos võlliga ja vabalt võlli telje suunas nihkuda.

Käivitusmootori väntvõlli pöörlemine antakse vahehammasratta *25* kaudu edasi sidurihammasrattale *28*, millega pöörlevad koos vedavad kettad *31*.

Sidurikettad surutakse kokku ja lahutatakse lülitusmuhvi nihutamisega võllil *43*.

Lülitusmuhvis *37* on kolm soont, mille ühes otsas on kaldväljalõiked. Kaldväljalõigetepoolsetest otstest lähevad soontesse survehoovakeste *36* pikemad painutatud õlad.



Joon. 251. Diiselmootorite Д-54А ja Д-75 käivitussüsteemi ülekandemehhanism:

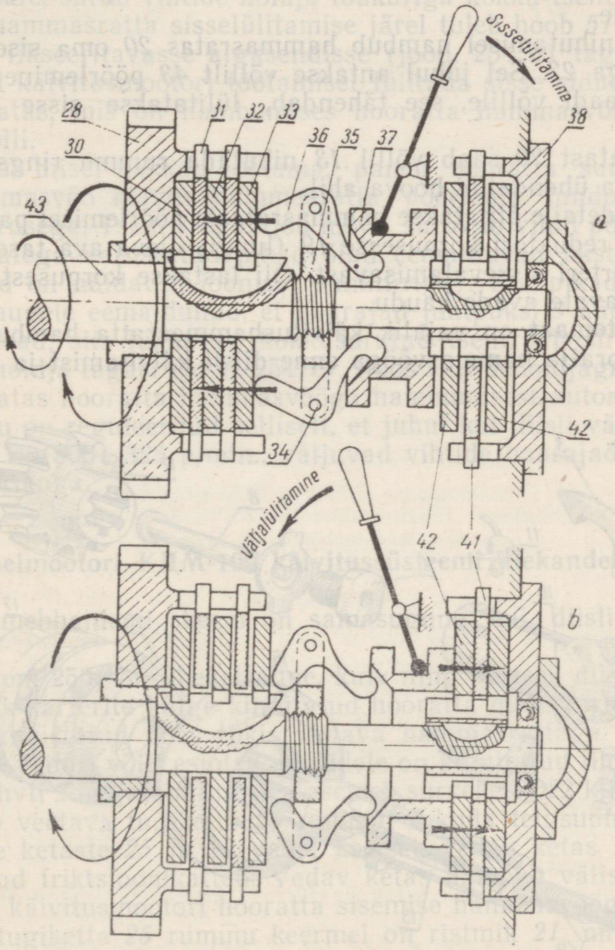
1 — võllik; *2* — survehoob; *3* — viht; *4* — vihi telg; *5* — reguleerimiskruvi; *6* — põikvedru; *7* — tugitapp; *8* — tõukur; *9* — juhtpuks; *10* — vihtide hoidja; *11* — polt; *12* — käivitushammasratas; *13* — lahutusautomaadi võll; *14* — tihendi rõngas; *15* — isesuruv tihend; *16* — kuullaagri kaas; *17* ja *21* — lahutusautomaadi võlli kuullaagrid; *18* — mutter; *19* — korpus; *20* — liughammasratas; *22* — vedav hammasratas; *23* ja *40* — siduri võlli kuullaagrid; *24* — vahehammasratta telg; *25* — vahehammasratas; *26* — vahehammasratta kuullaagrid; *27* — käivitusmootor; *28* — hammasratas; *29* — korpuse eesmine ruum; *30* — tugiketas; *31* — vedav ketas; *32* — veetav ketas; *33* — surveketas; *34* — survehoovakese telg; *35* — ristmik; *36* — survehoovake; *37* — lülitusmuhv; *38* — korpuse kaas; *39* — pidurikese rumm; *41* — pidurikese liikumatu ketas; *42* — pidurikese pöörlev ketas; *43* — siduri võll; *44* — ristmiku fiksaator; *45* — väljalaske korgid; *46* — hammasratasploki telg; *47* — hammasratasplokk; *48* — korpuse tagumine ruum; *49* — tsentraalvedrud; *50* — diisli tagumine tala; *51* — lahutusautomaadi hoob; *52* — kuulfiksaator.

Survehoovakesed võivad vabalt pöörduda telgedel *34* ristmiku *35* väljalõigetes. Ristmik *35* on võllile *43* keermega peale keeratud. Survehoovakeste lühikesed õlad toetuvad vastu surveketast *33*.

Siduri töötamisel väldib võlli pöördumise ristmiku fiksaator *44*, mille varras läheb vedru survel ühte surveketta otspinnal olevaist avadest. Surveketta *33* otspinna avad on vajalikud siduri reguleerimiseks.

Sidurihoova liikumisel paremale (joon. 252, *a*) liigub lülitusmuhv *37* vasakule. Seejuures libisevad survehoovakeste *36* pikad õlad lülitusmuhvi *37* soonte kaldväljalõigetel, lühikesed õlad aga, pöördudes ümber telgede *34*, suruvad survekettale *33*. Viimane, nihkudes piki võlli *43*, surub kokku vedavad ja veetavad kettad ning sidur lülitatakse sisse. Selles asendis püsib sidur seetõttu, et survehoovakeste *36* pikad õlad läksid lülitusmuhvi kaldväljalõigetest soonte horisontaalsesse ossa.

Sidurihoova liikumisel vasakule (joon. 252, *b*) liigub lülitusmuhv *37* paremale. Seejuures väljuvad survehoovakeste *36* pikad õlad lülitusmuhvi soonte kaldväljalõigetest, survehoovakeste lühikesed õlad aga eemalduvad survekettast. Vedavate ja veetavate ketaste kokkusurumine lakkab ja sidur lülitub välja.



Joon. 252. Diiselmootori Д-54А käivitussüsteemi ülekandemehhanismi siduri töötamise skeem:

a — sidur on sisse lülitatud; *b* — sidur on välja lülitatud (tähistused samad mis joonisel 251).

Väljalülitamisel siduri kiiremaks peatamiseks, mis on vajalik reduktori ühe või teise käigu müratuks lülitamiseks, on sidur varustatud spetsiaalse pidurikesega.

Pidurike koosneb korpuse kaande *38* asetatud kahest liikumatust kettast *41*, mis on asetatud vabalt rummu *39* nuutidele ja kahest võlliga *43* koos pöörlevast kettast *42*.

Siduri väljalülitamisel surub lülitusmuhvi *37* otspind kettad *41* ja *42* kokku ja võll *43* peatub kiiresti.

Siduri ja pidurikese kettad pöörlevad ülekandemehhanismi korpuses õlis.

Reduktor on kaheastmeline ja ette nähtud jõu suurendamiseks käivitushammasrattal *12*. Reduktor asetseb jõuülekande korpuse tagumises ruumis *48*.

Reduktori vedav hammasratas *22* on alaliselt hambumises hammasratasploki *47* suure hammasrattaga. Hammasratasplokk pöörleb korpuse *19* avadesse pressitud teljel *46*.

Lahutusautomaadi võll *13* pöörleb kahel kuullaagril *17* ja *21*. Hammasratast *20*, millel on sise- ja välishambad ning rummul ringsoon, saab võlli nuutidel nihutada.

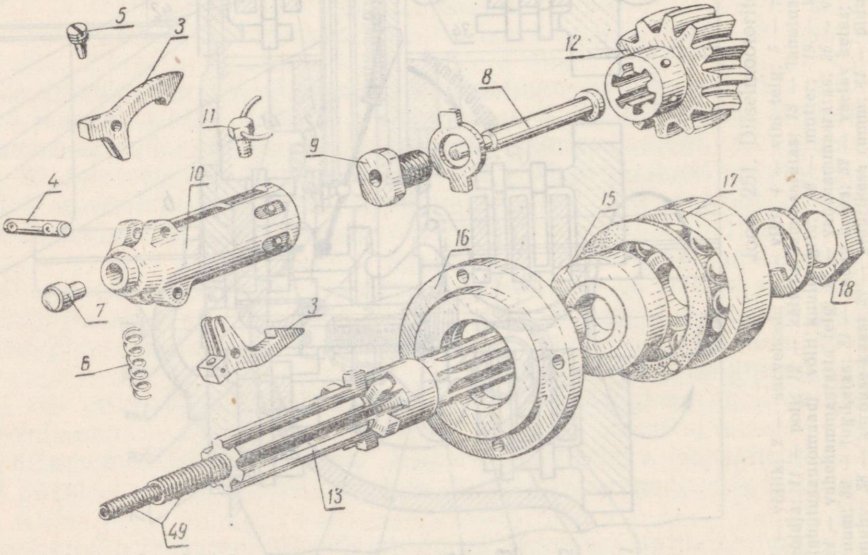
Joonisel 251 kujutatud hammasrataste asend vastab aeglustatud (esimesele käigule.

Paremale nihutamisel hambub hammasratas *20* oma sisehammastega hammasrattaga *22*. Sel juhul antakse võllilt *43* pöörlemine vahetult üle lahutusautomaadi võllile, see tähendab, lülitatakse sisse otseülekanne (teine käik).

Hammasratast *20* saab võllil *13* nihutada rummu ringsoones asuva lülituskahvliga ühendatud hoova abil.

Reduktori detaile õlitatakse hammasrataste pöörlemisel paiskuva õliga. Õli valatakse reduktori korpusesse *19* (luugis oleva ava tasemeni) käivitusmootori karteri sissevalamisavast. Õli lastakse korpusest välja korkidega *45* suletavate avade kaudu.

Lahutusautomaat on vajalik käivitushammasratta hambumisse viimiseks diisli hooratta hammasvööga enne diisli käivitamist ja käivitusham-



Joonis 253. Diiselmootorite Д-54А ja Д-75 käivitussüsteemi ülekandemehhanismi lahutusautomaadi detailid (tähistused samad mis joonisel 251).

masratta automaatseks väljalülitamiseks niipea, kui diiselmootor hakkab stabiilselt töötama.

Lahutusautomaadi ehitus on järgmine. Vihtide hoidja *10* (joon. 251 ja 253) on ühendatud käivitushammasrattaga *12* poltide *11* abil. Hoidjasse kinnitatud telgedel *4* saavad mõlemad vihid pöörduda. Igal vihil on kolm õlga: hoidja pikisoones asetsev haarajaga pikk õlg ning vastaspoolne lühikene ja keskmine õlg. Vihtide lühikesed õlad surutakse üksteisest eemale põikvedruga *6*, mille pingust saab reguleerida kahe reguleerimiskruviga *5*.

Vihtidehoidja *10* otsale toetub tõukur *8*, mis läbib võlli *13* avasse keeratud juhtpuksi *9*. Tõukurile suruvad kaks vedru *49*. Vihtide hoidja tagumises otsas asuvasse auku on pressitud tugitapp *7*, mille vastu saab suruda võllikule *1* kinnitatud survehoovaga *2*. Korpusest väljaulatuvale võlliku *1* otsale on kinnitatud lahutusautomaadi hoob *51*, mis fikseeritakse kuulfiksaatoriga *52*.

Käivitushammasratas *12* lülitatakse sisse hoova *51* pööramisega äärmisse alumisse asendisse. Seejuures surub hoob *2* (joon. 254, *a*) tugitapile *7* lükates vihtidehoidja *10* koos käivitushammasrattaga *12* paremale kuni viimase täieliku hambumiseni hooratta hammasvööga. Samaaegselt jäävad vihtide *3* pikad õlad oma haarajatega juhtpuksi *9* ääriku taha kinni. Liikudes paremale, surub vihtide hoidja tõukuriga kokku tsentraalvedrud *49*.

Käivitushammasratta sisselülitamise järel tuleb hoob *51* pöörata kuulfiksaatoriga fikseeritavasse algasendisse (joon. 254, *b*) tagasi.

Kui nüüd käivitusmootori töötamisel lülitada sisse sidur, paneb käivitushammasratas, mis on hambumises hooratta hammasvööga, pöörlema diisli väntvõlli.

Niipea kui diisel hakkab töötama, paneb hooratta suure hammaste arvuga hammasvöö käivitushammasratta pöörlema tunduvalt suurema pöörlemiskiirusega. Tsentrifugaaljõu mõjul suruvad vihid põikvedru kokku ning haarajatega varustatud pikad õlad eemalduvad üksteisest (selline vihtide asend on näidatud joonisel punktiiriga). Kui pikad õlad on üksteisest nii kaugele eemaldunud, et haarajad juhtpuksi *9* äärikuga hambumisest väljuvad, siis lükkavad kokkusurutud tsentraalvedrud *49* tõukuri abil vihtide hoidja tagasi (joon. 254, *c*). Koos vihtidehoidjaga lülitub käivitushammasratas hooratta hammasvööga hambumisest automaatselt välja.

Põikvedru on reguleeritud selliselt, et juhul kui diisli väntvõlli pöörlemiskiiruseks on 300—325 p/min., väljuvad vihtide haarajad hambumisest juhtpuksi äärikuga.

§ 4. Diiselmootori КДМ-100 käivitussüsteemi ülekandemehhanism

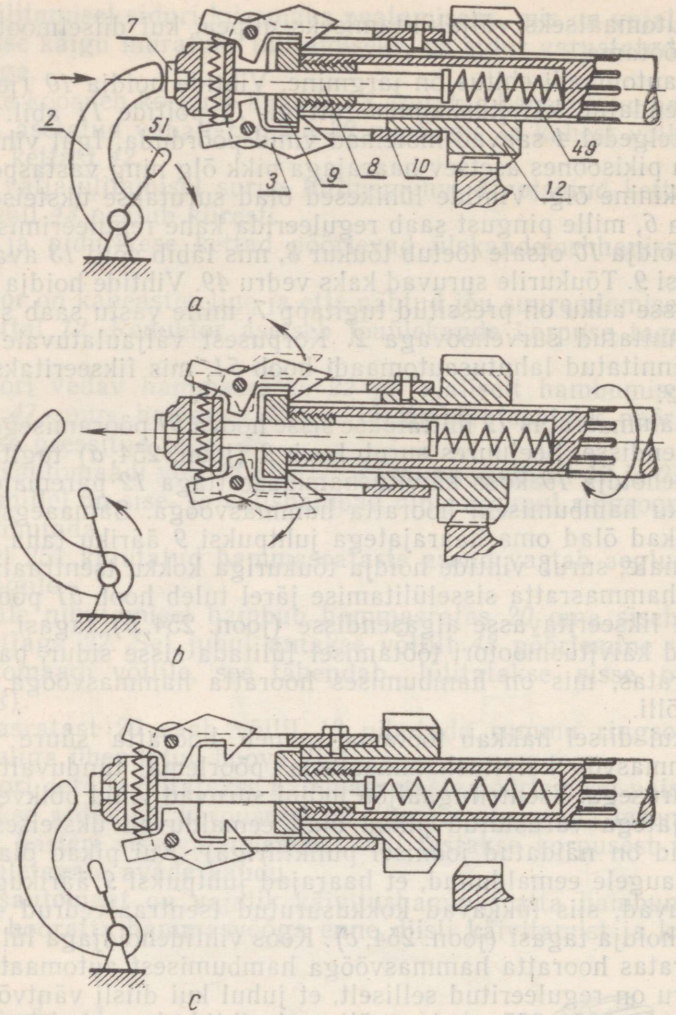
Ülekandemehhanismi skeem on samasugune kui diislil Д-54А (vt. joon. 250).

Sidur (joon. 255) on ühekettaline, kuiv ning asetseb diisli ja käivitusmootori plokk-karterite külge kinnitatud hooratta malmkarteris *24*. Siduri võll *1* on valmistatud ühes tükis vedava hammasrattaga *16* ja pöörleb kahel laagril. Siduri võlli esiotsa nuutidele on kinnitatud tihvtiga *2* veetav tugiketas. Tihvti *2* neljatahuline pea asetseb surveketta *22* kiilusoones. Surveketas saab veetava tugiketta *25* rummul liikuda telgsuunas.

Veetavate ketaste *25* ja *22* vahel asetseb vedav ketas *23*, millele on peale needitud friktsioonikatted. Vedav ketas hambub välisringil olevate hammastega käivitusmootori hooratta sisemise hammasvööga.

Veetava tugiketta *25* rummu keermel on ristmik *21*, mille väljalõigetesse käib šarniirselt kinnitatud neli survehooba *4*. Survehoovad *4* on sidurivõllil *1* asetseva lülitusmuhviga *7* ühendatud vaheplaatidega *6*.

Sidur lülitatakse sisse hoovaga *3*, mis on kinnitatud vertikaalvõllikule *19*. Sidurihoova *3* enda poole pööramisel nihutab vertikaalvõllikule *19* kin-



Joon. 254. Diiselmootorite Д-54А ja Д-75 käivitussüsteemi ülekandemehhanismi lahutusautomaadi töötamise skeem (tähistused samad mis joonisel 251).

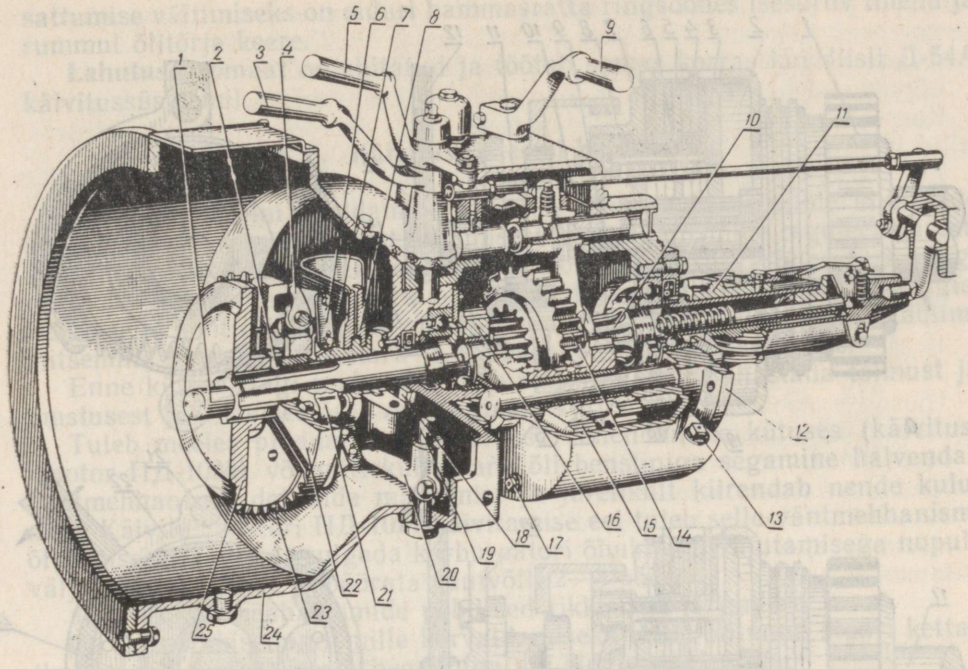
nitatud lülituskahvel *20* kaeluse *8* abil lülitusmuhvi *7* edasi. Seejuures suruvad survehoovad *4*, pöördudes ümber oma telgede, kettale *22*. Sidur lülitatakse välja hoova *3* endast eemale pööramisega. Siduri väljalülitamise lõpul surub lülitusmuhvi *7* otspind vastu pidurikese friktsioonketast *18*, mis on needitud hooratta karteri *24* tagaäärikule. Tänu sellele lakkab jõuülekandemehhanismide veetavate osade pöörlemine kiiremini.

Sidurit reguleeritakse ristmiku *21* pööramisega veetava tugiketta *25* rummul. Ristmik hoitakse tugiketta *25* rummul ettenähtud asendis fiksaatoriga, mille ots läheb ühte surveketta *22* avadest.

Kaelust *8* määritakse hooratta karteri *24* ülemises seinas oleva määrdenipli kaudu.

Reduktor on kaheastmeline, otse- ja aeglustatud käiguga ning monteeritud eraldi korpusesse *12*. Käigud lülitatakse sisse hoovaga *9*.

Diisli КДМ-100 käivitussüsteemi reduktor ja lahutusautomaat on ehitatud ja töötab samal põhimõttel kui diislil Д-54А.



Joon. 255. Diiselmootori КДМ-100 käivitussüsteemi ülekandemehhanism:
1 — siduri võll; *2* — nelikant-peaga tihvt; *3* — siduri hoob; *4* — survehoob; *5* — lahutusautomaadi hoob; *6* — vaheplaat; *7* — lülitusmuhv; *8* — lülitusmuhvi kaelus; *9* — reduktori käiguvahetushoob; *10* — lahutusautomaadi võll; *11* — hammasratas; *12* — reduktori korpus; *13* — kork; *14* — liughammasratas; *15* — hammasratasplokk; *16* — vedav hammasratas; *17* — kork; *18* — pidurikese friktsioonketas; *19* — vertikaalvõllik; *20* — lülituskahvel; *21* — ristmik; *22* — surveketas; *23* — vedav ketas; *24* — hooratta karter; *25* — veetav tugiketas.

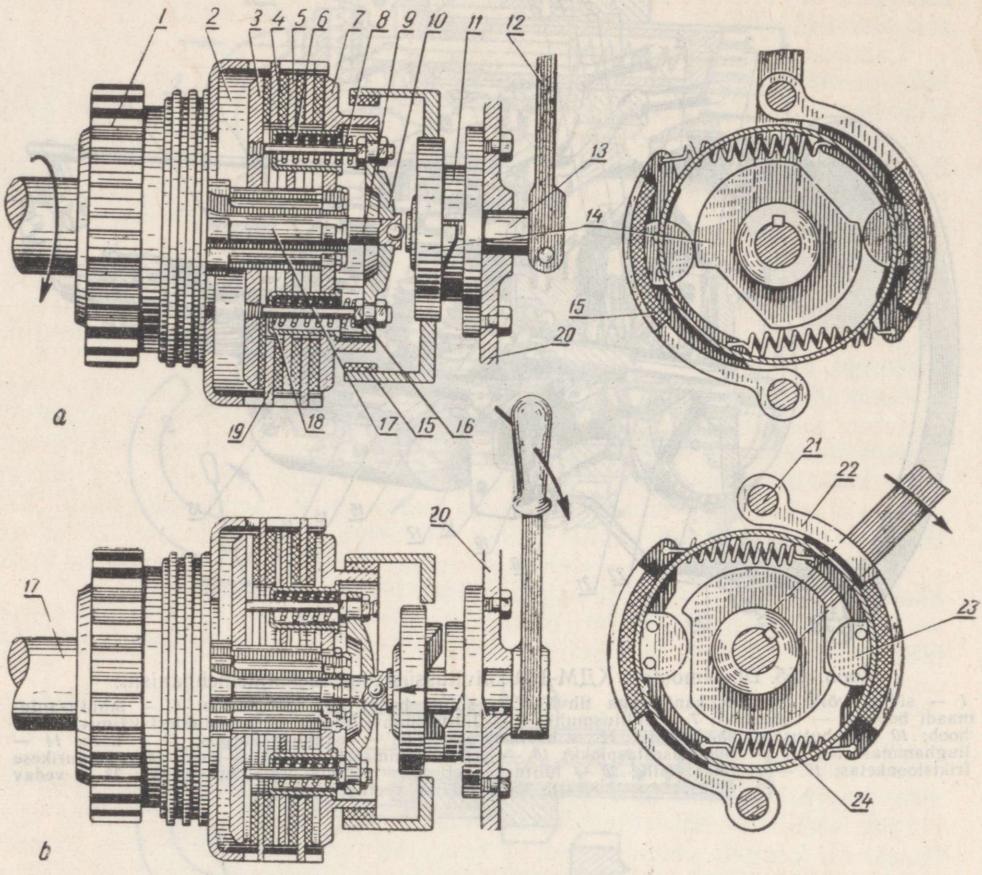
§ 5. Diiselmootorite Д-40 ja Д-48Л käivitussüsteemi ülekandemehhanism

Diislite Д-40 ja Д-48Л käivitussüsteemide ülekandemehhanismid on ehituselt ja töötamise põhimõttelt ühesugused. Ülekandemehhanism koosneb sidurist ja lahutusautomaadist.

Sidur on kahekettaline, kuiv. Siduri trummel *2* (joon. 256, *a*) on siduri hammasratta *1* külge kinnitatud poltidega. Kahe vedava ketta *19* väljaulatised asetsevad siduri trumli väljalõigetes. Siduri mõlema vedava ketta külgedele on kinnitatud friktsioonkatted *4* (raibest). Ülekandemehhanismi vedavad kettad: tugiketas 7, keskmine ketas *5* ja tagumine ketas *3* on paigutatud võlli *17* nuutidele.

Tagumisse vedavasse kettasse *3* on keeratud tikkpoldid *8*, millele on paigutatud vedrud *6*. Alumiste otstega toetuvad vedrud kestadesse *18*, ülemiste otstega aga vastu tikkpoltide *8* mutreid *16*. Vedavad ja veetavad kettad surutakse üksteise vastu vedrudega, siduri sisselülitamisel kantakse pöörlemine siduri hammasrattalt *1* üle ülekandemehhanismi võllile *17*.

Sidur lülitatakse välja seadise abil, mis koosneb lülitushoovast *12*, seisvast ja liikuvast nukk-kettast *11* ja *14*. Seisev nukk-ketas *11* on kinnitatud poltidega korpuse kaane *20* külge. Selle otspinnal on kaks kaldpindadega nukki. Liikuv nukk-ketas *14* on aga kinnitatud lülitushoova võllikule *13* kiilu abil ning selle otspinnal on samasugused nukid, kui on seisval nukk-kettal. Liikuva nukk-ketta välisel silindrilisel pinnal on kaks väljalõiget. Siduri sisselülitamisel asetsevad liikuva nukk-ketta nukid seisva nukk-ketta nukkide vahelistes süvendites ning tsentreerimistihvti



Joon. 256. Diiselmootori Д-48Л käivitussüsteemi ülekandemehhanismi siduri ja pidurikese töötamise skeem:

a — sidur on sisse lülitatud; *b* — sidur on välja lülitatud; *1* — siduri hammasratas; *2* — siduri trummel; *3* — tagumine ketas; *4* — friktsioonkate; *5* — keskmine ketas; *6* — vedru; *7* — tugiketas; *8* — tikkpolt; *9* — tsentreerimistihvt; *10* — surveketas; *11* — seisev ketas; *12* — siduri hoob; *13* — lülitushoova võllik; *14* — liikuv ketas; *15* — pidurikese klotsi friktsioonkate; *16* — mutter; *17* — ülekandemehhanismi võll; *18* — vedrukest; *19* — vedav ketas; *20* — korpuse kaas; *21* — pidurikese klotsi sõrm; *22* — pidurikese klots; *23* — nukk; *24* — vedru.

9 ja lülitushoova võlliku *13* otste vahele jääb väike pilu. Hoova *12* enda poole pööramisega lülitatakse sidur välja (joon. 256, *b*). Seejuures libisevad liikuva nukk-ketta nukid mööda seisva nukk-ketta nukke, kusjuures neist esimene liigub koos lülitushoova võllikuga telgsuunas. Siduri vedavad ja veetavad kettad lahutab võlliku ots, surudes surveketta *10* tsentreerimistihvti *9* kuulile.

Ülekandemehhanismi võlli peatamist kiirendab pärast siduri väljalülitamist pidurike. See koosneb kahest piduriklotsist *22*, mis võivad pöörduda korpuse kaande *20* kinnitatud sõrmedel *21*. Pidurikese mõlemal klotsil on friktsioonikate *15* ja nukk *23*, mis sisselülitatud siduri puhul asetseb liikuva nukk-ketta välisel silindrilisel pinnal ja on selle vastu surutud vedruga *24*.

Siduri väljalülitamisel liikuv nukk-ketas pöördub, kusjuures nukid *23* libisevad silindriliselt pinnalt väljalõigetesse. Seejuures suruvad vedrudega kokkutõmmatavad pidurikese klotsid veetava tugiketta *7* trumlikujulisele pikendusele ja peatavad ülekandemehhanismi võlli.

Siduri hammasratast ja laagreid õlitatakse õliga, mida pritsib hooratta karterisse pressitud sõrmel pöörlev spetsiaalne hammasratas. Sidurisse õli

sattumise vältimiseks on siduri hammasratta ringsoones isesuruv tihend ja rummul õlitõrje keere.

Lahutusautomaat on ehitatud ja töötab samas korras kui diisli Д-54A käivitussüsteemil.

§ 6. Käivitussüsteemi hooldamine

Käivitussüsteemi hooldamine koosneb sõlmede ja detailide kinnituste kontrollimisest, perioodilisest õlitamisest ja mehhanismide reguleerimisest. Igavahetuselisel tehnilisel hooldamisel kontrollitakse karburaatori, magneeto ja väljalaskeavade korkide kinnitust ja kütuse taset kütusepaagis. Peale selle kontrollitakse ja vajaduse korral kõrvaldatakse kütuse läbiimmitsemine sadesti, kütusetoru ja karburaatori ühenduskohtades.

Enne kütusepaagi tankimist tuleb selle täiteava puhastada tolmust ja mustusest ja alles seejärel valada paaki kütus.

Tuleb meeles pidada, et õlisisalduse vähendamine kütuses (käivitusmootor ПД-10М) või mitteküllaldane õli bensiiniga segamine halvendab väntmehhanismi detailide määrimist ja järelikult kiirendab nende kulumist. Käivitusmootori ПД-10М käivitamise eel tuleb selle väntmehhanismi õlitamiseks täielikult sulgeda karburaatori õhuklapp, vajutamisega nupule välja lülitada süüde ja pöörata väntvõlli 2—3 pööret.

Jõuülekandemehhanismide põhilised rikked on järgmised:

1) siduri libisemine, mille kõrvaldamiseks tuleb õlitunud siduri kettad (kuivadel siduritel) pesta bensiiniga või sidur reguleerida;

2) käivitushammasratta mitteõigeaegne väljalülitumine, mis kõrvaldatakse vihtide vedru *6* (joon. 251) reguleerimisega.

XXVII peatükk

MOOTORITE KÄIVITAMINE

§ 1. Auto karburaatormootori käivitamine

Käivitamise eel tuleb mootor tankida jahutusvee ja õliga ning paak — kütusega, see juhend kehtib ka diiselmootorite kohta.

Külm mootor õhutemperatuuril 0° ümber tuleb käivitada järgnevalt.

Sulgeda radiaatori žalusii ja külma ilma puhul sulgeda ka radiaatori soojenduskatte klapp.

Sulgeda karburaatori õhuklapp selle juhtimisnupu väljatõmbamisega (mootori ЗИЛ-164 puhul tuleb nupp välja tõmmata $^3/_4$ käigu pikkusest).

Mootoril ЗИЛ-164 tuleb kaks-kolm korda järsult vajutada gaasipedaalile ja seejärel vajutada see alla umbes $^1/_4$ käigust. Ülejäänud automootoritel avaneb õhuklapi sulgemisel seguklapp automaatselt vajalikul määral.

Vajutades siduri pedaalile lülitada välja sidur. See kergendab starteri tööd, sest väljalülitatud siduri puhul ei pöörle käigukasti hammasrattad hangunud õlis.

Sisse lülitada süüde ja vajutada starteripedaalile. Starterit ei tohi lasta töötada korraga mitte üle 5 sekundi.

Kui mootor hakkab töötama, vabastada starteri pedaal, avada vajalikul määral õhuklapp ja gaasipedaali abil suurendada veidi mootori väntvõlli pöörlemiskiirust. Lülitada sisse sidur.

Soojendada mootor keskmistel pööretel (1000—1500 p/min.) kuni jahutusvee temperatuurini umbes 60°. Mootori soojenedes avada järk-järgult

õhuklapp ja vähendada mootori väntvõlli pöörlemiskiirust. Soojendatud mootor peab töötama stabiilselt täiesti avatud õhuklapi puhul.

Avada soojenduskatte klapp ja vajaduse järgi radiaatori žalusii.

Lõpuks tuleb kontrollida mootori tööd kontroll-mõõteriistade järgi.

Korras mootor hakkab tööle esimesel-teisel starteri lülitamisel. Intervallid lülitamiste vahel peavad olema mitte alla 10—15 sekundi.

Kui pärast kolme—nelja starteri lülitamist mootor ei hakanud tööle, tuleb kontrollida mootori süüte- ja toitesüsteemide korrasolekut.

Tavalised mootori käivitamist raskendavad põhjused on järgmised:

1) mitteküllaldane bensiini juurdeandmine karburaatorisse;
2) karburaatori düüside ummistumine;
3) katkesti kontaktide mustumine või ebaõige kontaktide vahe;
4) rikkis või mustunud süüteküünlad;
5) rikkis kõrge- ja madalpinge juhtmed.

Töösooja mootori käivitamiseks on vaja sisse lülitada ainult süüde ja vajutada starteripedaalile.

Mootori käivitamiseks madalatel õhutemperatuuridel on vaja seda eelsoojendada, valades jahutussüsteemi kuuma vett ja karterisse kuuma õli.

Mootori seiskamiseks lülitatakse välja süüde. Selleks, et sujuvamalt ja ühtlasemalt jahtuksid klapid ja teised detailid, peab mootor seiskamise eel töötama 1—2 minutit tühikäigu väikestel pööretel.

§ 2. Traktori diiselmootori käivitamine käivitusmootoriga

Tutvume näitena traktori diisli Д-54А käivitamisega käivitusmootori abil.

Külm diiselmootor Д-54А tuleb käivitada järgmiselt.

Välja lülitada kütuse juurdeandmine (kütuse juurdeandmise hoova abil) ja dekompressioonmehhanismi hoob *1* (joon. 257) pöörata asendisse «Прогрев 1». Sulgeda radiaatori kate.

Lahti keerata õhu väljalaskeventiil kütuse peenpuhastusfiltri kaanes ja pumbata kütust käsipumbaga. Kui õhu väljalaskeventiili torust kütus voolab ühtlase pideva joana, on diisli kütusesüsteem täidetud. Kui kütust ei voola või juga on õhumullidega, katkev, tuleb järjekorras kontrollida kogu kütusesüsteemi ja vajaduse korral eemaldada õhk.

Järgnevalt lülitada hoovaga *3* reduktori aeglustatud käik (asend *A*) ja hoovaga *2* lülitada välja sidur (asend *A*). Hoob *4* pöörata alumisse asendisse ning siis pöörata tagasi ülemisse, fiksaatoriga kinnitatud asendisse.

Kui käivitushammasratas ei hambu hooratta hammasvööga, tuleb käivitusmootori hooratast avatud sissevalamiskraani ja sisselülitatud siduri puhul pöörata. Pärast käivitushammasratta sisselülitamist tuleb sidur välja lülitada.

Avada sadestil kütusepaagi kraan, karburaatori õhutoru kaas ja seguklapp ning sulgeda õhuklapp.

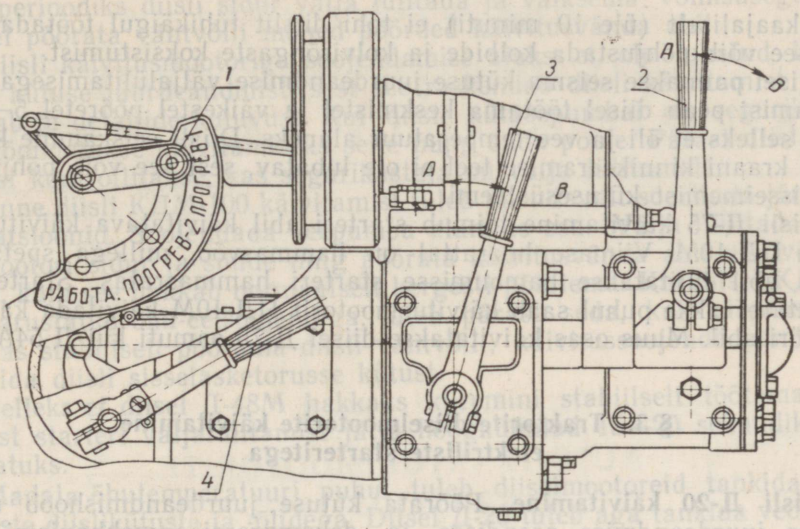
Väntmehhanismi õlitamiseks pöörata 2—3 korda käivitusmootori väntvõlli väljalülitatud süüte puhul. Avada õhu- ja seguklapid $^1/_3$ võrra.

Paigutada käivitusnööri otsas olev sõlm ühte hooratta väljalõigetest ja kerida soonele $1^1/_2$—2 keerdu. Haarata käivitusnööri puitkäepidemest nii, et nöör jääks keskmiste sõrmede vahele ja tõmmata nööri järsult enda poole.

Töökorras ja õigesti reguleeritud käivitusmootor käivitub harilikult pärast üht-kaht tõmmet.

Pärast käivitumist avada õhuklapp, reguleerida seguklapi asendit ja soojendada käivitusmootorit üks-kaks minutit väntvõlli väikestel pööretel. Seejärel avada seguklapp täielikult ja sujuvalt sisse lülitada sidur.

Pöörata diisli väntvõlli 1—2 minutit reduktori esimesel käigul, välja



Joon. 257 Diiselmootori Д-54А käivitussüsteemi siduri, reduktori, lahutus-automaadi ja dekompressioonmehhanismi juhtimise hoovad.

lülitada sidur ja hoova *3* pööramisega asendisse *B* lülitada sisse reduktori teine käik. Uuesti sisse lülitada sidur ja käitada diisli väntvõlli 1—2 minutit reduktori teisel käigul.

Pärast seda pöörata dekompressioonmehhanismi hoob *1* asendisse «Прогрев 2» ja käitada diisli väntvõlli 2—3 minutit.

Seejärel pöörata hoob *1* asendisse «Работа» ja pärast 1—2 minutit kestnud diisli väntvõlli käitamist sisse lülitada pihustid.

Kui dekompressioonmehhanismi hoova uude asendisse pööramisel käivitusmootori väntvõlli pöörded hakkavad kiiresti vähenema, tuleb hoob pöörata algasendisse ja täiendavalt käitada diislit 1—2 minutit.

Pärast esimesi süttimisi silindrites, kui diisel hakkab tööle, peab lahutusautomaat käivitushammasratta diisli hooratta hammasvööga hambumisest välja lülitama. Käivitusmootori kaitsmiseks väntvõlli pöörete ülemäära suurenemise eest tuleb otsekohe pärast diisli käivitumist sidur välja lülitada ja vähendada pöördeid, sest üksikjuhtudel võib käivitushammasratas jääda hooratta hammasvööga hambumisse.

Kui diisel hakkab töötama stabiilselt, tuleb käivitusmootor viivitamatult seisma panna. Selleks tuleb sulgeda seguklapp ja, vajutades süüte väljalülitamise nupule, välja lülitada süüde. Pärast seda sulgeda õhuklapp. karburaatori õhutoru kaas ja kütusepaagi kraan.

Soojade ilmadega või juhul, kui diisel oli seisatud lühiajaliselt, võib alustada selle käivitamist reduktori teisel käigul, asetades dekompressioonmehhanismi hoova asendisse «Работа».

Diisli käivitamisel külma ilmaga või juhul, kui kütusepumba plunžripaarid on kulunud, tuleb pärast kütuse juurdeandmise sisselülitamist tõmmata käivitusrikastaja nupp enda poole.

Olenevalt ümbritseva õhu temperatuurist lastakse diislil töötada väikestel ja keskmistel pööretel kaks kuni neli minutit. Selle aja jooksul peab juht kuulama diisli töötamist ja jälgima kontrollmõõteriistade näite ning välise ülevaatuse teel välja selgitama, kas ei esine kütuse, õli ja ja vee lekkimist. Korras diisel peab töötama ühtlaselt, ilma kõrvalise müra ja kloppimisteta ning suitsuta. Diislit võib koormata alles pärast seda, kui jahutusvee ja karteriõli temperatuur on tõusnud 50°-ni.

Pikaajaliselt (üle 10 minuti) ei tohi diislit tühikäigul töötada lasta, sest see võib põhjustada kolbide ja kolvirõngaste koksistumist.

Diisel pannakse seisma kütuse juurdeandmise väljalülitamisega. Enne seiskumist peab diisel töötama keskmistel ja väikestel pööretel 5—6 minutit, selleks et õli ja vee temperatuur alaneks. Diisli seiskamine kütusepaagi kraani kinnikeeramise teel ei ole lubatav, sest see võib põhjustada õhu sisseimemist kütusesüsteemi.

Diisli Д-75 käivitamine toimub starteri abil käivitatava käivitusmootoriga ПД-10М. Viimase hoorattal on hammasvöö, millega spetsiaalse hoova abil lülitatakse hambumisse starteri hammasratas. Starteri või akupatarei rikke puhul saab käivitusmootorit ПД-10М käivitada ka käivitusnööri abil. Muus osas käivitatakse diisel Д-75 samuti kui Д-54А.

§ 3. Traktorite diiselmootorite käivitamine elektriliste starteritega

Diisli Д-20 käivitamine. Pöörata kütuse juurdeandmishoob maksimaalse juurdeandmise asendisse ja dekompressioonmehhanismi hoob kompressiooni väljalülitatud asendisse (pöörata hooratta poole). Sulgeda radiaatori kate ja lülitada sisse 20—30 sekundiks hõõgküünal. Vabastamata hõõgküünla lüliti nuppu, suruda starteri hoovale ja käitada diisli väntvõlli 3—4 sekundit.

Seejärel, vabastamata starteri hoova ja hõõgküünla lüliti nuppu, lülitada sisse kompressioon — pöörates dekompressioonmehhanismi hooba radiaatori poole. Pumbates käsipumbaga järsult kaks-kolm korda, pritsida kütust käivitussoojendi korpuses asuvale hõõgküünla spiraalile.

Kui diisel hakkab tööle, vabastada starteri hoob ja hõõgküünla lüliti nupp ning soojendada diisel keskmistel pööretel.

Diisli Д-16 käivitamine toimub samas korras.

Diisli Д-48М käivitamine. Pöörata kütuse juurdeandmishoob maksimaalse juurdeandmise asendisse ja sulgeda radiaatori žalusii. Vajutada hõõgküünalde lüliti nupule ja kuumutada neid 15—20 sekundit. Kui kontrollelement on kuumenenud punase hõõgvärvini, lülitada sisse starter ja pöörata diiselmootori väntvõlli 3—4 sekundit. Starteri pidev töötamine ei tohi kesta üle 15 sekundi. Kui diisel ei käivitunud, tuleb starter uuesti sisse lülitada alles 30—40 sekundi möödumisel.

Kuuma diislit (jahutusvee temperatuur üle 50°) võib käivitada hõõgküünlaid sisse lülitamata.

§ 4. Diiselmootorite käivitamine madalal õhutemperatuuril

Diisli käivitamisel madalal õhutemperatuuril tuleb eelnevalt luua normaalsed tingimused toite-, õlitus- ja jahutussüsteemide töötamiseks ja kergendada käivitusmootori tööd. Selleks tuleb radiaator katta sooja kattega ja mootori soojendamiseks valada läbi jahutussüsteemi kuuma vett, mis kogutakse avatud väljalaskekraani alla asetatud puhtasse nõusse. Jäätumise vältimiseks tuleb väljalaskekraani ava perioodiliselt traadiga puhastada. Algul valatakse jahutussüsteemi 60—70°-ni kuumutatud vett (30—50 l) ja pärast, sulgenud väljalaskekraani, täidetakse jahutussüsteem 90—95°-se kuuma veega. Kui seejärel diiselmootor küllaldaselt ei soojene, tuleb jahtunud vesi välja lasta ja jahutussüsteem täita teistkordselt kuuma veega.

Üheaegselt jahutussüsteemi kuuma veega täitmisega tuleb diisli karterisse valada 70—80°-ni kuumutatud diisliõli.

Käivitusmootori või starteri töötamise kergendamiseks tuleb kogu käi-

vitusperioodiks diisli sidur välja lülitada ja väiksema võimsusega mootoritel pöörata väntvõlli mõned pöörded käivitusvända abil.

Diisli käivitusmootoriga soojendamise ajaks ei ole lubatud lülitada sisse kütuse juurdeandmist, sest see raskendab diisli käivitamist ja suurendab ta detailide kuluvust. Kui diisli kütusepumbal on segurikastaja, siis tõmmatakse käivitamiseks selle nupp enda poole. Pärast diisli käivitumist kontrollitakse, kas segurikastaja on välja lülitunud.

Enne diisli КДМ-100 käivitamist tuleb täiendavalt sooritada järgmised operatsioonid. Soojendada veepumba alumine osa. Välja lülitada käivitusmootori sidur ja süüde ning pöörata käivitusvända abil väntvõlli niikaua, kuni see hakkab normaalselt kergesti pöörlema. Kui diisel КДМ-100 on varustatud õhu-eelsoojendiga, tuleb pärast seda, kui käivitusmootor hakkas stabiilselt pöörama diisli väntvõlli, käivitussoojendi pumba abil pritsida diisli sisselasketorusse kütust.

Selleks et diisel Д-48М hakkaks kiiremini stabiilselt töötama, tuleb pärast starteri väljalülitamist jätta hõõgküünlad 15—20 sekundiks sisse lülitatuks.

Madala õhutemperatuuri puhul tuleb diiselmootoreid tankida ainult talviste diislikütuste ja -õlidega. Diisel Д-20 tuleb aga tankida vedeldatud diisliõliga (3,5 liitrile talvisele diisliõlile lisada 1 liiter diislikütust).

KAHEKSAS OSA

AUTO-TRAKTORIMOOTORITE KARAKTERISTIKUD JA KATSETAMINE

XXVIII peatükk

AUTO-TRAKTORIMOOTORITE KARAKTERISTIKUD

§ 1. Põhilised mõisted.

Mootori dünaamilised omadused määratakse kindlaks tema efektiivvõimsuse N_e, pöörete arvu n ja pöördemomendi M_e näitajate järgi.

Mootori ökonoomilised omadused määratakse aga kindlaks tema kütuse tunnikulu G_k ja kütuse erikulu g_e järgi.

Mootori dünaamiliste ja ökonoomiliste omaduste hindamiseks erinevatel töörežiimidel ja koormustel kasutatakse *karakteristikuid.*

Need karakteristikud kujutavad endast mootori laboratoorsetel katsetustel saadud andmete alusel joonestatud kõveraid. Karakteristik võimaldab kindlaks määrata mootori töö mingisuguse (või mitme) põhilise näitaja olenevust teisest mootori tööd mõjutavast näitajast või faktorist. Katsetuste praktikas on rohkem levinud: *kiirus-*, *koormus-*, *regulaator-* ja *tühikäigu karakteristikud.* Mootori reguleerimise otstarbel lisanduvad abiks eespoolloetletuile *reguleerimiskarakteristikud.*

§ 2. Regúleerimiskarakteristikud.

Mootori näitajad olenevad tema soojusliku protsessi kulgemist mõjutavate mehhanismide reguleerimisest. Mootori reguleeritavate parameetrite väärtusi, mis kindlustavad nõutud võimsuse ja suurima ökonoomsuse, nimetatakse *optimaalseteks.* Mootori reguleerimise optimaalsed parameetrid määratakse kindlaks reguleerimiskarakteristikute ehitamise teel.

Reguleerimiskarakteristikute hulka kuuluvad kütusekulu (kütuse järgi), kütuse eelsissepritsimisnurga (diislitel) ja eelsüütenurga (karburaatormootoritel) reguleerimise karakteristikud.

Mootori tundmaõppimisel ja uurimisel võib võtta ka teisi reguleerimiskarakteristikuid, mis näitavad võimsuse ja kütuse erikulu olenevust reast faktoritest (kütuse sissepritsimise rõhk pihustis, gaasijaotusfaasid jne.).

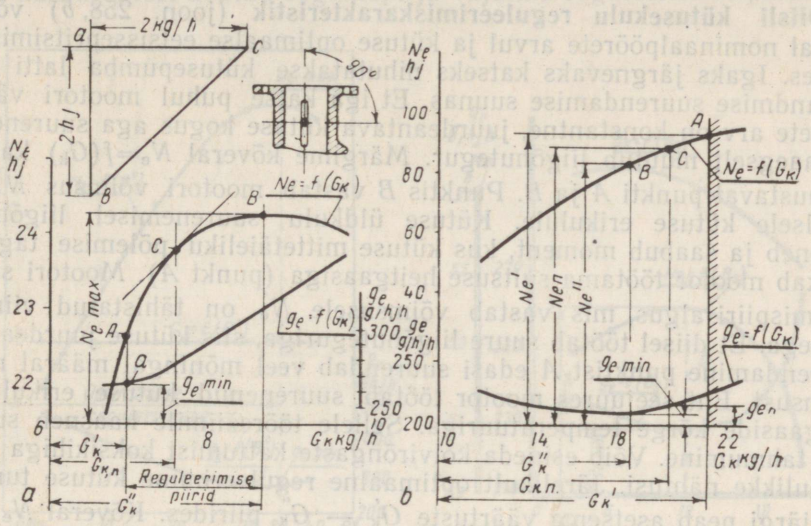
Reguleerimiskarakteristikuid vajatakse uut konstruktsiooni mootori tundmaõppimisel, valitud optimaalsete reguleerimiste õigsuse hindamise eesmärgil läbiviidud katsetustel ning ekspluatatsiooni tingimustes reguleerimiste püsivuse kontrollimise eesmärgil.

Reguleerimise parameetrid kannab tehas mootori valmistamise tehnilistesse tingimustesse ja passi.

§ 3. Kütusekulu reguleerimiskarakteristikud

Kütusekulu reguleerimiskarakteristikud näitavad võimsuse ja kütuse erikulu olenevust kütuse tunnikulust. Nad kujutavad endast kõveraid funktsioonidena N_e, $g_e = f(G_k)$.

Karburaatormootori kütusekulu reguleerimiskarakteristik võetakse jääval pöörlemiskiirusel, täiesti avatud seguklapi ja optimaalse eelsüütenurga puhul. Juurdeantava kütuse kogus ja järelikult ka küttesegu koostis reguleeritakse düüsi kalibreeritud ava ristlõike muutmise teel.



Joon. 258. Kütusekulu reguleerimiskarakteristikud:
a — karburaatormootor; *b* — diiselmootor.

Karburaatormootori kütusekulu reguleerimiskarakteristik koordinaatides N_e, g_e, G_k on ehitatud joonisel 258, *a*. Tähistame kõveral $N_e = f(G_k)$ iseloomustavad punktid *A* ja *B*. Mootori võimsus vastab punktis *A* minimaalsele kütuse erikulude $g_{e\,min}$ (punkt *a* kõveral $g_e = f(G_k)$ kütuse tunnikulu G_k juures. Punktis *B* on mootori võimsus maksimaalne ($N_{e\,max}$).

Maksimaalse võimsuse $N_{e\,max}$ ja minimaalsele kütuse erikulude $g_{e\,min}$ vastava võimsuse (punkt *A*) mittekokkulangemine on selgitatav järgmiselt.

Maksimaalse võimsuse saamiseks reguleeritakse mootor rikastatud segule ($\alpha = 0{,}8—0{,}9$). Kui mootor töötab säärasel segul, suurenevad töösegu põlemiskiirus, silindri täiteaste ja keskmine efektiivrõhk, mis põhjustavad koos võimsuse suurenemise.

Kui aga küttesegu üleliigselt rikastub ($\alpha < 0{,}8$), siis väheneb küttesegu põlemiskiirus ja põlemisel eralduv soojuse hulk. Selle tagajärjel mootori võimsus ja ökonoomsus langevad.

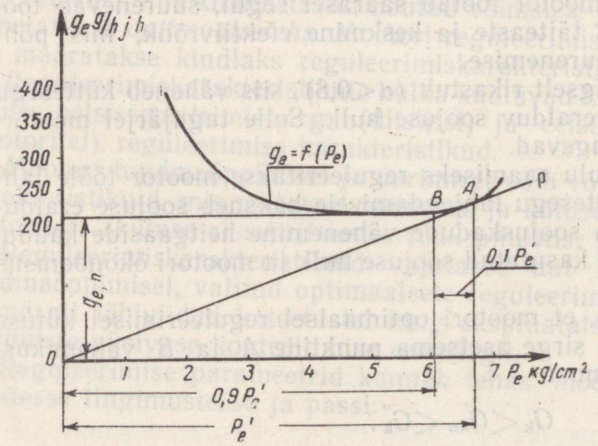
Minimaalse kütuse erikulu saamiseks reguleeritakse mootor tööle lahjendatud segul ($\alpha > 1$). Küttesegu lahjendamisele kaasneb soojuse eraldumise teguri suurenemine ja soojuskadude vähenemine heitgaaside kaudu. Kütuse põlemisel kasulikult kasutatud soojuse hulk ja mootori ökonoomsus suurenevad.

Eespooltoodust järeldub, et mootori optimaalsel reguleerimisel kütuse tunnikulu (G_{kn}) järgi peab sirge asetsema punktide *A* ja *B* vahemikus, s. t. peab rahuldama tingimust:

$$G_k < G'_{kn} < G''_k.$$

Optimaalse kütuse tunnikulu G_{kn} kindlaksmääramiseks soovitatakse karburaatormootoritel kasutada kolmnurga meetodit. Diagrammil $N_e=f(G_k)$ ja $g_e=f(G_k)$ joonestatakse täisnurkne kolmnurk *abc*, mille kaatet *ac* on paralleelne abstsissteljega ja kaatet *ab* — ordinaatteljega. Kolmnurga kaatetid joonestatakse diagrammile mastaabis vastavalt 1 kg/h ja 1 hj või nende kordsetena, nagu on näidatud joonisel 258 *a*. Paralleelselt hüpotenuusiga *bc* tõmmatakse kõverale puutuja $N_e=f(G_k)$. Puutepunktist *C* tõmmatud ristsirge märgib abstsissteljel optimaalse kütuse tunnikulu G_{kn} suuruse.

Diisli kütusekulu reguleerimiskarakteristik (joon. 258, *b*) võetakse jääval nominaalpöörete arvul ja kütuse optimaalse eelsisse pritsimisnurga juures. Igaks järgnevaks katseks nihutatakse kütusepumba latti kütuse etteandmise suurendamise suunas. Et iga katse puhul mootori väntvõlli pöörete arv on konstantne, juurdeantava kütuse kogus aga suureneb, siis samaaegselt muutub liigõhutegur. Märgime kõveral $N_e=f(G_k)$ kaks iseloomustavat punkti *A* ja *B*. Punktis *B* vastab mootori võimsus N''_e minimaalsele kütuse erikulule. Kütuse üldkulu suurenemisel liigõhutegur väheneb ja saabub moment, kus kütuse mittetäieliku põlemise tagajärjel hakkab mootor töötama suitsuse heitgaasiga (punkt *A*). Mootori suitseva põlemispiiri algus, mis vastab võimsusele N'_e on tähistatud viirutatud joonega. Et diisel töötab suure liigõhuteguriga, siis kütuse juurdeandmise suurendamine punktist *A* edasi suurendab veel mõningal määral mootori võimsust. Ent seejuures mootor töötab suurenenud kütuse erikuluga ja heitgaaside kõrge temperatuuriga. Sellele töörežiimile kaasneb suurenenud tahmumine. Võib esineda kolvirõngaste kattumist koksikihiga ja teisi kahjulikke nähtusi. Järelikult optimaalne reguleerimine kütuse tunnikulu G_{kn} järgi peab asetsema väärtuste G'_k — G''_k piirides. Kõveral $N_e=f(G_t)$ annab see reguleerimine punktis *C* võimsuse N_{en}, mis vastab kütuse tunnikulule G_{kn}. Optimaalse reguleerimise kindlaksmääramise viis on järgmine. Kütusekulu karakteristiku andmetel joonestatakse kütuse erikulu keskmisest efektiivrõhust olenevuse kõver $g_e=f(p_e)$ (joon. 259), kusjuures p_e väärtused arvutatakse valemite (28 ja 29) järgi. Koordinaatide algusest *O* tõmmatakse puutuja *Op* kõverale $g_e=f(p_e)$. Puutepunkt *A* on kõvera $g_e=f(p_e)$ punktiks, millest edasi kõver järsult kasvab. See toimub kütuse mittetäieliku põlemise tagajärjel. Mootori heitgaasis on sel juhul suits. Punktist *A* tõmmatakse ristsirge abstsissteljele ja leitakse suurus P'_e, mis vastab suitseva põlemispiiri algusele. Abstsissteljel märgitakse suurus 0,9 P'_e, mille järgi määratakse punktis *B* kindlaks otsitav suurus g_{en}. Kütuse erikulu $g_{e,n}$ järgi kõveral $N_e=f(G_k)$ (joon. 258, *b*) määratakse kindlaks võimsus N_{en} (punkt *C*) ja optimaalne kütuse tunnikulu G_{kn}.

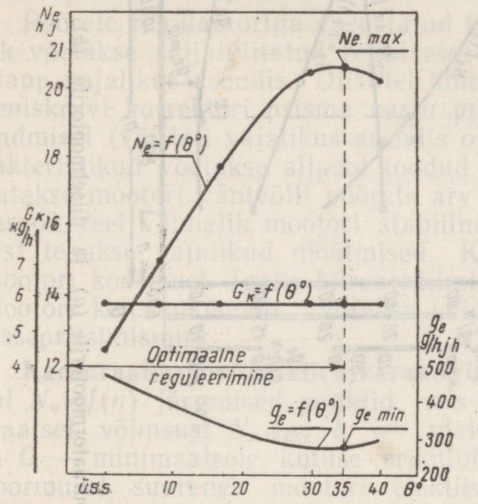


Joon. 259. Kütuse erikulu keskmisest efektiivrõhust olenevuse karakteristik diiselmootorile.

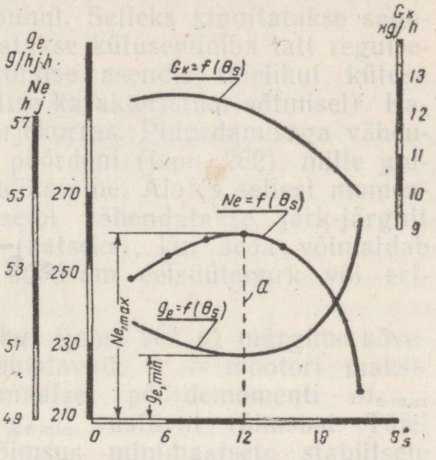
§ 4. Eelsüütenurga ja kütuse eelsissepritsimisnurga reguleerimiskarakteristikud

Eelsüütenurga reguleerimiskarakteristik näitab võimsuse ning kütuse tunni- ja erikulu olenevust eelsüütenurgast.

Joonisel 260 on abstsissteljele märgitud eelsüütenurga Θ väärtused kraadides, ordinaatteljele aga efektiivvõimsuse N_e, kütuse tunnikulu G_k ja kütuse erikulu g_e väärtused. Karakteristik võetakse jääval pööretearvul, karburaatori avatud seguklapi ja vajaliku reguleerimise puhul. Igal



Joon. 260. Eelsüütenurga reguleerimiskarakteristik.



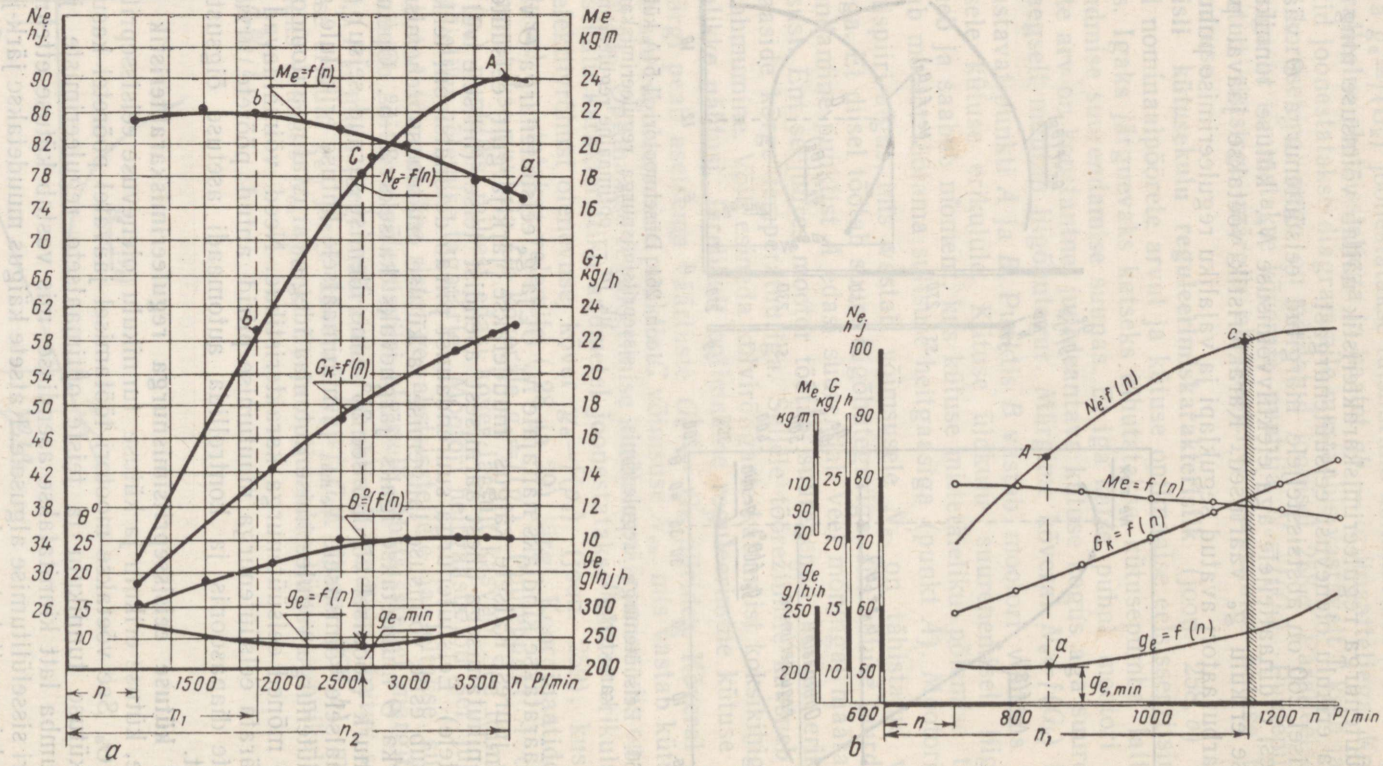
Joon. 261. Diiselmootori Д-54A kütuse eelsissepritsimisnurga reguleerimiskarakteristik (a — optimaalne reguleerimine).

katsel määratakse kindlaks näitajate N_e, G_k ja g_e eelsüütenurga Θ vastava väärtuse juures. Katsete käigus muudetakse järk-järgult eelsüütenurka katkesti nihutamisega ühest äärmisest asendist teise (hilisele või varasele süütele). Eelsüütenurga suurendamist piirab detonatsiooni tekkimine, mis kutsub esile võimsuse langemise ja kütuse erikulu suurenemise. Eelsüütenurka Θ muudetakse igaks järgnevaks katseks 3—5°. Optimaalne eelsüütenurk (joonisel võrdub see 35° enne ülemist surnud seisu) vastab maksimaalsele võimsusele $N_{e\,max}$ ja minimaalsele kütuse erikulule $g_{e\,min}$.

Eelsüütenurga reguleerimise automaatidega varustatud automootoritel võetakse mõned eelsüütenurga karakteristikud. Need võimaldavad kindlaks määrata eelsüütenurga muutumise piirid antud pöörete arvude ja koormuste diapasoonis ja kontrollida automaadi asetuse õigsust ning töötamist.

Diisli kütuse eelsissepritsimisnurga reguleerimiskarakteristik annab võimsuse, kütuse erikulu ja kütuse tunnikulu olenevuse eelsissepritsimisnurgast Θ_s. See võetakse mootori töötamisel jäävatel pööretel kasutusele võetud kütuse tunnikulu ja teiste optimaalsete reguleerimiste juures. Kütusepumba latt kinnitatakse asendisse, mis vastab kütuse etteandmise korrektori sisselülitumise algusele. Katsete käigus muudetakse järk-järgult kütuse eelsissepritsimisnurka.

Joonisel 261 on esitatud diisli Д-54A kütuse eelsissepritsimisnurga reguleerimiskarakteristik. Karakteristik on võetud nominaalsel kiirusrežiimil (1300 p/min.) ja soovitatud kütuse tunnikulu puhul. Optimaalne kütuse eelsissepritsimisnurk väntvõlli järgi võrdub 12° enne ülemist surnud seisu.



Joon. 262. Kiiruskarakteristikud karburaatormootorile (*a*) ja diiselmootorile (*b*).

§ 5. Kiiruskarakteristik

Kiiruskarakteristik annab võimsuse, ökonoomiliste ja teiste mootori töönäitajate olenevuse väntvõlli pöörete arvust, s. t. kujutab endast olenevust kujul: N_e, p_e, M_e, G_k, $g_e=f(n)$ (joon. 262). Kiiruskarakteristikuid võib määrata osaliselt avatud seguklapi (karburaatormootorid) või kütusepumba lati vahepealse asendi juures (diislid). Erinevalt kiiruskarakteristikutest, mis on võetud täiesti avatud seguklapi (või täie kütuse etteandmise) juures, neid nimetatakse *osalisteks* kiiruskarakteristikuteks. Osalised kiiruskarakteristikud võetakse autode mootorite töötamise ökonoomsuse hindamiseks erinevatel koormustel ja kiirusrežiimidel.

Pöörete regulaatoriga varustatud karburaatormootori kiiruskarakteristik võetakse väljalülitatud regulaatori puhul. Selleks kinnitatakse seguklapp vajalikus asendis.. Diislitel kinnitatakse kütusepumba latt reguleerimiskruvi korrektori prisma vastu puutumise asendis täielikul kütuse andmisel (või lati vajalikus asendis osalise karakteristiku võtmisel). Karakteristikud võetakse allpool toodud järjekorras. Pidurdamisega vähendatakse mootori väntvõlli pöörete arv n pöördeni (joon. 262), mille juures on veel võimalik mootori stabiilne töötamine. Alates sellest momendist tehakse vajalikud mõõtmised. Katsetel vähendatakse järk-järgult mootori koormust. Igaks kiirusrežiimiks (katseks), kui seda võimaldab mootori konstruktsioon, valitakse kõige soodsam eelsüütenurk või eelsissepritsimisnurk.

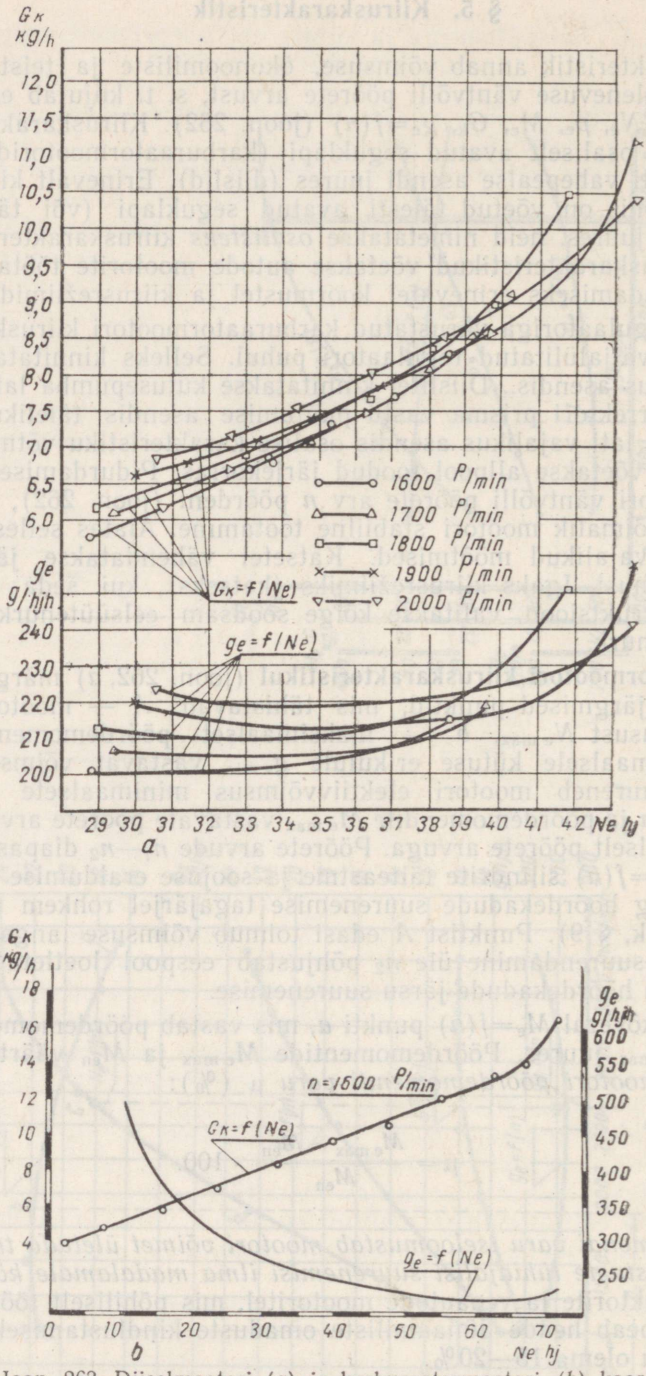
Karburaatormootori kiiruskarakteristikul (joon. 262, *a*) märgime kõveral $N_e=f(n)$ järgmised punktid, mis tähistavad: A — mootori maksimaalset võimsust $N_{e\,max}$, b — maksimaalset pöördemomenti $M_{e\,max}$ ja C — minimaalsele kütuse erikulule $g_{e\,min}$ vastavat võimsust. Täiel koormusel suureneb mootori efektiivvõimsus minimaalsete stabiilsete pöörete arvu n ja pöördemomendile $M_{e\,max}$ vastavate pöörete arvu n_1 piires proportsionaalselt pöörete arvuga. Pöörete arvude n_1—n_2 diapasoonis kulgeb kõver $N_e=f(n)$ silindrite täiteastme ja soojuse eraldumise teguri vähenemise ning hõõrdekadude suurenemise tagajärjel rohkem veerjamalt (vt. V peatükk, § 9). Punktist A edasi toimub võimsuse langemine, sest pöörete arvu suurendamine üle n_2 põhjustab eespool loetletud tegurite vähenemise ja hõõrdekadude järsu suurenemise.

Märgime kõveral $M_e=f(n)$ punkti *a*, mis vastab pöördemomendile M_{en} võimsuse $N_{e\,max}$ juures. Pöördemomentide $M_{e\,max}$ ja M_{en} väärtuste järgi arvutatakse *mootori pöördemomendi varu* μ (%):

$$\mu=\frac{M_{e\,max}-M_{en}}{M_{en}}\cdot 100. \qquad (73)$$

Pöördemomendi varu iseloomustab mootori võimet ületada traktori või auto välistakistuste lühiajalisi suurenemisi ilma madalamale käigule ülemineku ta. Traktorite ja veoautode mootoritel, mis põhiliselt töötavad täie võimsusega, peab heade dünaamiliste omaduste kindlustamiseks pöördemomendi varu olema 15—20%.

Diisli kiiruskarakteristik on näidatud joonisel 262, *b*. Märgime kõveral $N_e=f(n)$ kaks punkti: A — võimsus minimaalsel kütuse erikulul ja C — võimsus mootori suitseval põlemispiiril. Kõvera $g_e=f(n)$ punkt *a* tähistab minimaalset kütuse erikulu. Harilikult kulgevad diislitel kõverad $M_e=f(n)$ lamedamalt kui karburaatormootoritel. See on seletatav kütusepumpade konstruktiivsete iseärasustega ning avaldub selles, et pöörete arvu vähenemisel n_1 kuni n p/min suureneb silindrite täiteaste ning väheneb sissepritsitav kütusekogus töötsükli kohta. Seetõttu liigõhutegur suureneb, keskmine efektiivrõhk ja pöördemoment aga peaaegu üldse ei suurene. Seda



Joon. 263. Diiselmootori (*a*) ja karburaatormootori (*b*) koormuskarakteristikud.

puudust aitavad kütusepumpade konstruktsioonis kõrvaldada kütuse etteandmise korrektorid, mille kirjeldus on toodud eespool. Korrektor muudab kütuse andmist ülekoormusrežiimidel töötsüklil sissepritsitava kütusekoguse suurenemise suunas, mis parandab pöördemomendi kõvera kulgemist.

Kui kiiruskarakteristiku võtmisel üheaegselt efektiivvõimsuse mõõtmisega pidurivõllil mõõta ka mootori indikaatorvõimsust, siis võib ehitada iga katse N_i ja N_e väärtuste järgi ühel graafikul indikaatorvõimsuse N_i ja efektiivvõimsuse N_e ning samuti keskmise indikaatorrõhu p_i ja keskmise efektiivrõhu p_e funktsioonid pöörete arvust n. Sellel graafikul annab ordinaatide N_i—N_e vahe võimsuskao N_t hõõrdumisele ja abimehhanismide käitamisele, ordinaatide p_i—p_e vahe annab aga rõhu p_t, mis kulutatakse hõõrdumisele ja mootori abimehhanismide käitamisele. Saadud andmed võimaldavad kindlaks määrata ja esitada mootori mehaanilise kasuteguri sõltuvuse pöörete arvust $\eta_m = f(n)$, sest mootori efektiivvõimsuse suhe indikaatorvõimsusse on mootori mehaaniline kasutegur. Näitajad p_t ja η_m võimaldavad hinnata mootorit hõõrduvate pindade töötlemise kvaliteedi ja abimehhanisme täiuslikkuse seisukohalt.

§ 6. Koormuskarakteristik

Koormuskarakteristik näitab kütuse erikulu ja teiste mootori töönäitajate sõltuvust võimsusest väntvõlli antud pöörete arvu juures, s. o. kujutab endast sõltuvust G_k, $g_e = f(N_e)$. Koormuskarakteristiku võtmisel hoitakse mootori väntvõlli pöörete arv jäävana piduri reguleerimise ja seguklapi asendi (kütuse etteandmise) muutmise teel. Karakteristik võetakse mootori optimaalsete reguleerimiste puhul ja võimaldab kindlaks määrata kütuse kasutamise ökonoomsust antud kiirusrežiimil. Mootori ökonoomsus on seda suurem, mida väiksem on kütuse erikulu absoluutväärtus ja mida lamedamalt kulgeb kütuse erikulu kõver $g_e = f(N_e)$ mootorile kõige iseloomulikumate koormuste intervallis. Joonisel 263 on toodud diiselmootori Д-30 (*a*) ja karburaatormootori ЗИЛ-164 (*b*) koormuskarakteristikud. Diiselmootori Д-30 erinevatel pöörlemiskiirustel võetud koormuskarakteristikute uurimisel selgub, et kõige ökonoomsem kiirusrežiim vastab $n =$ 1600 p/min. Sellel režiimil kulgeb 29—36 hj kõver $g_e = f(N_e)$ võimsuste intervallis lamedalt ja annab kütuse erikulu väärtuseks $g_e = 200$—205 g/hjh.

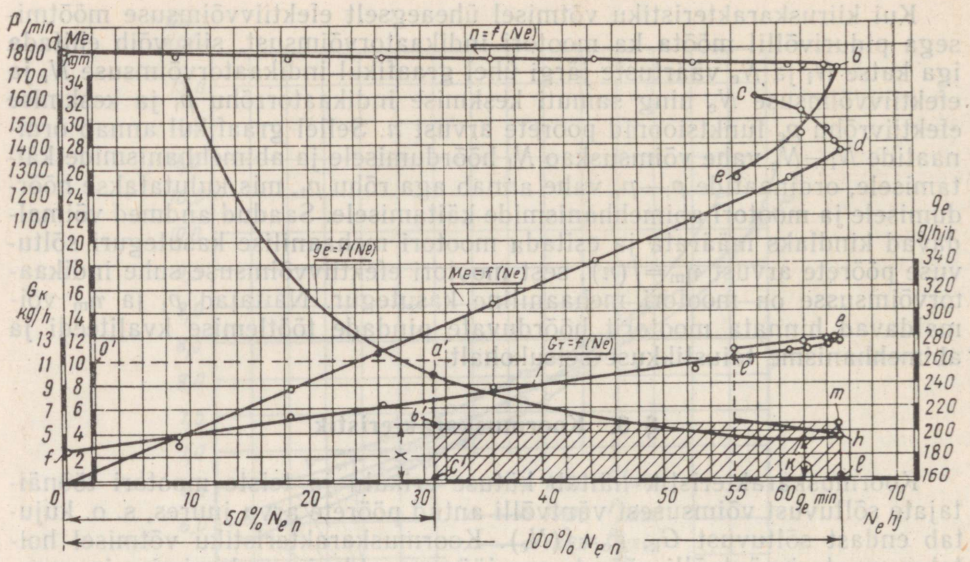
Mootori ЗИЛ-164 koormuskarakteristik kiirusrežiimil $n = 1600$ p/min. kulgeb lamedalt võimsuste intervallis 50—70 hj ja kütuse erikulu on piires $g_e = 215$—225 g/hjh.

§ 7. Regulaator- ja tühikäigu karakteristik

Regulaatorkarakteristik näitab pöörete arvu, kütusekulu ja pöördemomendi sõltuvust mootori efektiivvõimsusest juhul, kui regulaator mõjutab kütuse etteandemehhanisme, s. t. kujutab endast sõltuvust kujul n, G_k, g_e, $M_e = f(N_e)$. Kõrvutades seda § 6 tooduga, järgneb, et regulaatorkarakteristik on regulaatoriga varustatud mootori koormuskarakteristik. Karakteristikut, mis on võetud kütuse etteandmist juhtiva organi (aktseleraatori) vahepealse asendi juures kiirusrežiimi või võimsuslike näitajate vähendamise suunas, nimetatakse *osaliseks* regulaatorkarakteristikuks.

Regulaatorkarakteristiku kindlaksmääramiseks tuleb teha rida katseid, suurendades järk-järgult mootori koormust, alates tühikäigust ja lõpetades maksimaalse võimsuse ning maksimaalse pöördemomendi saavutamisega. Katsete arv peab võimaldama kindlaks määrata võimsuse ja pöördemomendi muutumise seaduspärasused mootori kõigi koormuste diapasoonis, alates tühikäigust ja lõpetades ülekoormuse piirkonnaga.

Regulaatorkarakteristik võimaldab hinnata ekspluatatsiooniks vajalikult reguleeritud regulaatoriga varustatud mootori dünaamilisi ja ökonoomilisi näitajaid. Regulaatorkarakteristiku järgi kontrollitakse regulaatori reguleerimise õigsust, valemite abil arvutatakse tema ebatundlikkuse aste (65) ja mootori pöördemomendi varu (73).



Joon. 264. Diiselmootori СМД-7 regulaatorkarakteristik:
x — hinnatav kütuse erikulu g_{en}; $G_T - G_K$.

Regulaatorkarakteristiku (joon. 264) kõver $n=f(N_e)$ koosneb kahest osast: piirkonnast *ab*, kus mootori töötamist juhitakse regulaatoriga ja piirkonnast *be*, kus regulaator ei mõjuta mootori töötamist, sest kütusepumba lati edasiliikumine on tõkestatud kütuse maksimaalse etteande piirajaga. Koormuse edasisel suurendamisel (piirkond *be*) pöörded järsult vähenevad ja kütuse etteandmine toimub korrektori tegevuse arvel. Karakteristiku piirkonda *ab* nimetatakse *regulaatoriga* haruks, piirkonda *be* aga — *regulaatorita* haruks. Real juhtudel järsku üleminekut nende piirkondade vahel ei ole. See on tingitud korrektori ehituse iseärasustest.

Regulaatorkarakteristikut iseloomustavad punktid on järgmised:

Kõvera $n=f(N_e)$ punkt *a*, mis vastab mootori väntvõlli maksimaalsetele pööretele tühikäigul — $n_{o\,max}$.

Sama kõvera punkt *b*, mis vastab mootori maksimaalsele võimsusele töötamisel regulaatoriga — N_{en}; sellele võimsusele vastab mootori väntvõlli nominaalne pöörete arv n_n.

Kõvera $M_e=f(N_e)$ punkt *d*, mis vastab mootori maksimaalsel võimsusel arendatavale pöördemomendile — M_{en}.

Sama kõvera punkt *c*, mis vastab maksimaalsele pöördemomendile — $M_{e\,max}$.

Kõvera $G_k=f(N_e)$ punkt *e*, mis vastab kütuse tunnikulule mootori maksimaalsel võimsusel — G_{kn}.

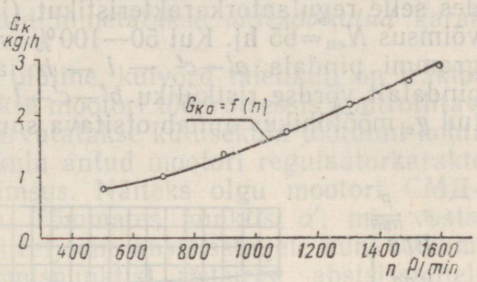
Sama kõvera punkt *f*, mis vastab kütuse tunnikulule mootori töötamisel maksimaalsetel tühikäigu pööretel — $G_{ko\,max}$.

Kõvera $g_e=f(N_e)$ punkt *h*, mis vastab kütuse erikulule mootori nominaalvõimsusel — g_{en}.

Sama kõvera punkt *k*, mis vastab minimaalsele kütuse erikulule $g_{e\,min}$.

Tühikäigu karakteristik (joon. 265) näitab kütuse tunnikulu sõltuvust mootori väntvõlli pöörete arvust, s. o. kujutab sõltuvust $G_{ko}=f(n)$. Tühikäigu karakteristikut kasutatakse mootori tühikäigul töötamise ökonoomsuse hindamiseks.

Karakteristiku võtmiseks muudetakse järk-järgult mootori väntvõlli pöördeid alates minimaalsetest ja lõpetades maksimaalsete tühikäigu pööretega ning mõõdetakse kütusekulu igal kiirusrežiimil. Karburaatormootoritel reguleeritakse enne karakteristiku võtmist mootori tühikäik. Karburaatori tühikäigu reguleerimine peab kindlustama mootori stabiilse töötamise minimaalse kütusekuluga.



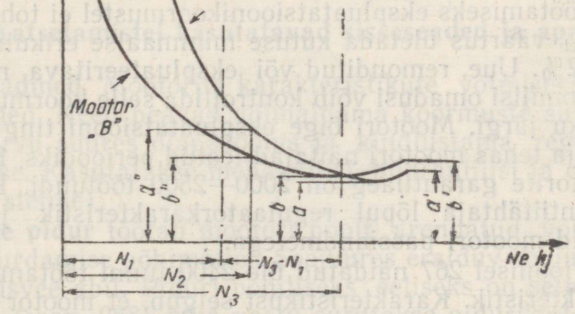
Joon. 265. Diiselmootori Д-48М tühikäigu karakteristik.

§ 8. Mootori karakteristikute praktiline kasutamine

Vaatleme mõningaid karakteristikute praktilise kasutamise näiteid. Uue mootori katsetamisel on oluline hinnata selle ökonoomsust kütuse kasutamise seisukohalt. Eespool on öeldud, et kiirus-, koormus- või regulaatorkarakteristikute järgi võib kindlaks määrata minimaalse kütuse erikulu ja kütuse erikulu maksimaalsel võimsusel. Tegelikult on ekspluatatsioonisoleva mootori ökonoomsuse hindamiseks nendest kahest näitajast vähe. Oluline on arvestada kütuse erikulu kõvera kulgemise iseloomu olenevalt mootori töörežiimidest.

Näiteks mootoril A (joon. 266) on kütuse erikulud — minimaalne (a) ja maksimaalsel võimalusel (a') — väiksemad kui vastavad kütuse erikulud (b ja b') mootoril B. Kui aga ekspluatatsioonis kõige rohkem tõenäoline võimsuse kasutamise intervall rahuldab tingimust $N<N_3$ (näiteks võimsus N_2), siis mootori B ökonoomsus on suurem mootori A omast, sest mootori B kütuse erikulu sellel võimsusel on väiksem kui mootoril A ($b''<a''$).

Auto- või traktorimootori ökonoomsuse täpsemaks hindamiseks määratakse kindlaks nn. kütuse hinnatav erikulu g_{eh}. Automootoritel määratakse g_{eh} väärtus kindlaks kütuse erikulude keskmiste väärtuste järgi kiiruskarakteristiku alusel diapasoonis nominaalpööretest (n_n) kuni 1,2 minimaalsete tööpööreteni (n_{min}*) või koormuskarakteristiku järgi pööretel



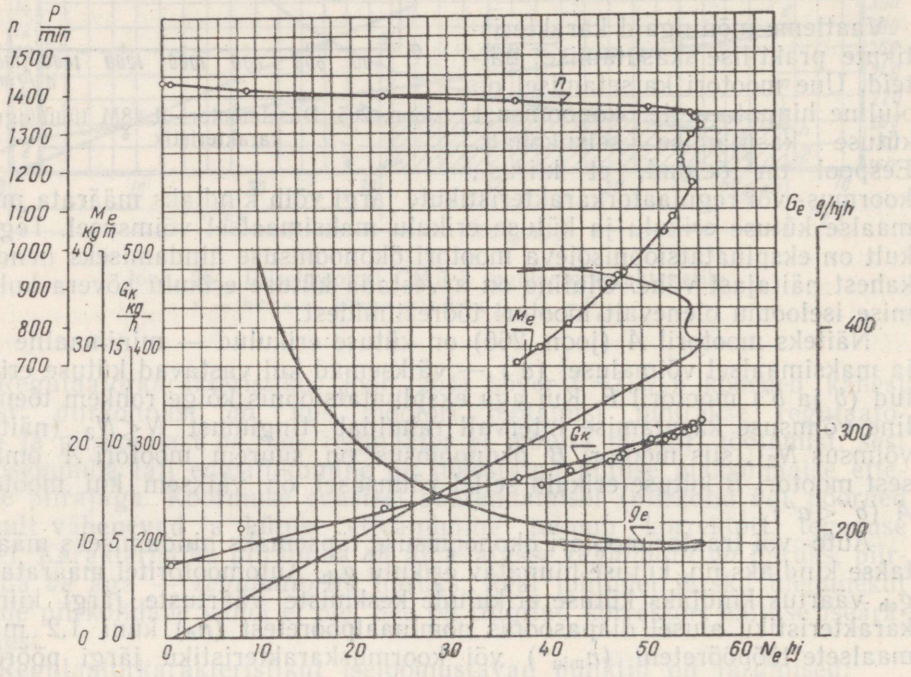
Joon. 266. Mootorite ökonoomsuse võrdlev hinnang:

$N_3 - N_1$ — ekspluatatsioonis oleva mootori võimsuse kõige rohkem tõenäolise kasutamise piirid; a — mootori A minimaalne kütuse erikulu; a' — mootori A kütuse erikulu maksimaalsel võimsusel; b — mootori B minimaalne kütuse erikulu; b' — mootori B kütuse erikulu maksimaalsel võimsusel.

* Suurus n_{min} määratakse kindlaks automootoritele ja kujutab endast kõige väiksemat väntvõlli pöörete arvu täiesti avatud seguklapi või kütuse maksimaalsel etteandmisel, mille puhul mootor töötab stabiilselt.

0,5 n_n koormuste diapasoonis 25 kuni 100%. Traktorimootorite kütuse hinnatav erikulu määratakse kindlaks kütuse erikulu keskmiste väärtuste järgi regulaatorkarakteristiku alusel diapasoonis 50—100% N_{en}.

Määrame kindlaks diisli СМД-7 kütuse hinnatava erikulu g_{eh}, kasutades selle regulaatorkarakteristikut (joon. 264). Selle mootori nominaalvõimsus N_{en}=65 hj. Kui 50—100% võimsuse diapasooniga piiratud diagrammi pindala $a'—c' — l — h$ jagada pikkusele $c'—l$, siis saame pindalalt võrdse ristküliku $b'—c'—l—m$ külje x, mis diagrammil kasutatud g_e mõõtühikus annab otsitava suuruse g_{eh}=209 g/hjh. Traktorimootori



Joon. 267. Diiselmootori Д-54А regulaatorkarakteristik.

ökonoomseks töötamiseks ekspluatatsioonikoormustel ei tohi kütuse hinnatava erikulu g_{eh} väärtus ületada kütuse minimaalse erikulu väärtust rohkem kui 10—12%. Uue, remonditud või ekspluateeritava mootori dünaamilisi ja ökonoomilisi omadusi võib kontrollida selle koormus- või regulaatorkarakteristiku järgi. Mootori õige ekspluatatsiooni tingimustes garanteerib valmistaja tehas mootori näitajad teatud perioodiks. Enamiku diiseltraktorite mootorite garantiiaeg on 2000—2500 töötundi. Kontrollimiseks võetakse garantiitähtaja lõpul regulaatorkarakteristik ja võrreldakse saaduq andmeid mootori passiandmetega.

Näiteks on joonisel 267 näidatud üle 2400 tunni töötanud diisli Д-54А regulaatorkarakteristik. Karakteristikust selgub, et mootor arendab võimsust 56,4 hj. n=1315 p/min. juures. Kütuse tunnikulu on nimetatud võimsusel 11,2 kg/h, kütuse erikulu aga 199 g/hjh kohta. Tehase passi andmetel peab diisel pärast 2000 tundi töötamist arendama võimsust mitte alla 54 hj. n=1300 p/min. juures ning kütuse erikulu ei tohi ületada 215 g/hjh. Nende andmete tulemusena võib teha järelduse, et antud mootor vastab tehase garantiile. Kasutades regulaator(või koormus-) karakteristikuid, võib otsustada mootori reguleerimiste ja dünaamiliste ning ökonoomiliste näi-

tajate stabiilsuse üle olenevalt töötamise ajast tundides (traktorimootorid) või läbisõidetud kilomeetritest (automootorid). Selleks võrreldakse katsetuste algul ja lõpul saadud karakteristikuid ja tehakse vastavad järeldused. Näitlikkuse otstarbel paigutatakse mõlemad karakteristikud ühele graafikule. Sääraseid karakteristikuid nimetatakse *ühtesobitatud* karakteristikuteks.

Ekspluatatsiooni tingimustes on oluline, kuivõrd täielikult on traktori mootor koormatud. Selleks mõõdetakse mootori tööprotsessis kontrollitava vahetuse kestel kulutatud kütus ja arvutatakse kütusekulu töötunni kohta. Seejärel märgitakse saadud kütusekulu antud mootori regulaatorkarakteristikule ja määratakse vastav võimsus. Näiteks olgu mootori СМД-7 (joon 264) kütusekulu 11 kg tunnis. Tõmmates punktist o', mis vastab kütuse üldkulule $G_k=11$ kg/h, paralleeljoone abstsissteljele kuni lõikumiseni kõveraga $G_k=f(N_e)$ ja lõikumispunktist ristsirge abstsissteljele, saame kasutatud võimsuse $N_e=55$ hj. Regulaatorikarakteristiku järgi on maksimaalne võimsus 65 hj., järelikult mootor oli koormatud $\frac{55 \cdot 100}{65} \approx$ $\approx 85\%$.

XXIX peatükk

MOOTORITE KATSETAMINE

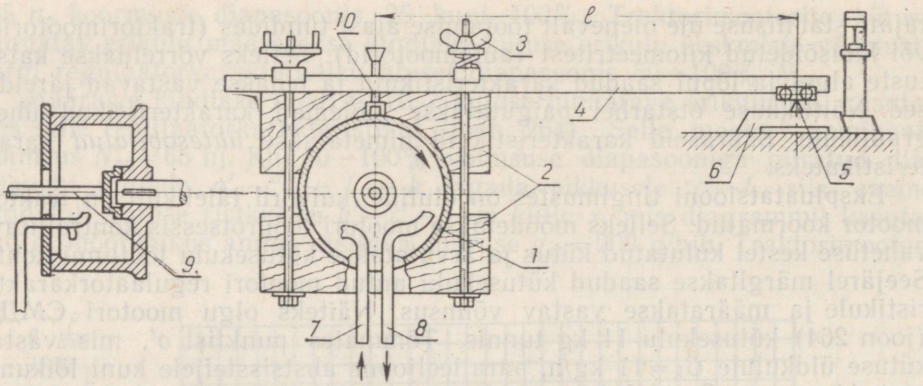
§ 1. Katsetamiste klassifikatsioon ja sisu

Mootorite katsetamised jaotatakse olenevalt nende eesmärgist ja otstarbest *uurimuslikeks, vastuvõtu-* ja *kontrollkatsetamisteks.* Katsetusi uurimuslikel eesmärkidel tehakse kõige sagedamini uue mootorimudeli loomise ja täiustamise protsessis. Mootorite katsemudelite vastuvõtukatsetused on vajalikud nende tootmisse andmise küsimuste otsustamiseks. Mootorite kontrollkatsetusi tehakse tehases ja katsejaamades valmistamise või remondi kvaliteedi kontrollimise eesmärgil. Mootorite kontroll- ja vastuvõtukatsete meetodid on standardiseeritud. Katsetuste maht ja sisu, olenevalt nende eesmärgist ja otstarbest, määratakse kindlaks programmiga, mis kavandab katsetuste ülesanded, tähtajad ja mahu ning katsetööde sisu.

§ 2. Katsetamistel kasutatavad sisseseaded ja aparaadid

Pidurdusseadmed. Mootorite karakteristikute võtmiseks on vajalikud pidurdusseadmed. Need peavad võimaldama koormuste sujuvat reguleerimist pöörete arvu suures diapasoonis ja kindlustama reguleeritud koormuse stabiilsuse. Kasutatakse mehaanilisi, hüdraulilisi ja elektrilisi pidurdusseadmeid (stende).

Mehaaniline pidur töötab mootori poolt arendatud võimsuse hõõrdejõududega pidurdamise põhimõttel. Seejuures eralduv soojus eemaldatakse pidurist jahutusvee abil. Piduri põhiliseks eeliseks on selle lihtne ehitus. Piduritrumli *1* (joon. 268) põia vastu surutakse piduriklotsid *2* poltide ja tiibmutrite *3* abil. Ülemise piduriklotsiga on ühendatud pidurihoob *4*, mis prisma *5* kaudu toetub kaaludele *6*. Piduri koormamiseks pingutatakse tiibmutreid *3*. Piduriklotside ja piduritrumli vahel tekkiv hõõrdejõud püüab pöörata klotse trumli pöörlemise suunas. Hõõrdejõudude tegevus kantakse üle piduri kaaluseadmele hoova ja prisma abil. Piduriklotsid *2* on valmistatud kõvast puidust. Tahi *10* kaudu määritakse trumli ja piduriklotside hõõrdepinnad. Harilikult asetatakse piduritrummel traktori jõuvõtuvõllile.



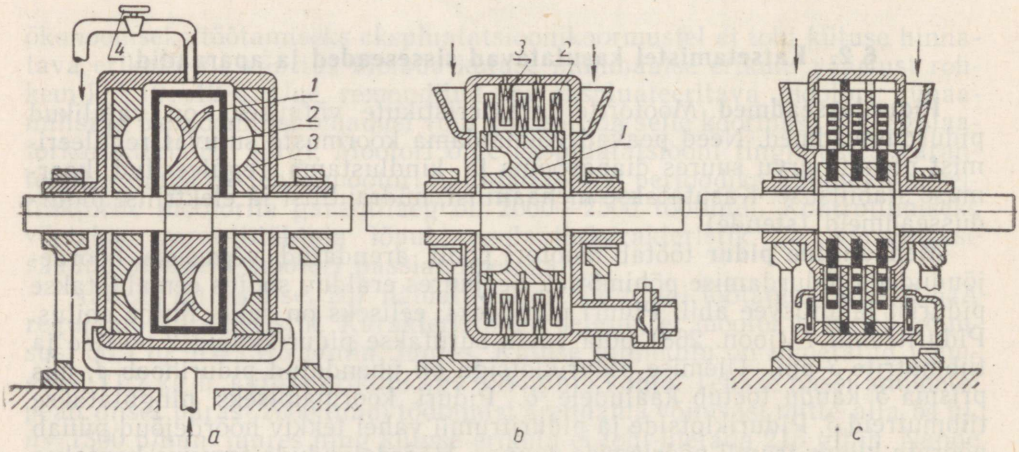
Joon. 268. Mehaanilise piduri skeem:

1 — piduritrummel; *2* — piduriklotsid; *3* — tiibmutter; *4* — piduri hoob; *5* — piduri hoova prisma; *6* — kaalud; *7* — vee juurdevoolutoru; *8* — vee äravoolutoru; *9* — varras; *10* — taht.

Trumlit jahutatakse juurde- ning äravoolutorude *7* ja *8* kaudu veega. Pidurivõlli pöörete arv määratakse kindlaks varda *9* abil, mis on kinnitatud piduritrumli rummu külge. Kaalumehhanismina võib kasutada platvormkaalu või hüdraulilise ülekandega manomeetrit. Mehaanilise piduri oluliseks puuduseks on stabiilse koormuse ja pöörete arvu saavutamise keerukus.

Hüdrauliline pidur töötab mõõdetava võimsuse vedeliku kineetiliseks energiaks muutmise põhimõttel. See kujutab endast veega täidetud kesta, milles pöörleb katsetatava mootori väntvõlliga ühendatud rootor. Rootori konstruktsioon määrab kindlaks piduri tüübi. Kasutusel on *laba-*, *tihvt-* või *ketastüüpi* pidurid (joon. 269).

Labatüüpi piduri rootor *1* (joon. 269, *a*) on varustatud elliptilise ristlõikega taskutega *2*. Samasugused taskud on staatori külgmikkudes *3*. Rootori pöörlemisel tekkiva tsentrifugaaljõu mõjul paisatakse vesi vastu staatori silindrilist pinda ja staatori taskutesse, kust see voolab tagasi rootori võlli juurde. Seejuures eralduv soojusenergia eemaldatakse veega. Piduris neelduva võimsuse suurust reguleeritakse rootori ja staatori vahelistesse piludesse paigutatud spetsiaalsete siibrite abil.



Joon. 269. Hüdrauliliste pidurite tüübid:

a — labatüüpi hüdrauliline pidur: *1* — rootor; *2* — rootori tasku; *3* — staatori külgmik; *4* — kraan; *b* — tihvttüüpi hüdrauliline pidur: *1* — rootor; *2* — rootori tihvt; *3* — staatori tihvt; *c* — ketastüüpi hüdrauliline pidur.

Tihvttüüpi piduri (*b*) rootori *1* pöia ringsoontesse on kinnitatud tihvtid *2*, nende vahemikes on aga staatori külge kinnitatud tihvtid *3*. Piduris neelduvat võimsust reguleeritakse sissevoolava vee hulgaga kraani *4* (*a*) abil.

Ketastüüpi piduril (*c*) on rida kettaid, mis on paigutatud rootorile ja staatorile. Rootori ketastes on augud, staatori ketastel aga süvenditega kaetud pinnad. Töötamise põhimõte on sama mis tihvttüüpi piduril.

Hüdrauliliste pidurite staatorid saavad pöörduda ümber oma telje (on balanssiirsed) ning on pidurdusmomendi mõõtmiseks varustatud kaaluseadmega.

Kõiki tüüpi hüdrauliliste pidurite puuduseks on liialt väike pidurdusmoment väikestel pöörlemiskiirustel. Selle puuduse kõrvaldamiseks kasutatakse spetsiaalseid reduktoreid — *multiplikaatoreid.*

Elektriline pidur kujutab endast generaatorit, mis käitatakse katsetatava mootoriga. Generaatoriga toodetud elektrienergia suunatakse koormusvõrku, milleks võib olla vedelik-, lampreostaat või välisvõrk. Elektrilised pidurid võivad olla ehitatud töötamiseks alalis- või vahelduvvoolul. Kõige sobivamad on mootorite katsetamisel koormusreostaatidega alalisvoolupidurid. Elektrilise piduri põhilisteks eelisteks on suur täpsus, mootori stabiilse koormamise võimalus pöörete arvude suures diapasoonis. Koormust saab reguleerida sujuvalt ja täpselt.

Elektrilisi pidureid on nii võõr- kui ka endaergutusega. Võõrergutusega elektrilised pidurid võimaldavad suurt koormuste diapasooni, kuid on konstruktsioonilt ja ekspluatatsioonilt keerukamad.

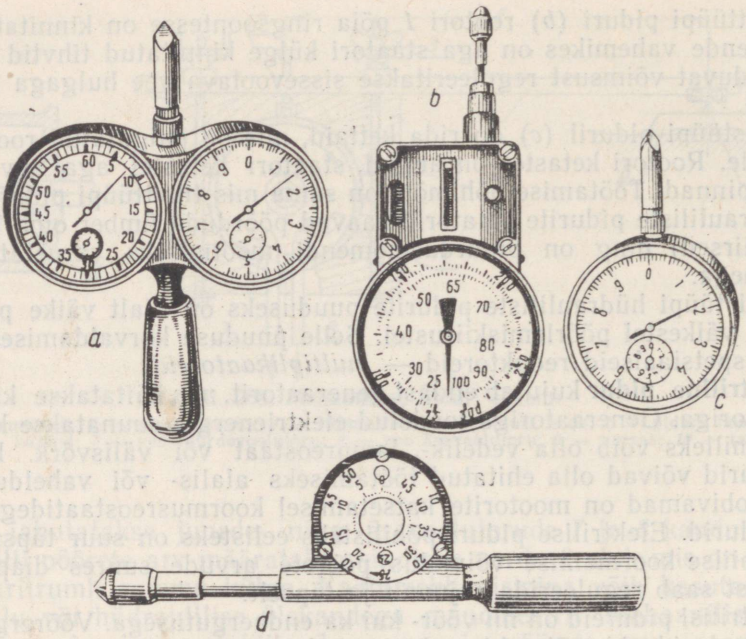
Endaergutusega generaatoritel sõltub ergutusvoolu tugevus generaatori ankru pöörlemikiirusest, mistõttu madalatel kiirusrežiimidel pole võimalik töökoormusi suures diapasoonis reguleerida. Ehituselt aga on need lihtsad. Rohkem levinud on elektrilised pidurid balanssiirsete generaatorite ja kaalumehhanismidega. Niisuguse generaatori staator on asetatud kuullaagritele, ja võib pöörduda. Pöördumist takistatakse staatori külge kinnitatud prismaga, mis toetub kaalule. Katsetatava mootori pidurdamisel tekib generaatori staatori ja rootori magnetväljade vastastikuse mõju tagajärjel pöördemoment, mis püüab staatorit laagritel pöörata. Pöördemoment on proportsionaalne mootori omaga ja tasakaalustatakse prisma kaudu kaaluga. Pöördemomendi suurus fikseeritakse kaaluseadme osutiga.

Pöörete arvu- ja ajamõõtjad. Pöörete arvu mõõtmiseks kasutatakse summaarseid pööretelugejaid, tahhoskoope ja tahhomeetreid. Summaarse pööretelugeja kasutamisel on tarvis sekundimõõtjat (stopperit), millega mõõdetakse katse kestus. Pööretelugeja ja stopper tulevad sisse ja välja lülitada üheaegselt. Pöörete arv minutis arvutatakse valemiga:

$$n = 60 \frac{n_k}{T_k}, \qquad (74)$$

kus n — mõõdetava pöörete arv minutis;
n_k — pöörete arv katse jooksul summaarse lugeja järgi;
T_k — katse kestus sekundites.

Summaarseid pööretelugejaid on *tigu-*, *ketas-*, *rull-* või *osuti*tüüpi. Tigutüüpi pööretelugeja (joon. 270, *d*) mehhanism on tigu ja tigurattaga. Tigu on valmistatud ühes tükis võlliga. Tiguratas koosneb kahest kettast, neist on ühel 100 ja teisel 101 hammast. Esimene ketas loeb pöördeid 1—100, teine ketas aga sadu pöördeid. Tigutüüpi pööretelugeja on kõige lihtsam. Ketastüüpi pööretelugejal on komplekt silindrilisi hammasrattaid, mis on valmistatud ühes tükis lugemisketastega. Suurema täpsusega on osutitüüpi pööretelugeja (joon. 270, *c*). See koosneb komplektist kella-



Joon. 270. Pöörete arvu ja aja mõõteriistad:
a — tahhoskoop; *b* — tsentrifugaaltahhomeeter; *c* — osutitüüpi pöörete arvu lugeja; *d* — tigutüüpi pöörete arvu lugeja.

hammasratastest, mis on ühendatud osutitega ning käitatakse vedavalt võllikeselt.

Tahhoskoop (joon. 270, *a*) kujutab endast osutitüüpi pööretelugejat ja sekundimõõtjat, mis moodustavad ühise mõõteriista. Mõlemad lülitatakse sisse ja välja üheaegselt. Tahhoskoobiga mõõdetud pöörete arv minutis arvutatakse valemiga (74).

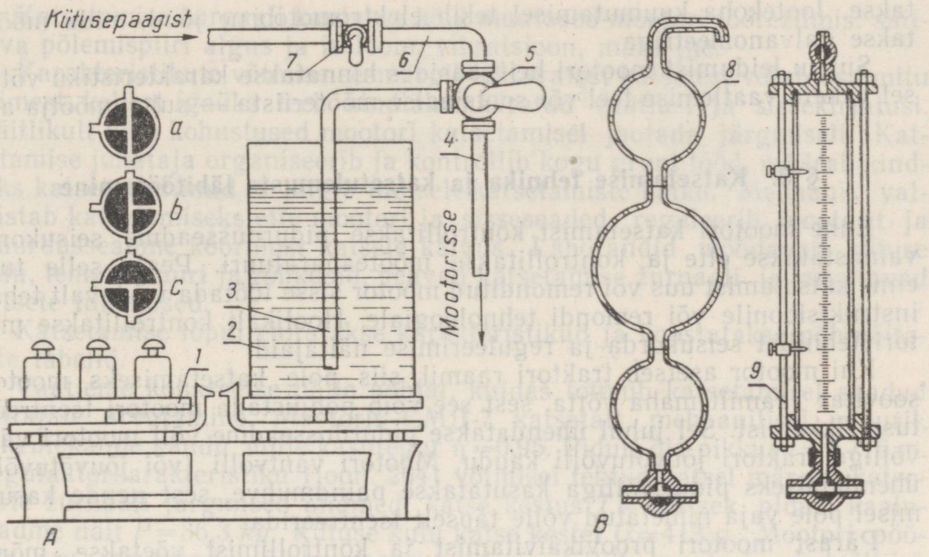
Tahhomeeter (joon. 270, *b*) annab võlli pöörete arvu minutis vahetult mõõtmise momendil. Kasutamisviisilt jagunevad tahhomeetrid kaasaskantavateks ja statsionaarseteks.

Kütusekulu mõõteriistad. Katse kestel kulutatud kütust mõõdetakse kaalu (kaaluline mõõtmisviis) või mahu kindlaksmääramise (mahuline mõõtmisviis) teel. Kütuse kaalumiseks kasutatakse vihtidega lauakaalusid *1* (joon. 271, *A*) kandejõuga 10 kg. Kaalude tundlikkus (minimaalne koormus, mille juures toimub tasakaalust väljaviimine) peab olema 2—3 g. Kaalule pannakse klaasnõu *2* mahutavusega 5—8 l. Nõusse asetatakse toru *3* nii, et see ei puudutaks nõu seinu. Toru on ühendatud kolmikkraaniga *5*, mille külge on ühendatud mootori kütusetoru *4* ja kütusepaagi kütusetoru *6*. Lisakraan *7* võimaldab lahutada kaalu ja mootorit kütusepaagist. Kolmikkraanil on kolm asendit: kaalul oleva nõu täitmine (*a*), kütuse andmine paagist (*b*) ja kütuse andmine kaalul olevast nõust (*c*).

Kaalumisviis on täpne, nõuab vähe aega ja on praktikas rohkem levinud.

Kütusekulu mõõtmiseks mahu järgi kasutatakse spetsiaalseid mõõtekolbe *8* ja mensuure *9* (joon. 271, *B*).

Olenevalt katsetatava mootori võimsusest peavad mõõtekolbid ja mensuurid olema erinevate mahutavustega, mis võimaldavad kütusekulu mõõtmist piires 0,1—0,8 kg. Kütusekulu mõõtmiseks mõõtekolbide ja mensuuride abil tuleb areomeetri abil kindlaks määrata kütuse erikaal.



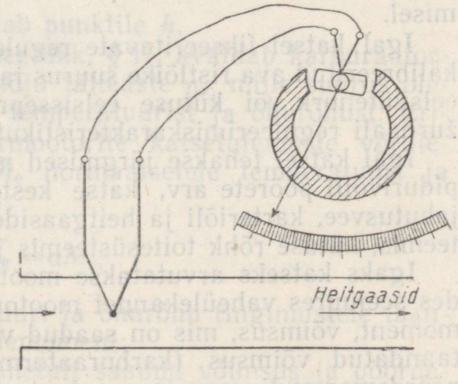
Joon. 271. Kütusekulu mõõtmise seadeldiste skeemid:

A — kaalumisviis: *1* — kaal; *2* — klaasnõu; *3* — klaastoru; *4* ja *6* — kütusetorud; *5* — kolmikkraan; *7* — lisakraan; *a* — kaalul oleva nõu täitmine; *b* — kütuse juurdeandmine paagist; *c* — kütuse juurdeandmine kaalul olevast nõust; *B* — mahuline mõõtmisviis; *8* — mõõtekolb; *9* — mensuur.

Temperatuurirežiimi kontrollimiseks mõõdetakse mootori katsetamise protsessis jahutusvee, õli, heitgaaside ja mõningate detailide temperatuuri. Samuti mõõdetakse ümbritseva õhu ja kütuse temperatuuri mootori toitesüsteemis. Selleks kasutatakse *elavhõbe-*, *piiritus-*, *manomeetrilisi-*, *termoelektrilisi* jt. termomeetreid. Rohkem on levinud tehnilised elavhõbetermomeetrid mõõtmispiiriga 0—50°, 0—100°, 0—150°, 0—200° jne. Termomeetritel kuni 400° temperatuuri mõõtmiseks on jaotused 0,5—2° tagant ja mõõtmise täpsus ±1° kuni ±4°. Termomeetritel mõõtmispiiriga 0—400° ja 0—500° on jaotused 5—10° tagant ning nende täpsus on ±10°. Laboratoorsed elavhõbetermomeetrid valmistatakse samade mõõtmispiiridega, kuid on suurema täpsusega: 0,5 kuni 1°.

Jahutusvee ja karteriõli temperatuuri mõõdetakse elavhõbetermomeetritega. Karteriõli temperatuuri mõõtmiseks asetatakse termomeeter spetsiaalsesse torukujulisse valgevasest kesta, mis kaitseb termomeetrit ja on piluga termomeetri näitude jälgimiseks. Torukujuline kaitse asetatakse karterisse õlimõõtevarda asemel.

Heitgaaside temperatuuri mõõtmiseks on sobivamad termoelektrilised püromeetrid — *termopaarid*. Termopaar on distantsmõõteriist, mis võimaldab asetada mõõteskaala vajalikku kohta. See asjaolu teeb termopaari kasutamise hõlpsaks. Termopaar koosneb kahest üksteisest isoleeritud ja erinevast metallist juhtmest (joon. 272), mis on ühendatud galvanomeetrile. Juhtmete teised, kokkujoodetud otsad asetatakse keskkonda, mille temperatuuri mõõde-



Joon. 272. Termopaar.

takse. Jootekoha kuumutamisel tekib elektromotoorne jõud, mida mõõdetakse galvanomeetriga.

Suitsu leidumist mootori heitgaasides hinnatakse karakteristiku võtmisel vahetu vaatlemise teel või spetsiaalse mõõteriista — suitsumõõtja abil.

§ 3. Katsetamise tehnika ja katsetulemuste läbitöötamine

Enne mootori katsetamist kontrollitakse pidurdusseadme seisukorda, valmistatakse ette ja kontrollitakse mõõteaparatuuri. Peale selle tuleb enne katsetamist uus või remonditud mootor sisse töötada vastavalt tehase instruktsioonile või remondi tehnoloogiale. Hoolikalt kontrollitakse mootori tehnilist seisukorda ja reguleerimise näitajaid.

Kui mootor asetseb traktori raamil, siis pole katsetamiseks mootorit soovitav raamilt maha võtta, sest see võib põhjustada mootori tsentreerituse rikkumist. Sel juhul ühendatakse pidurdusseadme võll mootori väntvõlliga traktori jõuvõtuvõlli kaudu. Mootori väntvõlli (või jõuvõtuvõlli) ühendamiseks pidurivõlliga kasutatakse paindmuhve, sest nende kasutamisel pole vaja nimetatud võlle täpselt tsentreerida.

Pärast mootori proovikäivitamist ja kontrollimist võetakse mõned karakteristiku kontrollpunktid.

Iga katse eel peab mootor töötama stabiilselt, püsiva pöörlemiskiirusega ja normaalsel temperatuurirežiimil. Usaldusväärsete andmete saamiseks tuleb iga katset korrata mitu korda. Katse kestus sõltub mootori ja pidurdusseadise töötamise stabiilsusest. Ebastabiilselt töötavate pidurdusseadmete korral katsetamise kestus harilikult lüheneb ja katseid tuleb korrata mitu korda. Elektrilistel pidurdusseadiste kasutamisel, mis töötavad küllaldase stabiilsusega, võib katse kestuseks olla $1^1/_2$—2 minutit, katseid tuleb korrata aga kaks korda.

Mootori töörežiime muudetakse ühelt katselt teisele üleminekul järkjärgult, ettenähtud piires kas vähenevas või suurenevas suunas, olenevalt võetava karakteristiku tüübist. Kui mõnda karakteristikut täiendavalt täpsustatakse, siis taastatakse täielikult varasema katsele vastav töörežiim. Katsetamisel saadud andmed kantakse žurnaali ja töötatakse läbi vahetult katsetuste käigus. Žurnaali märgitakse samuti mootori nimetus, number, masin, millele mootor on asetatud, katsetamiste kuupäev ja koht. Peale selle märgitakse võetud karakteristiku liik, pidurdusseadme tüüp, ülekandearv väntvõllilt pidurivõllile ja ülekande kasutegur. Žurnaalis näidatakse ka mootori katsetamisel kasutatud kütuse ja karteriõli margid ja standardid. Vajalik on märkida ka baromeetriline õhurõhk.

Žurnaali märgitavad katseandmed võib jagada kolme gruppi: a) reguleerimisnäitajad; b) katse ajal tehtud vahetute mõõtmiste suurused ja c) katsetulemused, mis on saadud vastavate valemite järgi arvutamisel.

Igal katsel fikseeritavate reguleerimisnäitajate hulka kuuluvad düüsi kalibreeritud ava ristlõike suurus ja seguklapi või kütusepumba lati asend, eelsüütenurk või kütuse eelsissepritsimisnurk. Need näitajad kantakse žurnaali reguleerimiskarakteristikute võtmisel.

Igal katsel tehakse järgmised mõõtmised: katse kestus, piduri näit, pidurivõlli pöörete arv, katse kestel kulutatud kütus; ümbritseva õhu, jahutusvee, karteriõli ja heitgaaside temperatuur ning õli rõhk õlitussüsteemis, kütuse rõhk toitesüsteemis ja gaaside rõhk mootori karteris.

Igaks katseks arvutatakse mootori väntvõlli pöörlemiskiirus, arvestades seejuures vaheülekannet mootori ja piduri vahel, määratakse pöördemoment, võimsus, mis on saadud vahetult katsel, ja normaaltingimustele taandatud võimsus (karburaatormootoritel), kütuse tunni- ja erikulu, pöördemomendi varu ja regulaatori ebatundlikkuse aste.

Katsetamise žurnaali kantakse kõik muutused mootori töörežiimis: suitseva põlemispiiri algus ja iseloom, vibratsioon, müra jne.

Karakteristikute võtmise eesmärgil tehtavatest katsetest võtab osa mitu inimest, kellest igaüks teeb kindlaksmääratud vaatlusi ja sissekirjutusi. Näitlikult võib kohustused mootori katsetamisel jaotada järgmiselt. Katsetamise juhataja organiseerib ja kontrollib kogu grupi tööd, määrab kindlaks katsete režiimid ja jälgib üldiselt katsetamiste käiku. Mehaanik valmistab katsetamiseks ette mootori ja sisseseaded, reguleerib mootorit ja pidurdusseadme koormust katsete käigus. Laborandid mõõdavad kütuse kulu, temperatuuri ja rõhkusid, peavad katsetamise žurnaali ja arvutavad katsete tulemused.

Katsetamise lõpul ehitatakse karakteristikud ja koostatakse põhinäitajate tabelid.

Vaatleme konkreetse näite põhjal, kuidas toimub katsetamisel saadud näitajate arvutamine. Mootorit СМД-7 katsetati mehaanilisel piduril, vaheülekande kaudu, mille kasutegur $\eta = 0{,}95$. Piduri õla pikkus $l = 0{,}716$ m. Regulaatorkarakteristiku (joon. 264) võtmisel tehtud katsel märgiti katsetuste žurnaali järgmised andmed: katse kestus $T = 120$ sek, piduri kaaluseadme näit $P = 36{,}3$ *kg*. Kütuse kulu katse kestel $G = 413$ g. Mootori pöörete arv (arvestades ülekandearvu piduri võllilt mootori väntvõllile) $n = 1700$ p/min.

Arvutame mootori pöördemomendi:

$$M_e = \frac{P \cdot l}{\eta} = \frac{36{,}3 \cdot 0{,}716}{0{,}95} = 27{,}4 \text{ kgm}.$$

Arvutatud M_e väärtus kõveral $M_e = f(N_e)$ vastab punktile *d*.

Arvutame mootori efektiivvõimsuse:

$$N_e = \frac{P \cdot l \cdot n}{716{,}2 \cdot \eta} = \frac{36{,}3 \cdot 0{,}716 \cdot 1700}{716{,}2 \cdot 0{,}95} = 65 \text{ hj}. \qquad (76)$$

Arvutatud N_e väärtus kõveral $n = f(N_e)$ vastab punktile *b*.

Arvutame kütuse tunnikulu:

$$G_k = \frac{3{,}6 \cdot G}{T} = \frac{3{,}6 \cdot 413}{120} = 12{,}4 \text{ kg/h}. \qquad (77)$$

Saadud väärtus kõveral $G_k = f(N_e)$ vastab punktile *e*.

Arvutame kütuse erikulu:

$$g_e = 1000 \frac{G_k}{N_e} = 1000 \cdot \frac{12{,}4}{65} = 191 \text{ g/hjh}. \qquad (78)$$

Saadud väärtus kõveral $g_e = f(N_e)$ vastab punktile *h*.

Nagu eespool on märgitud (vt. V peatükk, § 1), avaldab karburaatormootori põhilistele näitajatele olulist mõju täiteaste η_v, mille suurus oleneb välistingimustest: ümbritseva õhu temperatuurist ja õhurõhust. Erinevates tingimustes tehtud karburaatormootorite katsetulemuste võrdlemiseks taandatakse suurused N_e ja M_e normaalsetele temperatuuri ja õhurõhu tingimustele (ГОСТ 491—55):

$$N'_e = \alpha N_e; \; M'_e = \alpha M_e.$$

kus N'_e ja M'_e — normaalsetele temperatuuri ja õhurõhu tingimustele taandatud võimsus ja pöördemoment;

N_e ja M_e — mootori katsetamisel vahetult saadud võimsus ja pöördemoment;

α — koefitsient,

$$\alpha = \frac{760}{B} \cdot \frac{530 + t}{545}, \qquad (79)$$

kus B — baromeetriline rõhk (mm Hg) ja t — ümbritseva õhu temperatuur (°C) katsetuste ajal.

Regulaatorkarakteristiku võtmisel arvutatakse regulaatori ebatundlikkuse aste ja mootori pöördemomendi varu valemite (65) ja (73) järgi.

ÜHEKSAS OSA

AUTODE JA TRAKTORITE TRANSMISSIOONID

XXX peatükk

TRANSMISSIOONIDE ÜLDANDMED

§ 1. Transmissioonide ülesanne ja tüübid

Eespool (II peatükk, § 3) oli kirjeldatud traktori ja auto transmissiooni moodustavate mehhanismide ülesandeid. Tervikuna on need mehhanismid ette nähtud pöördemomendi ülekandmiseks mootori väntvõllilt vedavatele ratastele. Vaatleme põhjusi, mis tingivad vajaduse kasutada transmissiooni.

Traktorite (autode) mootorid töötavad väntvõlli suure pöörlemiskiirusega (1300—4000 ja rohkem p/min.). Samaaegselt on aga vedavate rataste pöörlemiskiirused tunduvalt väiksemad. Järelikult peavad traktoril (autol) olema mehhanismid, mis kindlustavad vajaliku ülekande suhte mootori ja vedavate rataste vahel.

Liikumisel peab traktor või auto läbima tõuse ja lange, erineva kattega teid, erinevaid veotakistusi jne. Seepärast peab traktori (auto) konstruktsioon võimaldama muuta pöördemomenti veoratastel olenevalt liikumise välistakistuste muutumisest, sest vastasel korral võib masina töö muutuda võimatuks ülekoormuse või ebaökonoomseks mootori võimsuse mittetäieliku kasutamise tõttu.

Mõningad mootorid (näiteks elektrimootorid) võivad teatud piirides kohanduda välistakistuste muutumistele, s. o. automaatselt muuta pöördemomenti olenevalt koormusest. Niisugust mootori omadust nimetatakse *isereguleerimiseks*. Sisepõlemismootorid sellele nõudele kuigi palju ei vasta. Seepärast täidab traktoritel ja autodel niisuguse regulaatori funktsioone transmissioon. Pöördemomendi reguleerimise iseloomu järgi jaotatakse transmissioonid ehk jõuülekanded astmeteta ja astmelisteks.

Astmeteta ülekanded võimaldavad pöördemomenti vedavatel ratastel muuta pidevalt, ning olenevalt traktori või auto liikumise välistakistustest *automaatselt*. Selline ülekanne võimaldab masinal töötada kõrgete näitajatega, vaatamata sellele, et masina kasutegur võib astmelise ülekandega võrreldes olla madalam. Astmeteta ülekannete hulka kuuluvad elektromehaanilised, hüdromehaanilised ja hüdrostaatilised jõuülekanded.

Elektromehaanilistes ülekannetes kantakse pöördemoment traktori (auto) vedavatele ratastele üle elektrimootoritelt mehaaniliste (planetaarsete) reduktorite kaudu. Elektrimootorid saavad energiat diisel-generaator seadmelt, mis on paigutatud masina raamile. Elektromehaanilist jõuülekannet kasutatakse võimsal roomiktraktoril ДЭТ-250 ja autobussil ЗИЛ-154.

Hüdromehaaniline ülekanne koosneb vedelikulisest pöördemomendi muundajast — hüdrotransformaatorist, mis on ülekande põhiliseks agregaadiks, ja mehaanilistest (planetaarsest) reduktorist. Mehaanilise reduktori kasutamise vajadus on tingitud sellest, et hüdrotrans-

formaator võimaldab pöördemomenti reguleerida automaatselt piiratud diapasoonis. Hüdromehaanilisi ülekandeid on kasutatud autodel MA3-525, ГАЗ-13 ja M-21 «Volga».

Hüdrostaatiline ülekanne koosneb pumbast ja hüdromootorist. Selle ülekande hüdropump käitatakse traktorile asetatud sisepõlemismootorilt. Pumba tootlikkust saab olenevalt koormusest muuta. Hüdropumbast voolab vedelik (õli) surve all torude kaudu spetsiaalsetesse hüdromootoritesse, mis, olles sidestatud veoratastega, panevad need pöörlema.

Astmelistes ülekannetes muudetakse veoratastel ülekantavat pöördemomenti käigukasti hammasrataste ümberlülitamise teel. Seejuures muutub pöördemoment vastavalt hambumises olevate hammasrataste ülekandearvudele, s. o. mitte sujuvalt, vaid astmeliselt. Astmelised ülekanded on mehaanilised ning koosnevad grupist friktsioonsetest ja erinevat tüüpi hammasülekannetest (hammasratas-, tiguülekanded) ja on laialt levinud traktoritel ja autodel. Võrreldes astmeteta ülekannetega on need ülekanded kõrge mehaanilise kasuteguriga, lihtsamad valmistada ja ekspluateerida.

Järgnevalt vaatleme ainult astmelisi ülekandeid.

§ 2. Mootori pöördemoment ja traktori veomoment

Kui mootori pöördemoment on M_e ja väntvõlli nurkkiirus ω, siis mootori poolt arendatav võimsus on $M_e\omega$.

Tähistame pöördemomendi traktori (või auto) vedavatel ratastel tähisega M'_v. Pöördemomenti, mis paneb traktori liikuma, nimetatakse *veomomendiks*. Leiame seose mootori pöördemomendi M_e ja veomomendi M'_v vahel. Veoratastele antav võimsus võrdub $M'_v\,\omega_r$, kus ω_r — rataste nurkkiirus.

Võimsuse ülekandmisel mootori väntvõllilt veoratastele kaasneb osaline võimsuse kadu, s. o. võimsus, mis kulutatakse hõõrdumisele hammasrataste vahel ja võllide laagrites ning õli takistuse ületamisele, seega:

$$M_e \cdot \omega > M'_v \cdot \omega_r.$$

Võimsuse kadude suurust jõuülekandes iseloomustatakse mehaanilise kasuteguriga η_m, mis on saadud ja ülekantud võimsuse suhe:

$$\eta_m = \frac{M'_v\,\omega r}{M_e\,\omega}. \qquad (80)$$

Mootori pöörete arvu n ja vedavate rataste pöörete arvu n_r suhe võrdub nende nurkkiiruste suhetele, see on:

$$\frac{n}{n_r} = \frac{\omega}{\omega_r}.$$

Et suhe $\frac{n}{n_r}$ on jõuülekande ülekandearv i, siis võib kirjutada:

$$i = \frac{n}{n_r} = \frac{\omega}{\omega_r} \qquad \frac{\omega_r}{\omega} = \frac{1}{i}.$$

Asetades võrrandisse (80) $\frac{\omega_r}{\omega}$ väärtuse ja lahendades selle veomomendi

M_v suhtes, saame:

$$M'_v = M_e \cdot i \cdot \eta_m \text{ kgm.} \qquad (81)$$

Veomoment võrdub mootori pöördemomendi, ülekandearvu ja transmissiooni mehaanilise kasuteguri korrutisele. Valemi (81) järgi veomomendi ja transmissiooni kasuteguri arvutamisel võetakse arvesse mootorilt vedavatele ratastele pöördemomenti ülekandvate hammasratastepaaride arvu. Silindriliste hammasratastepaari kasutegur on, arvestades ka hõõrdekadusid võllide laagrites, olenevalt hammasrataste tehnilisest seisukorrast 0,94—0,97, koonushammasratastel aga 0,96—0,98. Üldine jõuülekande kasutegur η_m saadakse pöördemomenti ülekandvate hammasrattastepaaride kasutegurite korrutamise teel.

Valemist (81) leiame jõu veoratta piirdel:

$$P'_r = \frac{M'_v}{r} = \frac{M_e \cdot i \cdot \eta_m}{r} \text{ kg,} \qquad (81a)$$

kus r — veoratta raadius.

§ 3. Traktorite ja autode transmissioonide ehituse iseärasused

Traktori ja auto transmissioonide konstruktsioonis on erinevusi. Traktori liikumiskiirused on tunduvalt väiksemad ja veojõud suuremad kui autol. Seetõttu on traktorite transmissioonide ülekandearvud suuremad, mis nõuab peale keskülekande täiendavaid pöördeid vähendava astme — lõppülekannete — kasutamist. Autol lõppülekanded puuduvad. Traktoril on ka käikude arv suurem kui autol. See on seletatav traktori töötingimuste suurema mitmekesisuse ja regulaatoriga varustatud mootori töötamisega püsival pöörlemiskiirusel. Traktor peab töötama nii võrdlemisi väikestel liikumiskiirustel istikute või taimede istutamisel (0,5—0,8 km/h) kui ka küllalt suurtel kiirustel, nagu näiteks transporditöödel (25 km/h ja rohkem). Seepärast on traktori käigukastil suurem arv käikusid kui autol ja traktori transmissiooni detailid (hammasrattad, võllid, laagrid) arvutatakse suurematele pöördemomentidele ning on suhteliselt suurema kaalu ja gabariitidega. Traktoril toimub käikude lülitamine pärast peatumist, autol aga lülitatakse käigud liikumise ajal, mis nõuab lülitatavate hammasrataste nurkkiiruste võrdsustamiseks spetsiaalsete seadmete kasutamist.

Auto käigukast on paigutatud koos siduri ja mootoriga raamile, tagasild, peaülekanne ja diferentsiaal on raamile kinnitatud vedrude abil. Selleks et nende agregaatide suhtelised liikumised ei põhjustaks murdumisi, on need ühendatud kardaanülekande abil.

Traktoritel moodustavad mootor ja transmissiooni agregaadid rohkem jäigema süsteemi. Seetõttu on agregaatide ebatäpsest paigaldamisest või raami (ehk korpuste) deformatsioonidest tingitud tsentreerimatuse kompenseerimiseks küllaldane lihtsate nn. vaheühenduste kasutamisest. Vaheühenduste puudumine võib aga põhjustada detailide kiirendatud kulumist. Roomiktraktori jõuülekanne erineb ratastraktori ülekandest järgmises. Roomiktraktoril on keskülekande järel juhtimismehhanismi külgsidurid või harvemini pööramise planetaarmehhanismid. Ratastraktoril järgneb keskülekandele harilikult diferentsiaal.

SIDURID JA VAHEÜHENDID

§ 1. Siduritele esitatavad nõuded

Siduri konstruktsioon peab vastama järgmistele nõuetele.

1. Üle kandma maksimaalset pöördemomenti mootori väntvõllilt käigukasti vedavale võllile. Selleks on vajalik, et siduri hõõrdemoment oleks suurem kui mootori maksimaalne pöördemoment. Siduri hõõrdemomendi ja mootori maksimaalse pöördemomendi suhet nimetatakse *siduri varuteguriks* (β). Varuteguri β väärtus valitakse autode siduritele 1,2 — 1,5 ja traktoritele 2,0—2,5.

Siduriga ülekantav pöördemoment on proportsionaalne siduri kettaid kokkusuruvale jõule, selle jõu rakenduskoha keskmisele raadiusele, hõõrduvate pindade arvule ja nende pindade hõõrdetegurile (μ). Siduriketastele mõjuv jõud on 300—600 kg. Sidurite friktsioonketaste läbimõõt ei ületa 400 mm. Siduri tööpindade hõõrdetegur oleneb kasutatud friktsioonmaterjalidest. Vedavate ja veetavate ketaste materjalid valitakse nii, et hõõrdeteguri väärtus oleks võimalikult suur. Asbestist friktsioonkatete ja malmi vaheline hõõrdetegur on 0,3. Nende materjalide hõõrdetegur võib muutuda, eriti ketaste mustumisel ja õlitumisel, samuti ka olenevalt siduri suhtelise libisemise kiirusest, kuumenemisest jne.

2. Sidur peab kindlustama täieliku väljalülitamise, seega kiirelt ning täielikult lahutama vedavad ja veetavad hõõrdepinnad ning sujuva sisselülitamise, s. t. võimaldama transmissiooni mehhanismide koormuse ja traktori kiirenduse sujuvat suurendamist.

3. Käigukasti hammasrataste müratuks lülitamiseks peab veetavate ketaste ja nendega seotud detailide inertsmoment olema väike.

4. Sidur peab olema kindlalt kaitstud hõõrdepindadele määrdeainete sattumise eest (kuivad sidurid), varustatud ventilatsiooniavadega jahutamiseks ning ketaste kulumisproduktide ja sissetunginud õli eemaldamiseks.

5. Ekspluatatsioonis peab sidurit olema võimalik hõlpsasti hooldada ja reguleerida.

6. Sidur peab olema kergelt, ilma suurt jõudu rakendamata juhitav.

7. Sidur peab olema lihtsa ehituse ja suure kulumiskindlusega.

§ 2. Sidurite tüübid

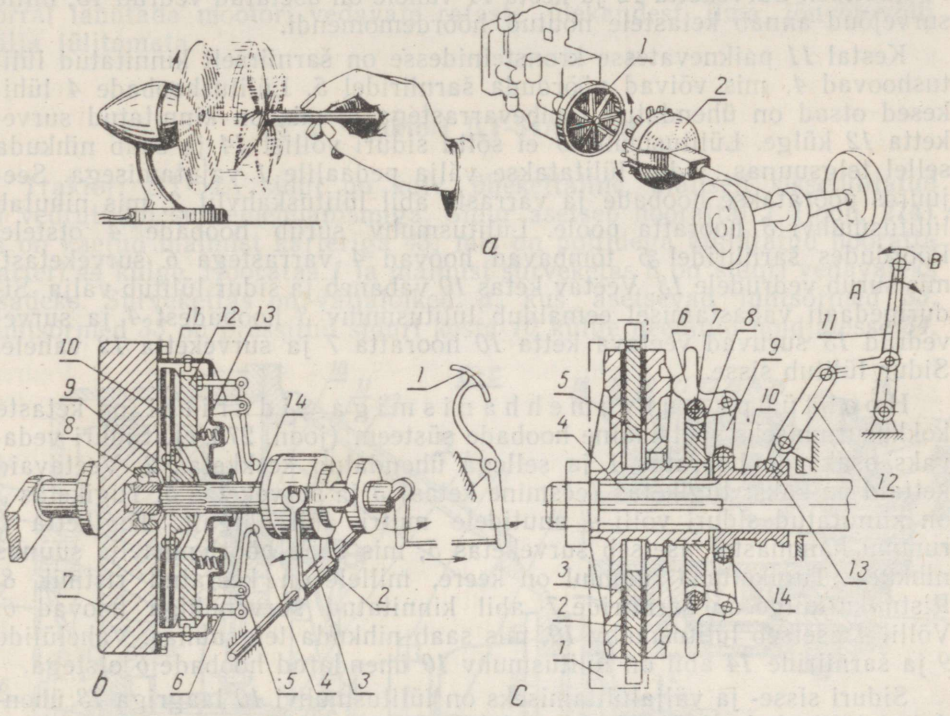
Sidurid võib klassifitseerida järgmiste tunnuste järgi: töötamise põhimõte, ketaste arv, survemehhanismi ehitus, sisse- ja väljalülitusviis ning otstarve.

Töötamise põhimõtte järgi jaotatakse sidurid hüdrodünaamilisteks ja friktsioonsiduriteks (mehaanilisteks).

Hüdrodünaamiline sidur (joon. 273, *a*) koosneb kahest lähestikku asetatud poolest *1* ja *2*, mis on suletud korpuses. Eesmine pool *1*, nimetusega pumprootor, on ühendatud mootori hoorattaga jäigalt. Tagumine pool *2*, mida nimetatakse turbiinrootoriks, on kinnitatud jõuülekande vedavale võllile. Siduri korpusesse valatakse õli. Mootori väntvõlli pöörlemisel pumbatakse õli tsentrifugaaljõu mõjul turbiinrootorisse, sattudes selle labadele paneb õli rootori pöörlema. Pöörlemise ülekandmist siduri pumprootorilt turbiinrootorile võib võrrelda pöörlemise ülekandmisega ühelt ventilaatorilt teisele esimeses tekitatud õhuvoolu abil (joon. 273, *a*). Hüdrodünaamilised sidurid tagavad auto sujuva kohalt-

liikumise, võimaldavad kiirendada täiskiiruse saavutamist ja teevad auto juhtimise hõlpsaks, kuid need sidurid ei ole täielikult väljalülitatavad ning neid kasutatakse abiks friktsioonsiduritele. Hüdrodünaamilisi sidureid kasutatakse mõningatel sõidu- ja veoautodel.

Friktsioonsidur kannab pöördemomenti üle mehaanilise hõõrdumise arvel. Siduri põhilisteks tööosadeks on friktsioonikettad *10* ja *12* (joon. 273, *b*), sellest on tulnud ka nende nimetus — *ketastüüpi sidur.*



Joon. 273. Sidurite tüübid:

a — hüdrodünaamilise siduri skeem: *1* — pumprootor; *2* — turbiinrootor; *b* — vedrutüüpi survemehhanismiga friktsioonsiduri skeem; *1* — pedaal; *2* — lülituskahvel; *3* — lülitusmuhv; *4* — lülitushoob; *5* — šarniir; *6* — tõmbevarras; *7* — hooratas; *8* — kuuliaager; *9* — veetava ketta rumm; *10* — veetav ketas; *11* — kest; *12* — surveketas; *13* — survevedru; *14* — siduri võll; *c* — hoobtüüpi survemehhanismiga friktsioonsiduri skeem: *1* — hooratas; *2* — keskketas (vedav ketas); *3* — tugi-(eesmine veetav) ketas; *4* — siduri võll; *5* — surveketas (veetav ketas); *6* — survehoob; *7* — survehoova šarniir; *8* — ristmik; *9* — vahelüli; *10* — lülitusmuhv; *11* — siduri juhthoob; *12* — lülituskahvel; *13* — lülitusmuhvi laager; *14* — vahelüli šarniir.

Olenevalt veetavate ketaste arvust liigitatakse sidurid *ühekettalisteks*, *kahekettalisteks* ja *mitmekettalisteks*. Suurema ketaste arvu puhul on võimalik üle kanda suuremat pöördemomenti suhteliselt väikese gabariitide suurenemise juures. Ketastüüpi friktsioonisidurid jagunevad *kuivadeks* ja *märgadeks*. Kuiva tüüpi sidurite veetavad kettad on friktsioonmaterjalist katetega, vedavad kettad aga metallist. Seda tüüpi sidurid töötavad ketastevahelise kuivhõõrdumise arvel ning on laialdaselt kasutatavad traktoritel ja autodel. Märga tüüpi siduritel on määritavad veetavad ja vedavad kettad. Väikese ketastevahelise hõõrdeteguri tõttu valmistatakse need mitmekettalistena. Need sidurid on suure kulumiskindlusega, kuid nende mõõtmed ja kaal on suuremad kui kuivadel siduritel. Traktorite ja autode jõuülekannetes märgasid sidureid ei kasutata. Märga sidurit kasutatakse traktorite T-75 ja ДТ-54А käivitusmootorite jõuülekandemehhanismides, kus ülekantav pöördemoment on väike ja seetõttu siduri gabariidid ja kaal vastuvõetavad (vt. XXVI peatükk, § 3).

Survemehhanismi ehituselt liigitatakse sidurid vedru-, hoob-, kombineeritud ja pooltsentrifugaaltüüpi siduriteks. Vedrutüüpi survemehhanismiga siduritel on ketaste vajaliku jõuga kokkusurumiseks spetsiaalsed vedrud. Sellise siduri ehitus on näidatud joonisel 273, *b*. Siduri vedavaks osaks on hooratas *7* ja kestaga *11* sidestatud surveketas *12*. Siduri veetavaks osaks on friktsioonkatetega ketas *10*. Veetav ketas *10* asetseb käigukasti vedava võlliga ühendatud siduri võlli *14* nuutidel. Surveketta *12* ja kesta *11* vahele on asetatud vedrud *13*, mille survejõud annab ketastele nõutud hõõrdemomendi.

Kestal *11* paiknevatesse kronsteinidesse on šarniirselt kinnitatud lülitushoovad *4*, mis võivad pöörduda šarniiridel *5*. Lülitushoobade *4* lühikesed otsad on ühendatud tõmbevarrastega *6*, mis on kinnitatud surveketta *12* külge. Lülitusmuhv *3* ei sõltu siduri võllist *14* ja saab nihkuda sellel telgsuunas. Sidur lülitatakse välja pedaalile *1* vajutamisega. Seejuures pööratakse hoobade ja varraste abil lülituskahvlit *2*, mis nihutab lülitusmuhvi *3* hooratta poole. Lülitusmuhv surub hoobade *4* otstele. Pöördudes šarniiridel *5* tõmbavad hoovad *4* varrastega *6* surveketast, mis surub vedrudele *13*. Veetav ketas *10* vabaneb ja sidur lülitub välja. Siduripedaali vabastamisel eemaldub lülitusmuhv *3* hoobadest *4* ja survevedrud *13* suruvad veetava ketta *10* hooratta *7* ja surveketta *12* vahele. Sidur lülitub sisse.

Hoobtüüpi survemehhanismiga siduritel on ketaste kokkusurumiseks spetsiaalne hoobade süsteem (joon. 273, *c*). Siduri vedavaks osaks on hooratas *1* ja sellega ühendatud keskketas *2*. Veetavaid kettaid on kaks: tugiketas (eesmine ketas) *3* ja surveketas *5*. Tugiketas *3* on kinnitatud siduri võlli *4* nuutidele mutri abil jäigalt. Tugiketta *3* rummu hammastel asetseb surveketas *5*, mis saab pöörlemistelje suunas nihkuda. Tugiketta *3* rummul on keere, millele on keeratud ristmik *8*. Ristmiku külge on šarniiride *7* abil kinnitatud survenukiga hoovad *6*. Võllil *4* asetseb lülitusmuhv *10*, mis saab nihkuda telgsuunas. Vahelülide *9* ja šarniiride *14* abil on lülitusmuhv *10* ühendatud hoobade *6* otstega.

Siduri sisse- ja väljalülitamiseks on lülitusmuhvi *10* laagriga *13* ühendatud lülituskahvel *12* ja siduri juhthoob *11*. Juhthoova *11* pööramisel noole *A* suunas nihkub lülitusmuhv *10* hooratta poole ja vahelülide *9* abil pöörab hoobasid *6* ümber ristmiku šarniiride *7*. Seejuures suruvad hoobade *6* survenukid vajaliku jõuga vastu surveketast *5*. Vedav ketas *2* surutakse ketaste *3* ja *5* vahele ning sidur lülitub sisse.

Siduri väljalülitamiseks tuleb juhthooba *11* pöörata ettepoole (noole *B* suunas). Seejuures nihkub lülitusmuhv *10* tagasi ja vahelülid *9* pööravad hoobasid *6* ümber šarniiride *7* nii, et hoobade survenukid eemalduvad survekettast *5*. Veetavad kettad vabastavad ketta *2* ja sidur lülitub välja. Sellise skeemi kohaselt on ehitatud traktorite C-100 ja T-38 sidurid.

Kombineeritud survemehhanismiga siduritel on vedrude ja hoobadega surveseade.

Pooltsentrifugaaltüüpi survemehhanismiga siduritе ketastele surutakse vedrude ja tsentrifugaaljõudude mõjul. Tsentrifugaaljõud tekitatakse siduri sisselülitusmehhanismi hoobade küljes olevate spetsiaalsete vihtidega.

Sisse- ja väljalülitusviisi järgi jagunevad sidurid alaliselt sisselülitatud ja mittealaliselt sisselülitatud siduriteks. Alaliselt sisselülitatud sidur on alati sisselülitatud seisundis. Siduri väljalülitamiseks ja selles asendis hoidmiseks on vaja rakendada välisjõudu (joon. 273, *b*). Mittealaliselt sisselülitatud sidur vajab välisjõudu ainult sisse- ja väljalülitamise momendiks (joon. 273, *c*). Sellise siduri sisse- või väljalülitatud asendis hoidmiseks ei ole vaja rakendada

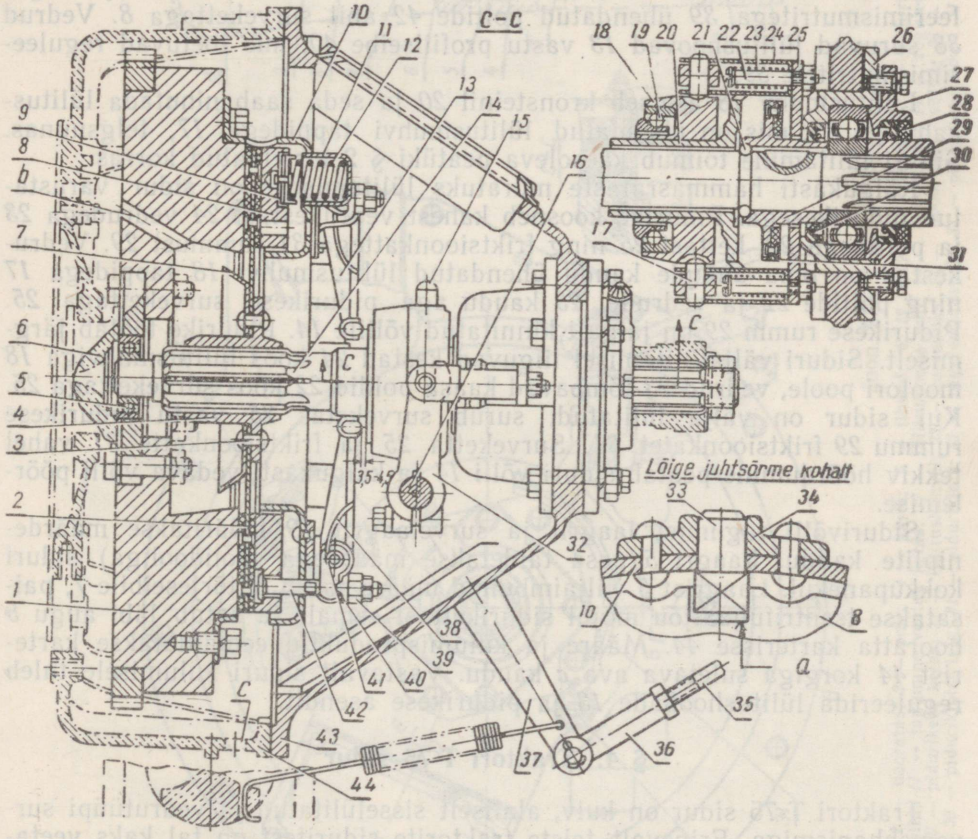
juhil käe või jala jõudu. Autodel on alaliselt sisselülitatud sidurid. Traktoritel kasutatakse mõlemat tüüpi sidureid.

Sidurite juhtimiseks kasutatakse jalgpedaali või käsihooba. Pedaali abil juhitakse kõiki autode ja enamiku traktorite sidureid, hoova abil aga traktorite C-100, T-38 ja ДТ-20 sidureid.

Otstarbe järgi jaotatakse traktorite sidurid ühe- ja kahekordseteks. Ühekordne sidur lahutab mootori üheaegselt vedavate rataste ülekandest ja jõuvõtuvõllist. Kahekordne sidur võimaldab vajaduse korral lahutada mootori vedavate rataste ülekandest ilma jõuvõtuvõlli välja lülitamata.

§ 3. Traktori ДТ-54A sidur

Traktori ДТ-54A sidur on kuiv, ühekettaline, alaliselt sisselülitatud ja vedrutüüpi survemehhanismiga. Sidur asetseb hoorattal *1* (joon. 274) ja on kaetud malmist karteriga *43*, mis on poltidega kinnitatud hooratta karteri *44* külge. Hooratas *1* ja malmist surveketas *8* on siduri vedavateks osadeks. Survekettas on väljalõiked *a*, kus asetsevad juhtsõrmed *33*. Juhtsõrmed *33* on pressitud siduri kesta *10* külge needitud hoidjatesse *34*.



Joon. 274. Traktori ДТ-54A sidur:

1 — hooratas; *2* — veetav ketas; *3* — neet; *4* — rumm; *5* — kuullaager; *6* — väntvõll; *7* — õlitõrjeseib; *8* — surveketas; *9* — vedru alus; *10* — siduri kest; *11* — vedrupesa; *12* — survevedru; *13* — lülitushoob; *14* — siduri võll; *15* — määrdenippel; *16* — võllik; *17* — tapp; *18* — lülitusmuhv; *19* — survelaager; *20* — lülitusmuhvi kronstein; *21* — lukustusrõngas; *22* — polt; *23* — pidurikese vedru; *24* — vedru kest; *25* — pidurikese ketas; *26* — laagri pesa; *27* — laagri kaas; *28* — kaksiktihend; *29* — pidurikese rumm; *30* — isesuruv tihend; *31* — pidurikese rummu friktsioonkate; *32* — lülituskahvel; *33* — juhtsõrm; *34* — juhtsõrme hoidja; *35* — varras; *36* — reguleerimiskahvel; *37* — hoob; *38* — lülitushoova vedru; *39* — reguleerimismutter; *40* — profiilseib; *41* — lülitushoova telg; *42* — lülitushoova polt; *43* — siduri karter; *44* — hooratta karter.

Siduri kest *10* on poltidega kinnitatud hooratta *1* külge. Juhtsõrmedel *33* asetsev surveketas *8* pöörleb koos hoorattaga, võib aga sõrmedel telgsuunas nihkuda. Hooratta *1* tööpinna ja surveketta vahel asetseb veetav terasketas *2*, mis on needitud rummu *4* külge koos õlitõrjeseibiga *7* ja kaetud friktsioonkatetega. Siduri sujuvamaks sisselülitamiseks on teraskettas *2* kuus radiaallõiget. Raibestist friktsioonkatted on needitud ketta *2* külge. Rumm *4* asetseb siduri võlli *14* nuutidel.

Sisselülitatud siduri puhul on veetav ketas *2* kaheteistkümne vedru *12* survel alaliselt surutud hooratta *1* ja surveketta *8* tööpindade vahele. Vedrud *12* on siduri kesta *10* külge kinnitatud vedrupesades *11* ja suruvad survekettale *8* selle süvendites olevate vedrualuste *9* kaudu. Vedrualuste *9* ja vedrude *12* vahele on asetatud soojust isoleerivast materjalist seibid, mis kaitsevad vedrusid ülekuumenemise eest. Sidurivõll *14* asetseb kuullaagritel. Eespoolne kuullaager *5* on diiselmootori väntvõlli *6* treitud pesas, tagumine laager aga pesas *26*, mis on poltidega kinnitatud siduri karteri *43* külge.

Siduri lülitusmehhanism koosneb lülitushoobadest *13*, lülitusmuhvist *18* koos survelaagriga *19*, lülituskahvlist *32*, võllikust *16*, hoovast *37*, vardast *35* koos reguleerimiskahvliga *36* ja siduripedaalist. Lülitushoovad *13* on šarniirselt ühendatud kesta *10* külge needitud kronsteinidega. Lülitushoobade lühikesed (välised) otsad on profiilseibide *40* ja reguleerimismutritega *39* ühendatud poltide *42* abil survekettaga *8*. Vedrud *38* suruvad lülitushoovad *13* vastu profiilseibe *40*, mis toetuvad reguleerimismutritele *39*.

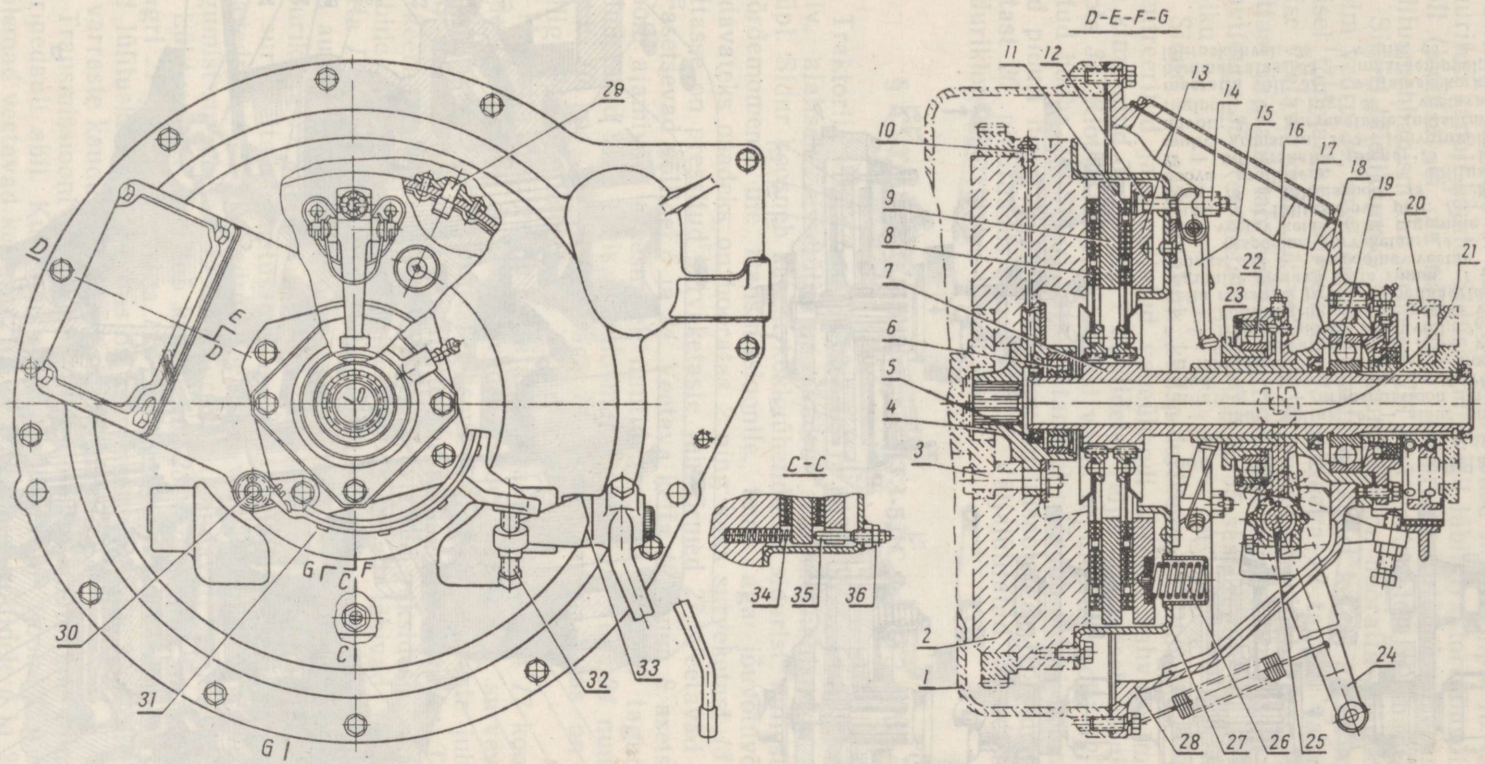
Lülitusmuhv *18* asetseb kronsteinil *20* ja seda saab nihutada lülituskahvliga *32*, mis on ühendatud lülitusmuhvi tappidega *17*, telgsuunas. Siduri lülitamine toimub käesoleva peatüki § 2 kirjeldatud korras.

Käigukasti hammasrataste müratuks lülitamiseks on sidur varustatud pidurikesega. Pidurike koosneb kahest vedrukestast *24* vedrudega *23* ja poltidega *22*, kettast *25* ning friktsioonkattega *31* rummust *29*. Vedrukestad on oma aukude kaudu ühendatud lülitusmuhvi *18* tappidega *17* ning poltide *22* ja vedrude *23* kaudu aga pidurikese survekettaga *25*. Pidurikese rumm *29* on jäigalt kinnitatud võllile *14*. Pidurike töötab järgmiselt. Siduri väljalülitamisel liiguvad kestad *24* koos lülitusmuhviga *18* mootori poole, vedrud *23* tõmbavad kaasa poldid *22* koos survekettaga *25*. Kui sidur on välja lülitatud, surub surveketas *25* vastu pidurikese rummu *29* friktsioonkatet *31*. Surveketta *25* ja friktsioonkatte *31* vahel tekkiv hõõrdumine peatab siduri võlli *14* ja käigukasti vedava võlli pöörlemise.

Sidurivõlli tagumist laagrit ja survelaagrit *19* määritakse määrdeniplite kaudu. Laagri *5* pesa täidetakse määrdega (solidooliga) siduri kokkupanekul. Laagrist *5* väljaimbunud määre satub õlitõrjeseibile *7*, paisatakse tsentrifugaaljõu mõjul sidurikettast eemale ja satub läbi augu *b* hooratta karterisse *44*. Määre ja kulumisproduktid eemaldatakse karterist *44* korgiga suletava ava *c* kaudu. Vastavalt siduri kulumisele tuleb reguleerida lülitushoobade *13* ja pidurikese asendit.

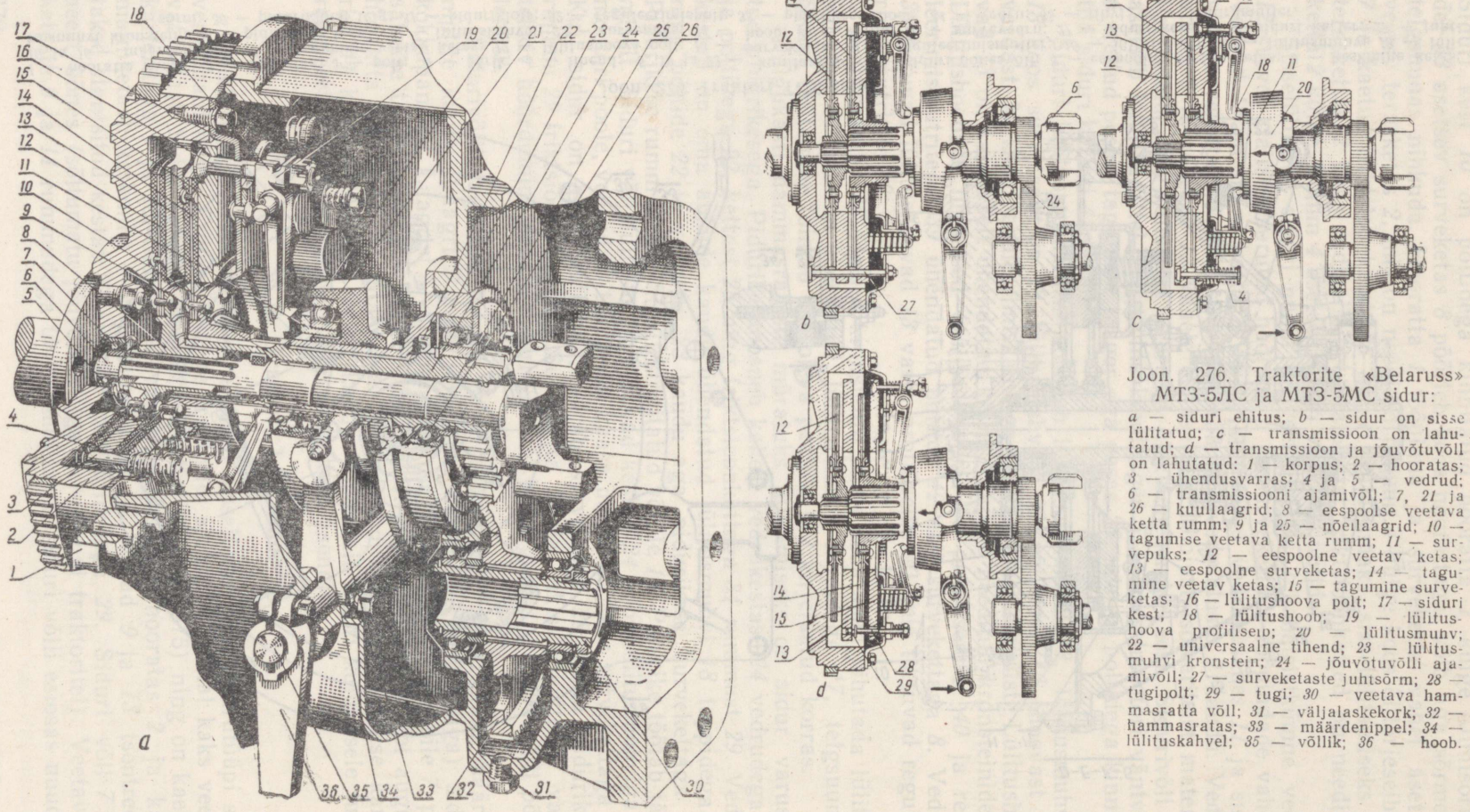
§ 4. Traktori T-75 sidur

Traktori T-75 sidur on kuiv, alaliselt sisselülitatud ja vedrutüüpi survemehhanismiga. Erinevalt teiste traktorite siduritest on tal kaks veetavat ketast. Sidur paikneb mootori hoorattal *2* (joon. 275) ning on kaetud karteritega *1* ja *28*. Siduri vedavateks osadeks on hooratas *2* ja kaks malmketast: keskmine — *9* ja surveketas *13*. Kettad *9* ja *13* tsentreeritakse stantsitud kestas *27* asuvate juhtsõrmedega *29*. Siduri võll *7* on seest õõnes (sõltumatu jõuvõtuvõlliga varustatud traktoritel). Veetavate ketaste *8* ja *11* rummudega ühendamiseks on siduri võlli esiosas nuudid.



Joon. 275. Traktori T-75 sidur:

1 — hooratta karter; *2* — hooratas; *3* — polt; *4* — äärik; *5* — tihend; *6, 19* ja *22* — kuullaagrid; *7* — siduri õõnesvõll; *8* — eespoolne veetav ketas; *9* — keskmine ketas; *10* ja *16* — määrdeniplid; *11* — tagumine veetav ketas; *12* — lülitushoova polt; *13* — surveketas; *14* — reguleerimismutter; *15* — lülitushoob; *17* — lülitusmuhv; *18* — lülitusmuhvi kronstein; *20* — pidurikese ketas; *21* — lülituskahvel; *23* — survepuks; *24* — hoob; *25* — võllik; *26* — survevedru; *27* — siduri kest; *28* — siduri karter; *29* — juhtsõrm; *30* — piduriklotsi telg; *31* — piduriklots; *32* — reguleerimispolt; *33* — pidurikese hoob; *34* — vedru; *35* — tihvt; *36* — kontramutter.



Joon. 276. Traktorite «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС sidur:

a — siduri ehitus; *b* — sidur on sisse lülitatud; *c* — transmissioon on lahutatud; *d* — transmissioon ja jõuvõtuvõll on lahutatud: *1* — korpus; *2* — hooratas; *3* — ühendusvarras; *4* ja *5* — vedrud; *6* — transmissiooni ajamivõll; *7*, *21* ja *26* — kuullaagrid; *8* — eespoolse veetava ketta rumm; *9* ja *25* — nõelaagrid; *10* — tagumise veetava ketta rumm; *11* — survepuks; *12* — eespoolne veetav ketas; *13* — eespoolne surveketas; *14* — tagumine veetav ketas; *15* — tagumine surveketas; *16* — lülitushoova polt; *17* — siduri kest; *18* — lülitushoob; *19* — lülitushoova profiilsein; *20* — lülitusmuhv; *22* — universaalne tihend; *23* — lülitusmuhvi kronstein; *24* — jõuvõtuvõlli ajamivõll; *27* — surveketaste juhtsõrm; *28* — tugipolt; *29* — tugi; *30* — veetava hammasratta võll; *31* — väljalaskekork; *32* — hammasratas; *33* — määrdenippel; *34* — lülituskahvel; *35* — võllik; *36* — hoob.

Siduri võll toetub kuullaagrile *6*, mis asetseb hooratta *2* külge poltidega *3* kinnitatud äärikus *4*. Laagrit määritakse määrdenipli *10* ja hoorattasse puuritud kanali kaudu. Siduri õõnesvõlli läbib traktori jõuvõtuvõlli ajamivõll (joonisel ei ole näidatud). Siduri vedrutüüpi survemehhanism ja lülitusmehhanism on sarnased ДТ-54А vastavatele mehhanismidele.

Siduri täielikumaks väljalülitumiseks on hooratta aukudesse asetatud kolm vedru *34*, mis toetuvad vastu keskmist ketast *9*. Siduri väljalülitamisel tõmmatakse surveketas *13* poltidega *12* tagasi, vabastades tagumise veetava ketta *11*; vedrude *34* survel eemaldub ketas *9* samuti hoorattast ja vabastab veetava ketta *8*. Keskmise ketta liikumist piiratakse tihvtidega *35*. Keermetatud tihvtidega *35* saab reguleerida keskmise ketta käiku.

Sidur on varustatud klotspidurikesega. Pidurikese ketas *20* on tsentreeritud ja kinnitatud vaheühendi šarniiri kahvlile, mis omakorda on kinnitatud õõnesvõlli *7* nuutidele. Teljel *30* asetseb šarniirselt piduriklots *31*. Klots *31* toetub ühtlasi vastu reguleerimispolti *32*, mis on keeratud hooba *33*. Siduri väljalülitamisel pöördub siduri hoovaga blokeeritud piduri hoob *33* ja surub reguleerimispoldiga *32* piduriklotsi vastu ketast *20*, pidurdades õõnesvõlli *7*. Väljalülitatud asendisse surutakse piduriklots spetsiaalse vedru abil.

§ 5. Traktorite «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС sidur

Traktorite «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС sidur (joon. 276) on kuiv, alaliselt sisselülitatud vedru survemehhanismiga, kahekordset tüüpi. Sidur koosneb kahest kokkuühendatud sidurist, millest üks kannab pöördemomendi üle transmissioonile, teine aga jõuvõtuvõllile. Siduri vedavateks osadeks on hooratas *2* ning kaks surveketast *13* ja *15*. Hoorattasse on pressitud surveketaste juhtsõrmed *27*. Veetavad kettad *12* ja *14* asetsevad võllidel *6* ja *24*. Veetava ketta *12* rumm *8* asetseb transmissiooni ajamivõlli *6* eesmisel, nuutidega otsal. Võlli *6* tagumine ots on valmistatud ühes tükis ühendusmuhvi kahvliga. Võlli *24* nuutidel asetseb rumm *10* koos veetava kettaga *14*. Vedav hammasratas on valmistatud võlliga *24* ühes tükis.

Hooratta *2* külge on kinnitatud terasest sidurikest *17* koos lülitushoobade *18*, tugipoltide *28* ja vedrupesades asetsevate survevedrudega *5*. Siduri kest *17* on hoorattal *2* tsentreeritud surveketaste juhtsõrmede *27* abil. Vedrud *5* suruvad veetavad kettad hooratta *2* vastu. Tugipoldid *28* on keeratud siduri kesta *17* külge keevitatud puksidesse ning fikseeritud seibide ja vedrudega. Tugipoltide *28* otsad läbivad tagumise surveketta *15* auke. Eespoolsesse survekettasse *13* on tugipoltide kohale puuritud augud ja nendesse on pressitud toed *29*. Surveketaste *13* ja *15* ning sidurikesta *17* aukudes asetsevad ühendusvardad *3*, mis hoitakse eespoolses survekettas lukustusseibide abil. Ühendusvarrastele on paigutatud lisavedrud *4*. Need vedrud toetuvad vastu ühendusvarraste *3* peasid ja tagumist surveketast *15* ning suruvad täiendavalt ketastele *13*, *14* ja *15*.

Lülitusmuhv *20* istub kronsteinil *23* vabalt ning on varustatud kuullaagri *21* ja survepuksiga *11*. Lülitusmuhv *20* on tappide abil ühendatud lülituskahvliga *34*, mis on kinnitatud võllikule *35*. Võllik on hoobade ja varraste kaudu ühenduses siduripedaaliga.

Transmissiooni ja jõuvõtuvõlli mootorist lahutamine toimub ühise siduripedaali abil. Kui sidur on sisse lülitatud (joon. 276, *b*), annavad mõlemad veetavad kettad *12* ja *14* pöörlemise võllidele *6* ja *24*. Transmissiooni lahutamiseks (joon. 276, *c*) surutakse pedaali kuni vastu spetsiaalset riivi, mis asetseb käigukasti fiksaatorite kaanel (joonisel ei ole näidatud). Seejuures surub lülitusmuhvi *20* survepuks *11* lülitushoobade *18*

sisemistele otstele, lülitushoovad pöörduvad ning nende välimiste otstega ühendatud poldid *16* tõmbavad surveketta *15*, mis on kokku surutud lisavedrude *4* abil, koos ketastega *14* ja *13* tagasi. Seejuures vabastatakse eespoolne veetav ketas. Transmissioon lülitub välja, jõuvõtuvõll aga pöörleb edasi.

Kui on vaja traktorit peatada ja samaaegselt välja lülitada jõuvõtuvõll (joon. 276, *d*), tuleb eelnevalt eemaldada riiv käigukasti fiksaatorite kaanel (surudes riivi pedaalile) ja seejärel suruda pedaal lõpuni alla. Riivi vabastamine annab pedaalile täiendava käigu pikkuse, mis on vajalik jõuvõtuvõlli väljalülitamiseks. Siduri pedaali liikumise ajal lülitatakse esialgu välja transmissioon ja seejärel jõuvõtuvõll. Jõuvõtuvõll lülitatakse välja momendil, kui pedaali täiendaval liikumisel eespoolne ketas *13* toetub oma tugedega *29* vastu liikumatuid tugipolte *28*, mistõttu ketta *13* edasiliikumine lõpeb. Seejuures, surudes kokku lisavedrud *4*, liigub tagumine surveketas *15* veel veidi tagasi ja vabastab veetava ketta *14*. Tugipoltide *28* asend on reguleeritud nii, et need puudutavad tugesid *29* alles pärast seda, kui esimene veetav ketas *12* on vabanenud ja jõuülekanne lahutatud.

Iseliikuva šassii T-16 sidur on ehituselt kirjeldatud siduriga sarnane.

§ 6. Auto ЗИЛ-164 sidur

Auto ЗИЛ-164 sidur (joon. 277) on kuiv, kahekettaline, alaliselt sisselülitatud, vedrutüüpi survemehhanismiga. Sidur asetseb (hoorattale ja sidurile ühises) siduri karteris *26*, mis on kinnitatud mootori plokkkarteri külge poltidega. Siduri kontrollimise ja reguleerimise eesmärgil on selle karteri külge kinnitatud põhi.

Hoorattale *12* on kinnitatud vedavate ketaste *9* ja *11* kuus juhtsõrme *5*. Käigukasti vedava võlli *6* nuutidel istuvad rummudega kaks friktsioonkattega veetavat ketast *8*. Veetavad kettad asetsevad kahel pool vedavat keskmist ketast *9*. Siduri kest *17* on kinnitatud hooratta külge.

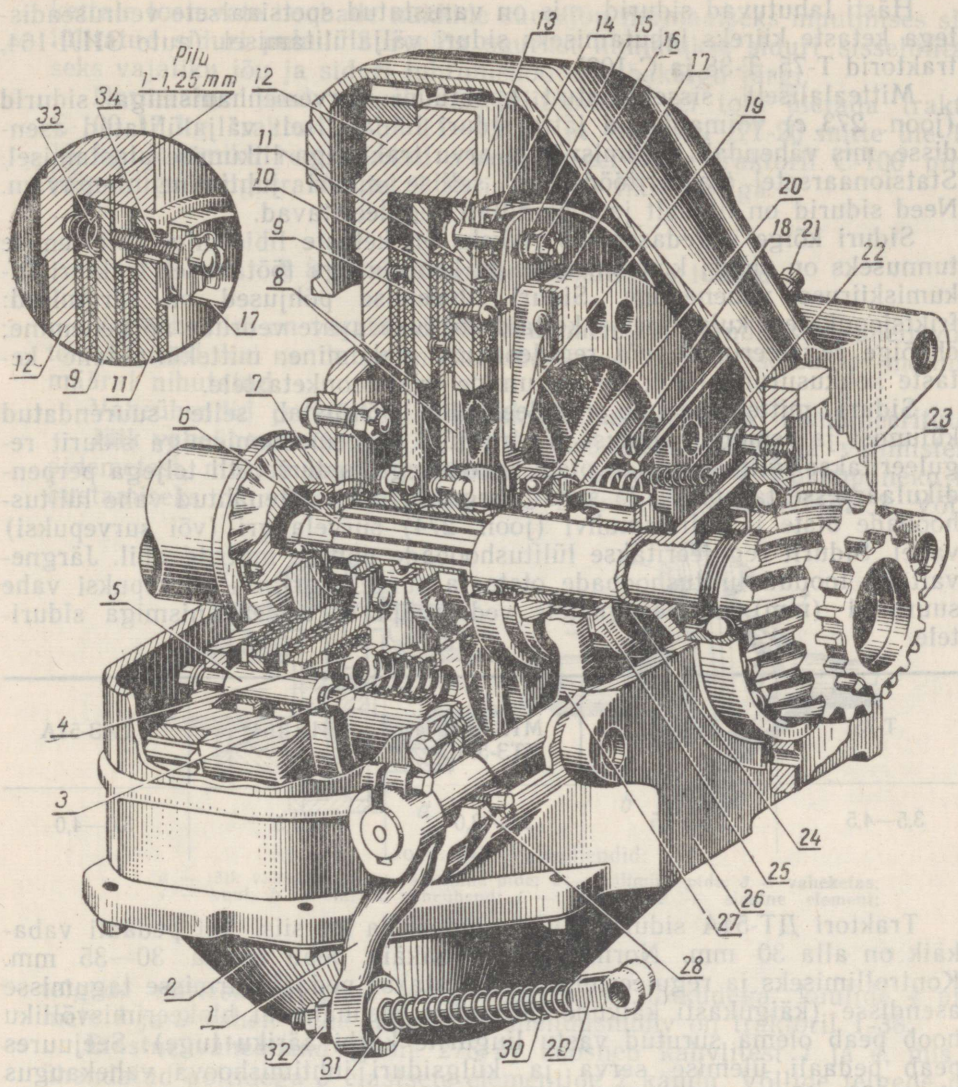
Kesta ja surveketta *11* vahele on paigutatud kaksteist survevedru *3*. Need vedrud on tsentreeritud tugiseibide *4* ja siduri kesta *17* aukude ääristega.

Siduri kesta väljalõigetesse on kinnitatud kuus lülitushooba *19*. Lülitushoobade välimised otsad on poltide abil ühendatud survekettaga *11*. Lülitushoobade *19* asend fikseeritakse vedrude *14* ja *18* abil. Keskmises kettas *9* on kolm pesa lahutusvedrude *33* paigaldamiseks, mis toetuvad vastu hooratast ja on ette nähtud siduri väljalülitamisel keskmise ketta *9* hoorattast eemale surumiseks. Keskmise ketta liikumist piiratakse lahutusvedrude kolme reguleerimiskruviga *34*, mis on keeratud siduri kesta *17*. Sellega kõrvaldatakse keskmise ja surveketta kokkusurumise võimalus siduri väljalülitamisel. Vedrud *33* ja reguleerimiskruvid *34* tagavad siduri täieliku väljalülitumise.

Lülitusmuhv *25* asetseb koos survelaagriga *20* siduri karteri *26* külge poltidega kinnitatud kronsteinil *24*. Survelaager *20* ja kronsteini *24* juhtpind määritakse määrdetoosi *21* abil toru kaudu. Lülitusmuhv *25* on siduri pedaaliga sidestatud lülituskahvli *27*, selle võlliku, hoova *1* ning tõmbevarda *29* abil. Lülitusmuhv surutakse vastu lülituskahvlit tõmbevedrudega *22*.

Siduri pedaal viiakse lähteasendisse tõmbevedruga, mis on ühe otsaga kinnitatud tõmbevarda *29* ühendussõrme ja teise otsaga mootori tagumise (vasakpoolse) tugikronsteini külge. Lülitamisel on siduri detailide koostöö sama mis teistel sama tüüpi siduritel.

Auto ГАЗ-51А sidur on ühekettaline ning ehituselt samasuguse konstruktsiooniga.



Joon. 277. Auto ЗИЛ-164 sidur:

1 — lülituskahvli hoob; *2* — siduri karteri põhi; *3* — survevedru; *4* — vedru tugiseib; *5* — juhtsõrm; *6* — käigukasti vedav võll; *7*, *20* ja *23* — kuullaagrid; *8* — veetavad kettad; *9* — keskketas; *10* — isoleerketas; *11* — surveketas; *12* — hooratas; *13* — lülitushoova polt; *14* — vedru; *15* — seib; *16* — mutter; *17* — siduri kest; *18* — kooniline vedru; *19* — lülitushoob; *21* — määrdetoos, *22* — tõmbevedru; *24* — lülitusmuhvi kronstein; *25* — lülitusmuhv; *26* — siduri karter; *27* — lülituskahvel; *28* — äärik; *29* — tõmbevarras; *30* — vedru; *31* — seib; *32* — mutter; *33* — keskketta lahutusvedru; *34* — reguleerimiskruvi.

§ 7. Sidurite võrdlev hinnang ja hooldamine

Vaatleme erinevaid siduri tüüpe, arvestades nende kohta käesoleva peatüki § 1 esitatud nõudeid. Kõige väiksema veetavosa massiga on ühekettalised sidurid. See vähendab hammasrataste ja detailide koormust, mis tekib siduri kasutamisel. Mitmekettalised kuivad sidurid kindlustavad kõige sujuvama sisselülitamise ning võimaldavad üle kanda suuremat pöördemomenti väiksemate gabariitide ja kaalu juures.

Traktorite kahekordsed sidurid ühendavad ühte konstruktsiooni kaks sidurit, need on aga keerulisemad reguleerida.

Hästi lahutuvad sidurid, mis on varustatud spetsiaalsete vedruseadistega ketaste kiireks lahutamiseks siduri väljalülitamisel (auto ЗИЛ-164, traktorid T-75, T-38 ja C-100).

Mittealaliselt sisselülitatud hoobtüüpi survemehhanismiga sidurid (joon. 273, *c*) võimaldavad jätta siduri lühiajaliselt väljalülitatud asendisse, mis vähendab juhtimisvõtete arvu traktoriga liikumise alustamisel. Statsionaarsetel traktoritöödel on sellise siduri juhtimine mugavam. Need sidurid on lihtsalt ja töökindlalt reguleeritavad.

Siduri kõige sagedasemaks rikkeks on ketaste libisemine. Libisemise tunnuseks on siduri kuumenemine ja koormusega töötamisel traktori liikumiskiiruse vähenemine. Siduri libisemise põhjused on järgmised: friktsioonkatete kulumine ja kettaid kokkusuruvate vedrude nõrgenemine; ebaõige reguleerimine või reguleerituse rikkumine; mitteküllaldane ketaste kokkusurumisjõud; õli sattumine friktsioonketastele.

Siduri mitteõigeaegne reguleerimine põhjustab selle suurendatud kulumist ja remondivajadust. Vedrutüüpi survemehhanismiga sidurit reguleeritakse lülitushoobade otste seadmisega, siduri võlli teljega perpendikulaarsesse tasapinda ja samuti reguleeritakse ettenähtud vahe lülitushoobade otste ja lülitusmuhvi (joon. 274) survelaagri (või survepuksi) vahel. Sidurit reguleeritakse lülitushoobade poltide mutrite abil. Järgnevalt on toodud lülitushoobade otste ja survelaagri või survepuksi vahe suurused (mm) mitmesugustele vedrutüüpi survemehhanismiga siduritele.

T-75	ДТ-54А	«Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС	ЗИЛ-164*	ГАЗ-51А
3,5—4,5	3,5—4,5	2,0—3,0	34,5	3,0—4,0

Traktori ДТ-54А sidurit tuleb reguleerida ka siis, kui pedaali vabakäik on alla 30 mm. Normaalselt vabakäik peab olema 30—35 mm. Kontrollimiseks ja reguleerimiseks asetatakse pedaal äärmisse tagumisse asendisse (käigukasti käikude lülitamise mehhanismi blokeerimisvõlliku hoob peab olema surutud vastu liugurite karbi ääriku tuge). Seejuures peab pedaali ülemise serva ja külgsiduri juhtimishoova vahekaugus olema 20—25 mm, pidurikese ketta ja rummu friktsioonkatte vahekaugus aga 7—8 mm. Seda vahekaugust reguleeritakse siduri pedaali tõmbevarda pikkuse muutmisega. Kui vahekaugus on õigesti reguleeritud, siis peavad siduri täielikul väljalülitamisel (surudes siduri pedaali alla kuni toetumiseni) vedrude kestad eemalduma pidurikese kettast 3—5 mm. Pärast seda kontrollitakse lülitushoobade otste ja lülitusmuhvi laagri vahe suurust ja vajaduse korral reguleeritakse normaalne vahe (vahe suurus on toodud eespool).

Kahekordsetel siduritel (traktorid «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС ning iseliikuv šassii Т-16) tuleb peale lülitushoobade otste ja lülitusmuhvi survepuksi vahe reguleerida ka pilu siduri kesta *17* (joon. 276, *d*) tugipoltide *28* ja eespoolse surveketta *13* tugede *29* vahel. Pilu reguleerimisel vajutatakse pedaali kuni lukustajani, mis paikneb käigukasti fiksaatorite kaanel, seejuures peab pilu olema veidi suurem kui eesmise surveketta *13* käik.

Hoobtüüpi survemehhanismiga sidurite reguleerimine seisneb surve-

* Pilu suurust mõõdetakse lülitushoobade lülitusmuhvi-poolsetest otstest kuni surveketta tõõpinnani.

kettale toetuvate hoobade nukkide survejõu normaalseks muutmises sisselülitatud siduri puhul. Survejõu suurust hinnatakse siduri sisselülitamiseks vajaliku jõu ja siduri juhtimishoova vabakäigu järgi.

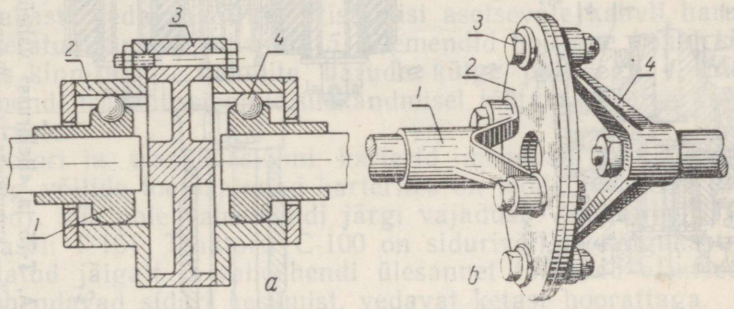
Normaalne jõud siduri sisselülitamiseks ei tohi ületada traktoril C-100 17 kg, traktoril T-38 11—12 kg ja traktoril ДТ-20 mitte üle 12—15 kg. Ristmiku reguleeritud asend fikseeritakse traktoril C-100 pingutuspoldiga ning traktoritel T-38 ja ДТ-20 fiksaatoriga.

§ 8. Vaheühendite ülesanne ja tüübid

Vaheühendid on vajalikud pöördemomendi ülekandmiseks ühelt võllilt teisele juhul, kui nende geomeetrilised teljed on üksteise suhtes mõningal määral nihutatud.

Vaheühendid jaotatakse jäikadeks, elastseteks ja kombineerituteks.

Jäik vaheühend (joon. 278, *a*) koosneb sisemistest *1* ja välimistest *2* pidemetest, mis on omavahel ühendatud kuulidega *4*. Kokkupaneku hõlbustamiseks on välimised pidemed *2* ühendatud vahekettaga *3*. Võllide



Joon. 278. Vaheühendid:
a — jäik vaheühend: *1* — sisemine pide; *2* — välimine pide; *3* — vaheketas; *4* — kuul; *b* — elastne vaheühend: *1* — kahvel; *2* — elastne element; *3* — polt; *4* — kahvel.

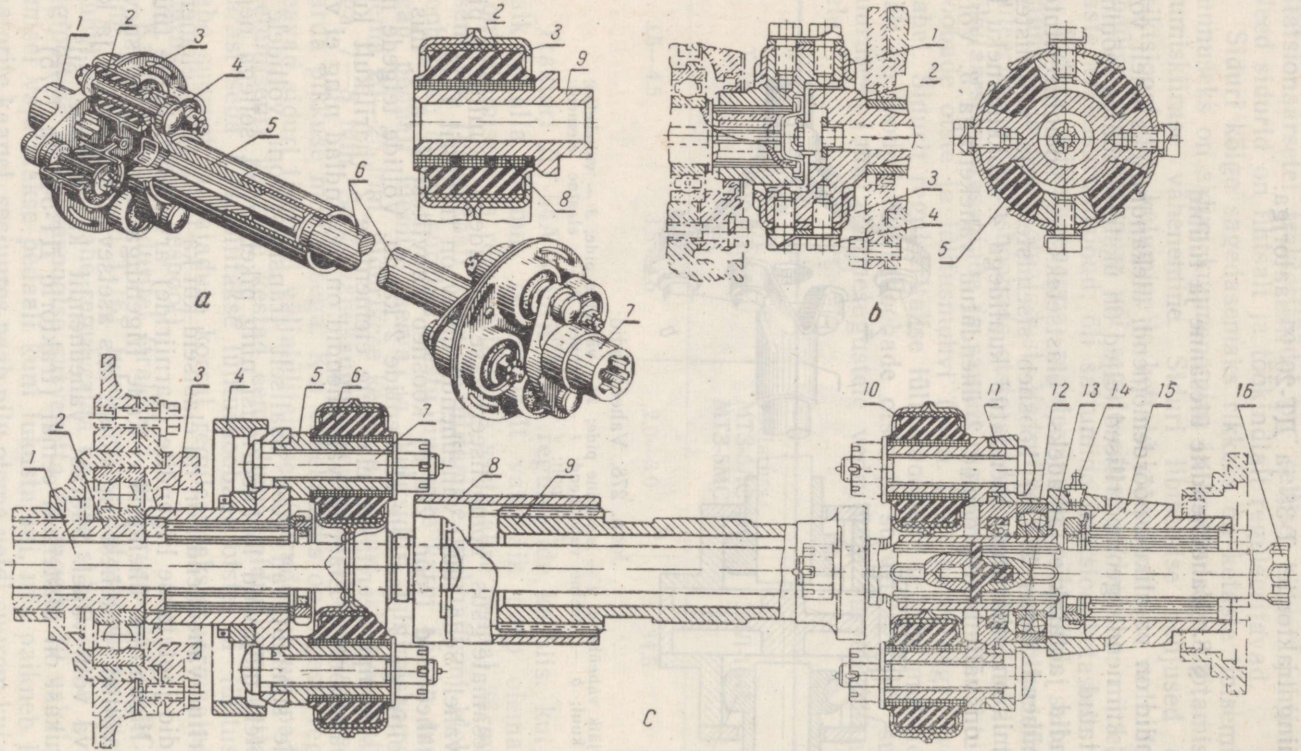
telgede mittesamatelgsus kompenseeritakse lõtkudega kuulide *4* pidemete *1* ja *2* vahel. Seda tüüpi vaheühendusmuhv on traktoril T-38.

Elastne vaheühend (joon. 278, *b*) koosneb kahvlitest *1* ja *4*, mis on ühendatud poltidega *3* elastsete elementide *2* kaudu. Võllide telgede mittesamatelgsus kompenseeritakse elastsete elementide *2* (harilikult kummist) deformatsiooniga. Elastsed vaheühendid on töökindlad ning ei vaja määrimist.

Peale selle summutavad need osaliselt transmissiooni võllidele ja hammasratastele mõjuvaid löökkoormusi ning pikendavad sellega nende iga.

Kombineeritud vaheühendil on nii elastseid kui ka jäika tüüpi elemente.

Vaheühendid jaotatakse liigendite (šarniiride) arvu järgi kahte tüüpi: ühe ja kahe liigendiga ühenditeks. Kahe liigendiga ühendid koosnevad spetsiaalsest võllist ja kahest liigendist, mis asetsevad sidurivõlli ja käigukasti vedava võlli vahel. Säärast vaheühendit kasutatakse siis, kui sidur ja käigukast on üksteisest eemal (traktorid ДТ-54А ja Т-75).



Joon. 279. Traktorite ДТ-54A, T-75 ja «Belaruss» vaheühendid:

a — traktori ДТ-54A ühendusvõll: *1*, *5* ja *7* — liigendite kahvlid; *2* — kummipuks; *3* — liigendi ketas; *4* — polt; *6* — võll; *8* — traatkarkass; *9* — puks; *b* — traktori «Belaruss» ühendusmuhv: *1* ja *2* — kahvlid; *3* — klamber; *4* — polt; *5* — kummielement; *c* — traktori T-75 ühendusvõll: *1* — eespoolne jõuvõtuvõlli ajami võll; *2* — siduri võll; *3* — eespoolse liigendi kahvel; *4* — pidurikese ratas; *5* — puks; *6* — kummipuks; *7* — polt; *8* — eespoolse liigendi kompenseeriv kahvel; *9* — õõnesvõll; *10* — liigendi ketas; *11* — tagumise liigendi kahvel; *12* — sfääriline kuullaager; *13* — nuutpuks; *14* — määrdenippel; *15* — veetav äärik; *16* — tagumine jõuvõtuvõlli ajami võll.

§ 9. Vaheühendite konstruktsioonid

Traktori ДТ-54А ühendusvõll (joon. 279, *a*) koosneb kahest liigendist ja võllist. Ühendusvõll kannab üheaegselt pöörlemise üle transmissioonile ja jõuvõtuvõllile (kui see on sisse lülitatud), mis on ette nähtud traktoriga töötavate masinate mehhanismide käitamiseks.

Sidurivõlli ja võlli *6* nuutidel asetsevad liigendi kahvlid *1* ja *5*. Kahvel *1* on liikumatu, kahvel *5* aga saab nihkuda võlli *6* nuutidel vabalt. Kahvlite vahel asetseb liigendi ketas *3*. Viimane koosneb kahest terasketta poolest, mis on kokku needitud. Kettapoolte pesades asetsevad traatkarkassi *8* külge kinnitatud elastsed kummipuksid *2*. Karkassi *8* avasse on asetatud puks *9*. Kumbki liigendi kahvel ühendatakse kettaga kahe poldi *4* abil.

Käigukastipoolne liigend on samasuguse konstruktsiooniga, kuid selle kahvel *7* on kinnitatud käigukasti vedavale võllile.

Traktori «Belaruss» ühendusmuhv (joon. 279, *b*) on ühe liigendiga elastne vaheühendus. See koosneb kahest kahvlist *1* ja *2*, millest eespoolne asetseb sidurivõlli nuutidel, tagumine aga on valmistatud ühes tükis käigukasti vedava võlliga. Ristamisi asetsevate kahvli harude vahele on asetatud kummielemendid *5*. Elemendid hoitakse kohal klambritega *3*, mis kinnitatakse kahvlite harude külge poltidega *4*. Mootorilt pöördemomendi transmissioonile ülekandmisel töötavad muhvi kummielemendid survele.

Kui mootori ja transmissiooni karterid moodustavad küllalt jäiga terviku ning võllide toetuspinnad karterites on töödeldud koos (avad on samatelgsed), siis pole vaheühendi järgi vajadust (traktorid ДТ-20 ja iseliikuv šassii T-16). Traktoril С-100 on sidurivõll ja käigukasti vedav võll ühendatud jäigalt ja vaheühendi ülesannet täidavad elastsed plaadid, mis ühendavad siduri keskmist, vedavat ketast hoorattaga.

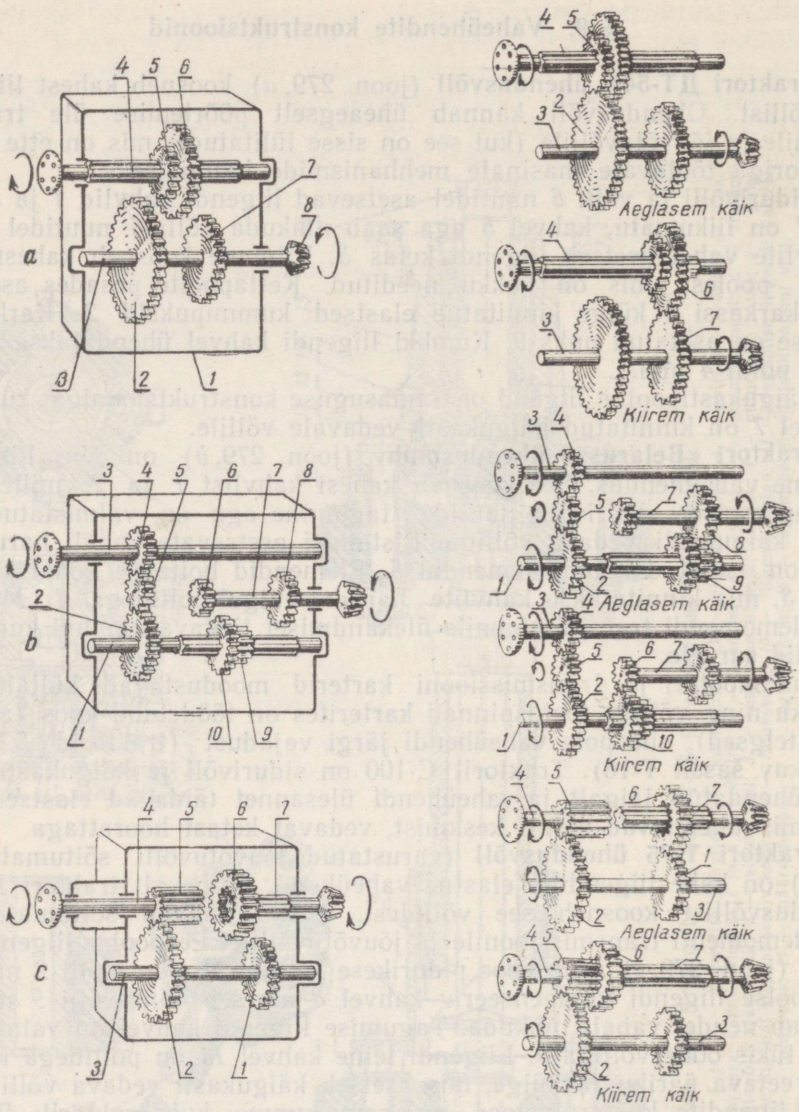
Traktori Т-75 ühendusvõll (varustatud jõuvõtuvõlli sõltumatu ajamiga) on kahe liigendiga elastne vaheühend. Erinevalt traktori ДТ-54А ühendusvõllist koosneb see võllidest, mis kannavad sõltumatult üle pöördemomenti transmissioonile ja jõuvõtuvõllile. Eespoolse liigendi kahvel *3* (joon. 279, *c*) asub koos pidurikese kettaga *4* sidurivõlli *2* nuutidel. Eespoolse liigendi kompenseeriv kahvel *8* asetseb õõnesvõlli *9* nuutidel ja saab nendel vabalt nihkuda. Tagumise liigendi kahvel on valmistatud ühes tükis õõnesvõlliga *9*. Liigendi teine kahvel *11* on poltidega kinnitatud veetava ääriku *15* külge, mis asetseb käigukasti vedava võlli nuutidel. Liigendite konstruktsioon on samasugune kui traktoril ДТ-54А. Liigendite kahvlid ja võll *9* on seest õõnsad ning nende õõnsusi läbivad jõuvõtuvõlli ajamivõllid *1* ja *16*. Need võllid kannavad mootori väntvõllilt pöörlemise üle (sõltumatult transmissiooni ajamist) planetaarmehhanismi ja reduktori kaudu traktori jõuvõtuvõllile.

XXXII peatükk

KÄIGUKASTID

§ 1. Käigukastide ülesanne ja klassifikatsioon

Käigukast võimaldab muuta transmissiooni ülekandearvu ja järelikult veorataste pöördemomenti ja pöörlemiskiirust, s. t. traktori või auto veojõudu ja liikumiskiirust. Käigukast täidab ka abifunktsioone: võimaldab traktoril või autol liikuda tagurpidi, kannab mootori võimsust üle



Joon. 280. Käigukastide skeemid:

a — ühepaarilise ülekandega käigukast: *1* — käigukasti korpus; *2* — veetava võlli hammasratas; *3* — veetav võll; *4* — vedav võll; *5* ja *6* — vedava võlli liug-hammasrattaploki põiad; *7* — veetava võlli hammasratas; *8* — keskülekande koonushammasratas; *b* — mitmepaarilise ülekandega käigukast: *1* — vahevõll; *2* — vahevõlli alaliselt hambumises olev hammasratas; *3* — vedav võll; *4* — vedava võlli alaliselt hambumises olev hammasratas; *5* — vahehammasratas; *6* ja *8* — veetava võlli hammasrattad; *7* — veetav võll; *9* ja *10* — vahevõlli liug-hammasrattaploki põiad; *c* — otseülekandega käigukast: *1* ja *2* vahevõlli hammasrattad; *3* — vahevõll; *4* — vedav võll; *5* — vedava võlli hammasratas; *6* — veetava võlli välis- ja sisehammastega liughammasratas; *7* — veetav võll.

masinate käitamiseks, võimaldab hammasrataste neutraalse (väljalülitatud) asendi juures peatada traktorit või autot töötava mootori puhul.

Hammasrataste hambumisviisi järgi jagunevad käigukastid nihutatavate ja alaliselt hambuvate hammasratastega käigukastideks. Nihutavaid hammasrattaid võib käigukastis olla mitu. Kinemaatiliste skeemide järgi liigitatakse käigukastid traktorite *ühepaarilise, mitmepaarilise ja liitülekandega* ning autode *otseülekandega käigukastideks.*

Ühepaarilise ülekandega käigukastil (joon. 280, *a*) on kaks võlli:

vedav *4* ja veetav *3*. Vedav võll *4* on siduri kaudu ühendatud mootoriga. Vedava võlli nuutidel asetseb hammasrattaplokk *5* ja *6*. Veetavale võllile *3* on kinnitatud kolm hammasratast *2*, *7* ja *8*. Koonushammas *8* on keskülekande vedavaks hammasrattaks. Käigukangi abil saab hammasrattaplokki nihutada nii, et hammaspöid *5* hambub hammasrattaga *2* (aeglasem käik) või nii, et hammaspöid *6* hambub hammasrattaga *7* (kiirem käik). Mõlemal juhul kantakse pöördemoment üle keskülekandele ühe hammasrattapaariga.

Skeemil näidatud käigukastil on ainult kaks käiku. Tavaliselt on aga vedaval võllil *4* mitte üks, vaid kaks või kolm hammasrattaplokki ja vastav arv veetavale võllile kinnitatud hammasrattaid, mis moodustavad mitme käiguga käigukasti. Tavaliselt ei ole käikude arv üle viie, sest käikude suurema arvu puhul muutuks käigukasti konstruktsioon liiga kogukaks.

Ühepaarilise ülekandega käigukastide eeliseks on konstruktsiooni lihtsus ja kõrge mehaaniline kasutegur, sest kaod ühes silindrilises hammasratastepaaris ei ole olulise suurusega. Nende puuduseks on aga piiratud käikude arv.

Mitmepaarilise ülekandega käigukastis (joon. 280, *b*) on kolm võlli: vedav *3*, veetav *7* ja vahevõll *1*. Vedav võll *3* on vahevõlliga *1* ühendatud alaliselt hambuvate hammasratastega *4*, *5* ja *2*. Veetavale võllile on kinnitatud kaks hammasratast *6* ja *8*. Vahevõlli *1* nuutidel asetseb hammasrattaplokk hammaspöidadega *9* ja *10*. Käikude sisselülitamiseks nihutatakse hammaspöid *9* hambumisse veetava võlli hammasratastega *8* (aeglasem käik) või hammaspöid *10* veetava võlli hammasrattaga *6* (kiirem käik). Pöördemomendi ülekandmisest mootorilt keskülekandele võtab osa mitu hammasrataste paari. Mitmepaarilise ülekandega käigukastid on kompaktsemad ühepaarilise ülekandega käigukastidest, kuid nende mehaaniline kasutegur on väiksem.

Otseülekandega käigukastil (joon. 280, *c*) on samuti kui mitmepaarilise ülekandega käigukastil kolm võlli: vedav *4*, veetav *7* ja vahevõll *3*. Konstruktsiooni erinevus seisneb siin selles, et vedav võll *4* ja veetav võll *7* asetsevad ühel geomeetrilisel teljel. Vedava võlli tagumises otsas on pesa, kus asetseb veetava võlli *7* tugilaager (joonisel ei ole näidatud). Vedava võlliga on ühes tükis valmistatud hammasratas *5*. Veetava võlli nuutidel asetseb välis- ja sisehammastega hammasratas *6*. Vahevõllile *3* on kinnitatud kaks hammasratast *2* ja *1*. Hammasratas *2* on alaliselt hambumises vedava võlli hammasrattaga *5*. Hammasrattaga *5* saab sisehammaste abil hambuda veetava võlli hammasratas *6*. Hammasrataste *5* ja *6* hambumisel ühendub vedav võll jäigalt veetava võlliga ja need pöörlevad koos kui üks tervik. Seejuures hakkavad võllid *4* ja *7* pöörlema mootori väntvõlli pöörlemiskiirusega, mistõttu seda käiku nimetatakse *otseülekandeks* (kiirem käik).

Hammasrataste *6* ja *1* hambumisse viimisega lülitatakse sisse aeglasem ülekanne, kus pöördemomendi ülekandmisest võtavad osa kaks hammasrataste paari *5—2* ja *1—6*.

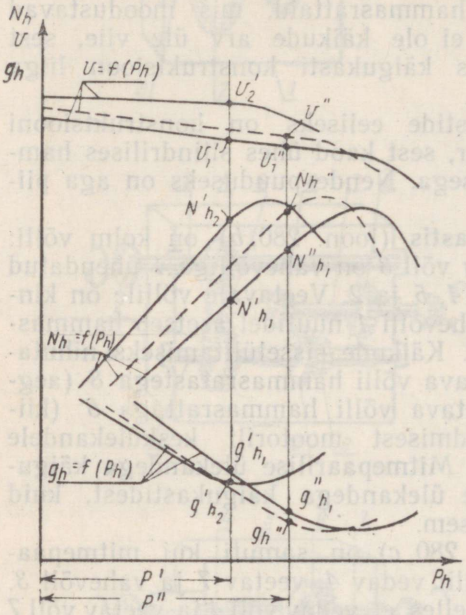
Konstruktsiooni keerukuse ja mehaanilise kasuteguri seisukohalt on need käigukastid vahepealsed, eespool kirjeldatuist on nad aga kompaktsemad. Konstruktsiooni kompaktsus on eriti oluline autode juures, kus otseülekandega käigukastid on laialdaselt kasutusel. Seepärast nimetatakse neid ka autotüüpi käigukastideks. Seda tüüpi käigukasti kasutatakse ka traktoril T-38. Kirjeldatud skeemi järgi valmistatud käigukasti nõrgaks kohaks on veetava võlli esilaagri mitteküllaldane iga. Madalamatel käikudel peab see laager taluma suuri koormusi, kusjuures tema mõõtmed ja järelikult ka vastupidavus on piiratud vedava võlli pesa suurusega.

Liitülekandega käigukastid kuuluvad mitmepaarilise ülekandega käi-

gukastide gruppi, kuid erinevalt nendest on varustatud reduktoritega suurema arvu käikude saamiseks. Liitülekandega käigukaste kasutatakse traktoritel T-75, T-28 ja «Belaruss» MTЗ-5ЛС ja MTЗ-5МС.

§ 2. Käikude arvu mõju traktori dünaamilisusele ja ökonoomsusele

Vastavalt tehnika arenemisele ilmnes tendents suurendada käigukasti astmete arvu. See on seletatav sellega, et mitmeastmelised käigukastid võimaldavad paremini kasutada traktori võimsust, suurendada tema töökiirusi, järelikult suurendada tootlikkust ja vähendada kütuse kulu. Selgitame seda näitega. Joonisel 281 on toodud traktori katselisel teel saadud veokarakteristik, mis kujutab endast haakevõimsuse N_h, liikumiskiiruse V ja kütuse erikulu g_h olenevust veojõust P_h.



Joon. 281. Traktori veokarakteristik.

Lihtsuse mõttes vaatleme kahe käiguga traktorit. Mõlematele käikudele vastavad graafikul oma kõverad $N_h=f(P_h)$, $V=f(P_h)$ ja $g_h=f(P_h)$, mis on tähistatud indeksitega *1* ja *2*. Olgu antud tingimustes adra veoks vajalik traktori veojõud P'. Sellist veojõudu saab traktor arendada esimesel käigul kiiruse V'_1, haakevõimsuse N'_{h1} ja kütuse erikulu g'_{h1} juures ja teise käigu vastavatel suurustel V'_2, N'_{h2} ja g'_{h2}. Märgime, et:

$$N'_{h2}>N'_{h1}\ V'_2>V'_1 \text{ ja } g'_{h2}<g'_{h1}.$$

Siit järeldub, et traktori töötamisel veojõuga P' on teisel käigul traktor rohkem koormatud, kiirus (ja järelikult ka tootlikkus) on suurem, kütuse erikulu aga väiksem. See käik tuleb järelikult valida töökäiguks. Kui tööprotsessis adra veotakistus suureneb väärtuseni $P''>P'$, siis peab traktorist mootori seiskumise vältimiseks sisse lülitama esimese käigu ja töötama kiirusel V''_1 halvemate näitajatega. Oletame, et esimese ja teise käigu vahel on vahepealne käik (näidatud punktiiriga), mis tagab veojõu P''. Siis, kasutades seda käiku, suurendab traktorist traktori koormatust ja töötab paremate näitajatega kui esimesel käigul, sest graafikust nähtub:

$$N''_h>N''_{h1};\ V''>V''_1 \text{ ja } g''_h<g''_{h1}.$$

Arvestades agregaadi liikumise välistakistuste pidevat muutumist, võib tuua analoogilisi arutlusi P väärtustele arvukalt.

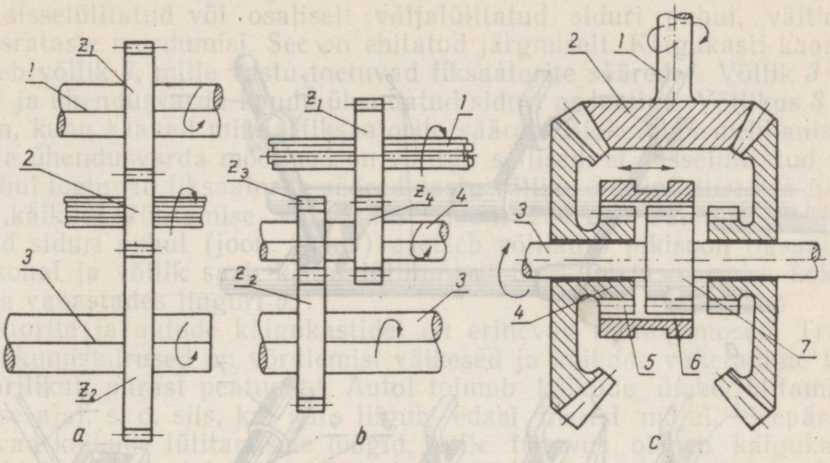
Järelikult mida suurem on käigukasti käikude arv ja väiksemad intervallid nende vahel, seda tootlikumalt ja ökonoomsemalt kasutatakse traktorit agregaadis erinevate masinate ja põllutööriistadega. Ideaalne käigukast peab muutma ülekandearvu pidevalt (mistahes kõige väiksemate intervallidega), automaatselt, s. o. peab olema astmeteta käigukast (vt. XXX peatükk, § 1). Automaatne käikude vahetamine likvideerib tööaja kulutused traktori peatamiseks käikude vahetamisel, kergendab tööd ja ei nõua juhilt kõrget kvalifikatsiooni.

§ 3. Käigukastide põhilised osad ja mehhanismid

Käigukastide põhilisteks osadeks on hammasrattad, võllid, laagrid ja käikude lülitamise seadised. Kõik käigukasti detailid paiknevad äravõetavas või transmissiooni ühises korpuses. Äravõetavate korpustega käigukastid on paremini remonditavad, kuid suurendavad traktori kaalu.

Käigukastid töötavad suurte koormustega ja sellepärast esitatakse nende konstruktsioonile ja materjalidele kõrgendatud nõudmised.

Tagasikäigu ülekanded. Eespool vaadeldud käigukastide skeemides arvestati ainult traktori ja auto edasiliikumist. Kuid masinatele on vajalikud ka tagasikäigud. Autol on manööverdamiseks ainult üks tagasi-



Joon. 282. Tagasikäikude skeemid:

a — tagasikäik vahehammasratta abil; *b* — tagasikäik vahehammasrataste paariga: *1* — vedav võll; *2* — vahehammasratas; *3* — veetav võll; *4* — vahehammasrataste paar; *c* — reversi skeem: *1* — vedav võll; *2* — vedava võlli koonushammasratas; *3* — vahevõll; *4* — reversi koonushammasratas; *5* — reversi koonushammasratta rummu hammasäärik; *6* — liugmuhv; *7* — vahevõlli hammasäärik.

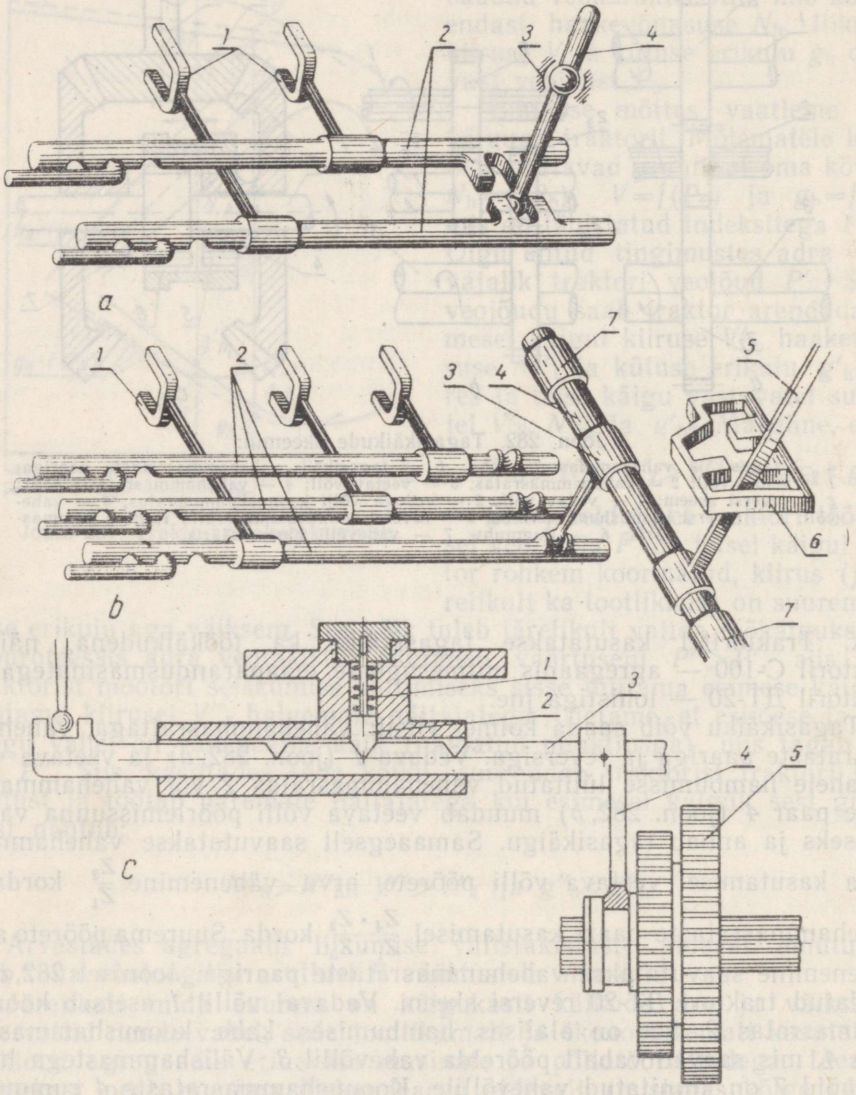
käik. Traktoritel kasutatakse tagasikäike ka töökäikudena, näiteks traktoril C-100 — agregaadis mitmesuguste maaparandusmasinatega või traktoril ДТ-20 — lohistiga jne.

Tagasikäiku võib saada kolmel viisil: vahehammasrattaga, vahehammasrataste paariga ja reversiga. Vedava *1* (joon. 282, *a*) ja veetava võlli *3* vahele hambumisse lülitatud vahehammasratas *2* või vahehammasrataste paar *4* (joon. 282, *b*) muudab veetava võlli pöörlemissuuna vastupidiseks ja annab tagasikäigu. Samaaegselt saavutatakse vahehammasratta kasutamisel veetava võlli pöörete arvu vähenemine $\frac{Z_2}{Z_1}$ korda ja vahehammasrataste paari kasutamisel $\frac{Z_4 \cdot Z_2}{Z_1 \cdot Z_3}$ korda. Suurema pöörete arvu vähenemine saavutatakse vahehammasrataste paariga. Joonisel 282, *c* on näidatud traktori ДТ-20 reversi skeem. Vedaval võllil *1* asetseb koonushammasratas *2*. See on alalises hambumises kahe koonushammasrattaga *4*, mis saavad vabalt pöörelda vahevõllil *3*. Välishammastega hammaspöid *7* on kinnitatud vahevõllile. Koonushammasrataste *4* rummudel on hammasäärikud *5*. Hammaspöial *7* asetseb sisehammastega liugmuhv *6*. Liugmuhvi *6* saab hoova abil hammaspöia *7* hammastel nihutada kahele poole, viia hambumisse ühega hammasrataste *4* rummudest, mis annab vahevõllile *3* vastava pöörlemissuuna.

Käikude lülitusmehhanism on ette nähtud hammasrataste (või liugmuhvide — alaliselt hambumises olevate hammasrataste puhul) lülitamiseks sisse- või väljalülitatud (neutraalsesse) asendisse. Lülitusmehhanism väldib töö ajal käikude juhusliku väljalülitumise. Lülitusmehhanisme on kahte tüüpi: kuultoel liikuva käigukangiga ja kulissiga lülitusmehhanism.

Kuultoel liikuva käigukangiga lülitusmehhanism koosneb lülituskahvlitest *1* (joon. 283, *a*), liuguritest *2*, kuulšarniirist *3* ja käigukangist *4*. Liugureid nihutatakse oma pesades käigukangi *4* alumise, liuguriga sidestatud otsaga.

Kulissiga lülitusmehhanismil (joon. 283, *b*) on käigukangi *5* ots kinnitatud võllikule *4*, mis saab koos käigukangiga pöörduda



Joon. 283. Käikude lülitusmehhanismide skeemid:

a — kuultoel liikuva käigukangiga lülitusmehhanism: *1* — lülituskahvel; *2* — liugurid; *3* — käigukangi kuultugi; *4* — käigukang; *b* — kulissiga lülitusmehhanism: *1* — lülituskahvel; *2* — liugurid; *3* — hoob; *4* — hoova võllik; *5* — käigukang; *6* — kuliss; *7* — võlliku pesa; *c* — fiksaator: *1* — vedru; *2* — fiksaator; *3* — liugur; *4* — lülituskahvel; *5* — liughammasratas.

ja liikuda oma pesades pikisuunas. Võllikule on kinnitatud lühikene hoob *3*, mis vajaliku käigu lülitamiseks sidestatakse vastava liuguriga *2*. Igale sisselülitatud käigule vastab kindlaksmääratud hoova asend kulissis *6*. Käikude juhusliku sisse- või väljalülitumise vältimiseks kasutatakse spetsiaalseid fiksaatoreid, mis lukustavad liugurid sisselülitatud asendis.

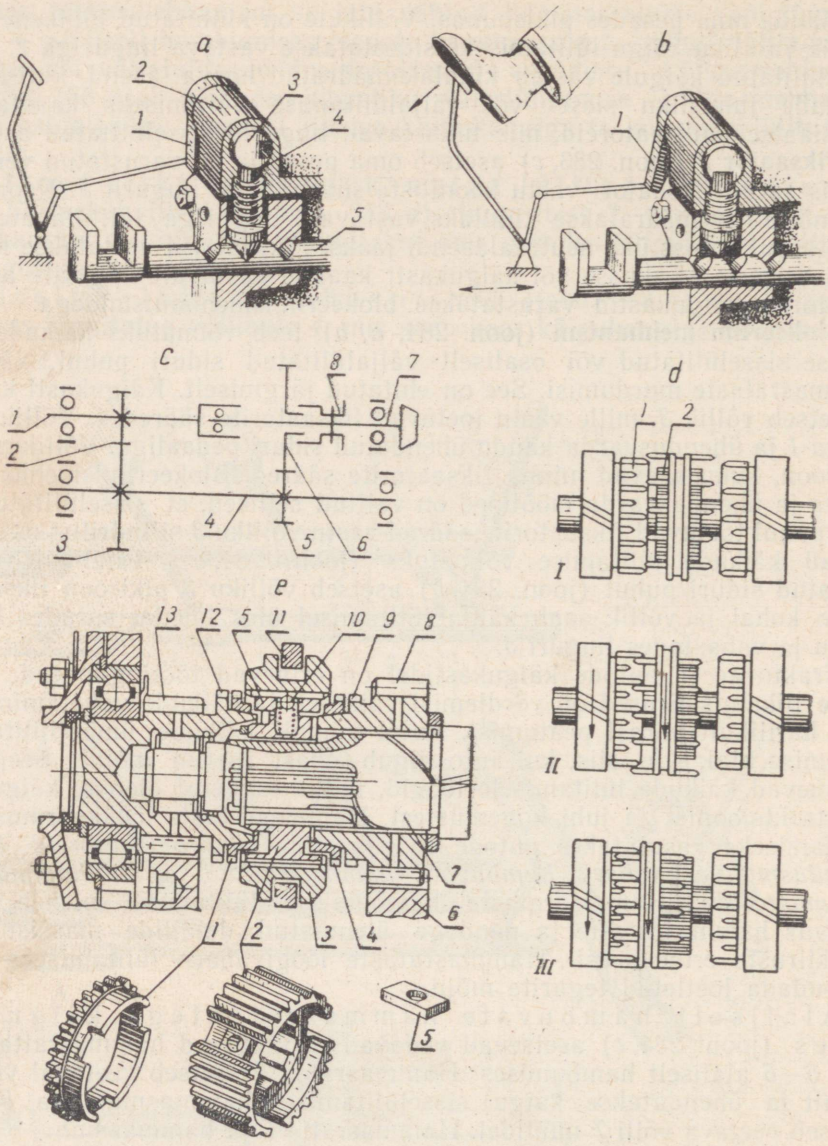
Fiksaator *2* (joon. 283, *c*) asetseb oma pesas ja on varustatud vedruga *1*, mis surub fiksaatori vastu kooniliste süvenditega liugurit *3*. Kooniliste süvendite arv määratakse kindlaks vastavalt liuguriga lülitatavate käikude arvule pluss üks neutraalasendi jaoks. Fiksaatorid asetatakse käigukasti korpuse äärikusse või käigukasti kaande vastavalt liugurite arvule. Traktorite käigukastid varustatakse blokeerimismehhanismidega.

Blokeerimismehhanism (joon. 284, *a*, *b*) teeb võimatuks käikude lülitamise sisselülitatud või osaliselt väljalülitatud siduri puhul, vältides hammasrataste murdumisi. See on ehitatud järgmiselt. Käigukasti kaanes *2* asetseb võllik *3*, mille vastu toetuvad fiksaatorite sääred *4*. Võllik *3* on hoova *1* ja ühendusvarda kaudu ühendatud siduri pedaaliga. Võllikus *3* on pikisoon, kuhu saavad minna fiksaatorite sääred. Blokeerimismehhanismi hoova ja ühendusvarda mõõtmed on valitud sellised, et sisselülitatud siduri puhul toetuvad fiksaatorite sääred vastu võlliku *3* silindrilist osa ning teevad käikude lülitamise võimatuks (joon. 284, *a*). Täielikult väljalülitatud siduri puhul (joon. 284, *b*) asetseb võlliku *3* pikisoon fiksaatori sääre kohal ja võllik saab käigu lülitamisel üles tõusta, surudes kokku vedru ja vabastades liuguri *5*.

Traktorite ja autode käigukastidel on erinevad töötingimused. Traktorite liikumiskiirused on võrdlemisi väikesed ja käikude vahetamine toimub harilikult pärast peatumist. Autol toimub käikude ümberlülitamine liikumise ajal, s. o. siis, kui auto liigub edasi inertsi mõjul. Seepärast kaasnevad käikude lülitamisele löögid, mille tugevus oleneb käigukasti konstruktsioonist ja juhi kogemustest. Hammasrataste löökkoormuse **vähendamiseks** kasutatakse autode käigukastide *sünkronisaatoreid*, *kergeühendusmuhve*, *alaliselt hambuvaid hammasrattaid* ja *kaldhammastega hammasrattaid*. Hammasrataste hambumisse lülitamisel oleneb löögi tugevus hammasrataste ja nendega ühendatud detailide massist ning ringkiiruste erinevusest. Hammasrataste löögivabaks lülitamiseks tuleb vähendada loetletud tegurite mõju.

Alaliselt hambuvate hammasratastega käigukastides (joon. 284, *c*) asetsevad vedavad ja veetavad hammasrattad *2*—*3* ja *5*—*6* alaliselt hambumises. Hammasratas *6* asetseb veetaval võllil *7* vabalt ja ühendatakse käigu sisselülitamisel hammasmuhviga *8*, mis asetseb veetava võlli *7* nuutidel. Hammasratta *6* ja hammasmuhvi *8* ühendamise momendil on nende ringkiirused erinevad, kuid löökkoormus on hammasmuhvi väikse massi tõttu väiksem, kui oleks käigu lülitamisel liughammasrattaga. Et alaliselt hambuvate hammasrataste hambad ei võta käikude lülitamisel vastu löökkoormusi vahetult, siis on nende tööiga suurem.

Selleks et kergendada alaliselt hambuvate hammasrataste sisselülitamist, kasutatakse kergeühendusmuhve (joon. 283, *d*). Nende töötamine põhineb muhvi ja veetava hammasratta nurkkiiruste võrdsustamisele ühendamise momendil. Selleks on veetava hammasratta äärikul *1* üle ühe lühendatud hambad. Hammasmuhvi *2* hammastel on kaks korda suurem samm ning hammaste otsad on lõigatud kaldu (kiilukujuliseks). Hammasmuhvi *2* nihutamisel hammasratta ääriku *1* poole lähevad muhvi hambad, tänu suuremale sammule, vabalt hammasratta ääriku täispikkusega hammaste vahele (*I* asend). Seejärel saabub moment, kus hambad puutuvad kokku ja nurkkiirused võrdsustuvad, hammaste kokkupuutumisel tekkiv löök on nõrgem hammaste kaldu lõigatud otste tõttu (*II* asend). Hammasmuhvi *2* edasinihkumisel lähevad ta hambad ham-



Joon. 284. Käigukastide mehhanismide skeemid:

a ja *b* — blokeerimismehhanism: *1* — hoob; *2* — blokeerimismehhanismi võlli karp; *3* — blokeerimismehhanismi võllik; *4* — fiksaatori säär; *5* — liugur; *c* — alaliselt hambumises olevate hammasratastega käigukasti skeem: *1* — vedav võll; *2* — vedava võlli alaliselt hambuv hammasratas; *3* ja *5* — vahevõlli alaliselt hambuvad hammasrattad; *4* — vahevõll; *6* — veetava võlli alaliselt hambuv hammasratas; *7* — veetav võll; *8* — hammasmuhv; *d* — kergeühendusmuhv; *I* — sisselülitamise algus; *I* — veetav hammasratas: *2* — hammasmuhv; *II* — hammastevahelise kontakti algus; *III* — täielik sisselülitumine; *e* — sünkronisaator; *1* ja *4* — blokeerimisrõngad; *2* — rumm; *3* — liugmuhv; *5* — liugurplaat; *6* — vahevõlli alaliselt hambuv hammasratas; *7* — veetav võll; *8* — veetava võlli hammasratas; *9* — hammasratta *8* hammasäärik; *10* — kuulfiksaator; *11* — lülituskahvel; *12* — hammasratta *13* hammasäärik; *13* — vedava võlli hammasratas.

masratta ääriku pikkade ja lühikeste hammaste vahele ning toimub täielik sisselülitumine (*III* asend).

Täiuslikuma konstruktsiooniga on sünkronisaatorid, mis töötavad hambumisse lülitatavate hammasrataste nurkkiiruste võrdsustamise põhimõttel. Veetava võlli 7 (joon. 284, *e*) nuutidel asetseb sünkronisaa-

tori rumm *2*. Rummu välishammastel aga liugmuhv *3* koos lülituskahvliga *11*. Rummu kolmes pesas on blokeerimisseadise liugurplaadid *5*, mis on liugmuhviga ühendatud kuulfiksaatorite *10* abil. Rummu otstes paiknevad hammasvööde, sisemiste koonuspindade ja liugurplaatide jaoks väljalõigetega blokeerimisrõngad *1* ja *4*. Sünkronisaator asub vedava võlli hammasratta *13* ja veetava võlli hammasratta *8* vahel. Nendel hammasratastel on lühikeste välishammastega hammasäärikud, koonuspinnad ja blokeerimisrõngad *1* ja *4*. Hammasratas *8* on võllil *7* vabalt ja alaliselt hambumises vahevõlli hammasrattaga *6*. Teatud käigu lülitamisel nihkub sünkronisaatori liugmuhv *3* koos liugurplaatidega *5* rummul *2*. Liugurplaadid, minnes blokeerimisrõnga *1* (või *4*) väljalõigetesse, surub blokeerimisrõnga vastu hammasratast *13* (või *8*). Koonuspindade vahel tekkiv hõõrdejõud pöörab blokeerimisrõngast hammasratta pöörlemise suunas niikaua, kuni väljalõike serv toetub vastu liugurplaadi külgpinda. Samaaegselt toetuvad liugmuhvi *3* hammaste otsad vastu blokeerimisrõnga *1* (või *4*) hammaste otsi. Et hammaste otsad antud asendis on kohakuti, on lülitusmuhvi hambumine blokeerimisrõngaga takistatud. Blokeerimisrõnga surve hammasratta *13* (või *8*) koonuspinnale suureneb ning võllide nurkkiirused võrdsustuvad. Kui võllide nurkkiirused on võrdsustunud, siis hammaste otste takistus väheneb ja liugmuhv *3* nihkub edasi. Seejuures surutakse fiksaatorite *10* kuulid tagasi ja liugmuhv libiseb oma sisehammastega üle blokeerimisrõnga *1* (või *4*) hammaste ning läheb hambumisse hammasratta *13* (või *8*) hammasäärikuga.

§ 4. Traktori ДТ-54А käigukast

Traktori ДТ-54А käigukast (joon. 285) on viieastmeline nelja hammasrataspiokiga. Kõigil edasikäikudel, peale viienda, võtab pöördemomendi ülekandmisest osa üks hammasrataste paar. See vähendab hõõrdekadusid. Käigukasti mehhanismid asetsevad eraldi korpuses *53*. Käigukastis asetseb neli võlli: vedav *34*, veetav *17*, tagasikäigu *10* ja vahevõll *2*. Peale veetava võlli tagumise laagri on kõik võllid asetatud kuullaagritele. Veetava võlli tagumiseks, rohkem koormatud laagriks on rull-laager *57*.

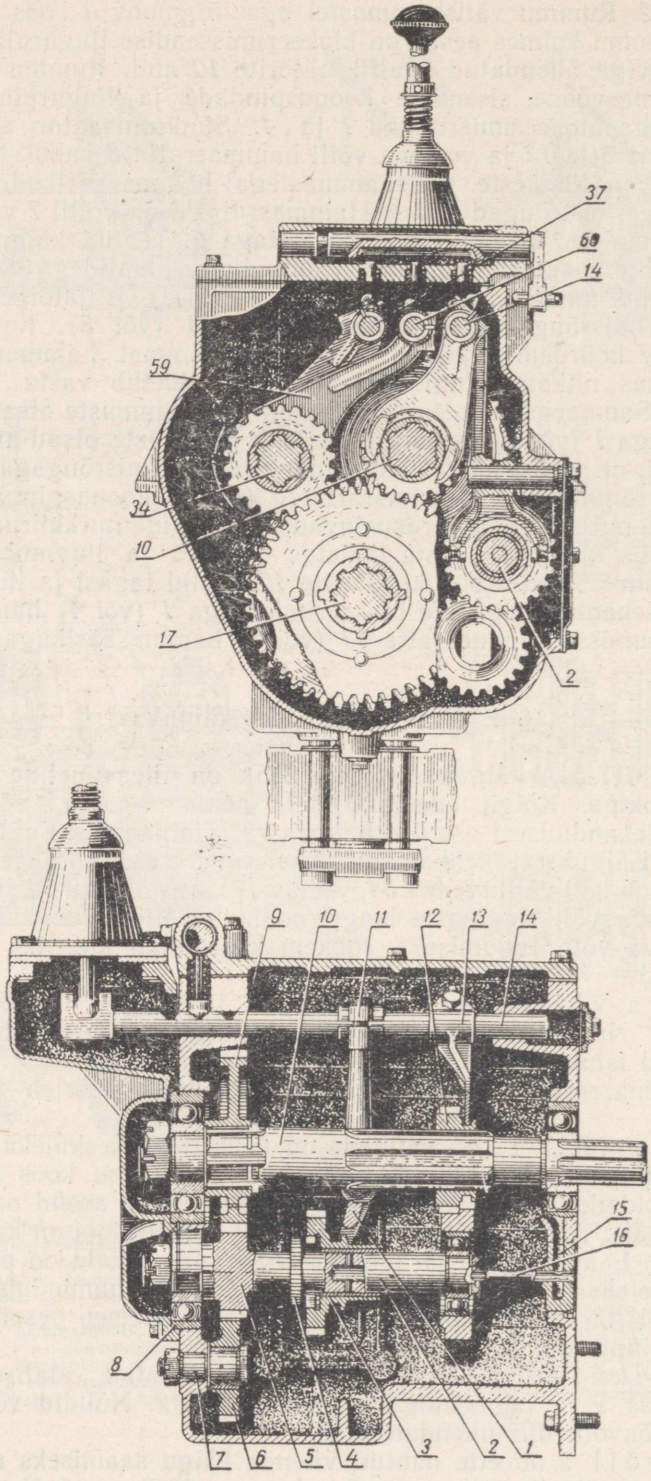
Vedava võlli *34* esiotsal on keere ja nuudid ühendusvõlli kinnitamiseks. Nuutidele on kinnitatud alaliselt hambuv hammasratas *36*. Nuutidel istuvad veel teise ja kolmanda ning esimese ja neljanda käigu hammasrataspiokid *51* ja *52*. Vedav võll pöörleb kuullaagritel *35* ja *55*.

Veetav võll *17* on valmistatud ühes tükis keskülekande koonushammasrattaga. Selle nuutidel paikneb kaks rummu koos nende külge needitud pöidadega *18*, *19*, *20*, *21* ja *22*. Rummude asend on fikseeritud laagrirõngaste, vaherõnga *28* ja mutriga *29*. Võlli esiots on kaetud laagrikaanega *30*. Laagri kaane ja käigukasti korpuse vahele on pandud reguleerimisvahelehed *32* keskülekande hammasrataste hambumise reguleerimiseks. Võlli tagumine laager (rull-laager) *57* asetseb pesas *58*, mis on poltidega kinnitatud käigukasti korpuse külge.

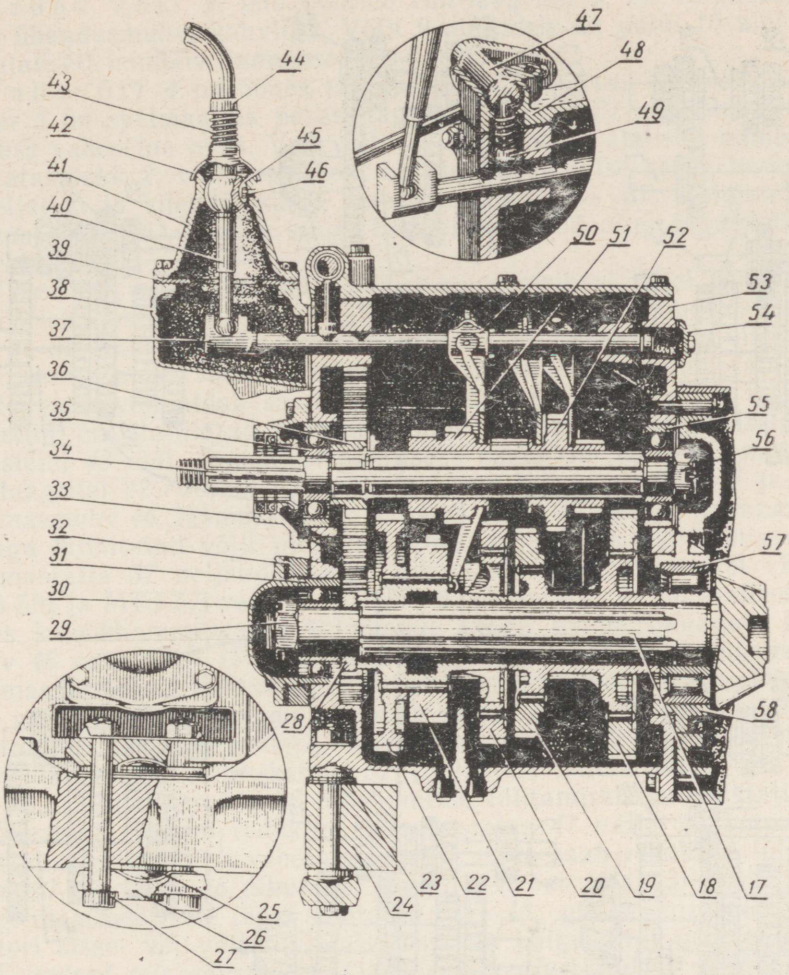
Tagasikäigu võllile *10* on paigutatud alaliselt hambuv hammasratas *9* ja tagasikäigu hammasratas *12*. Nuudid võlli otsal on vajalikud jõuvõtuvõlli ühendamiseks.

Vahevõll *2* on ette nähtud viienda käigu saamiseks ning on valmistatud ühes tükis hammasratta *5* ja hammasäärikuga *4*. Hammasratas *5* on alalises hambumises tagasikäigu võlli hammasrattaga *9*.

Vahevõlli *2* keskmisel osal istub vabalt viienda käigu hammasratas *3*. See on alalises hambumises veetava võlli viienda käigu hammasrattaga *21*. Viienda käigu sisselülitamiseks tuleb hammasratast *3* nihutada vahe-



Joon. 285. Traktori ДТ-54А käigukast (tähistused joon. 285 järg).



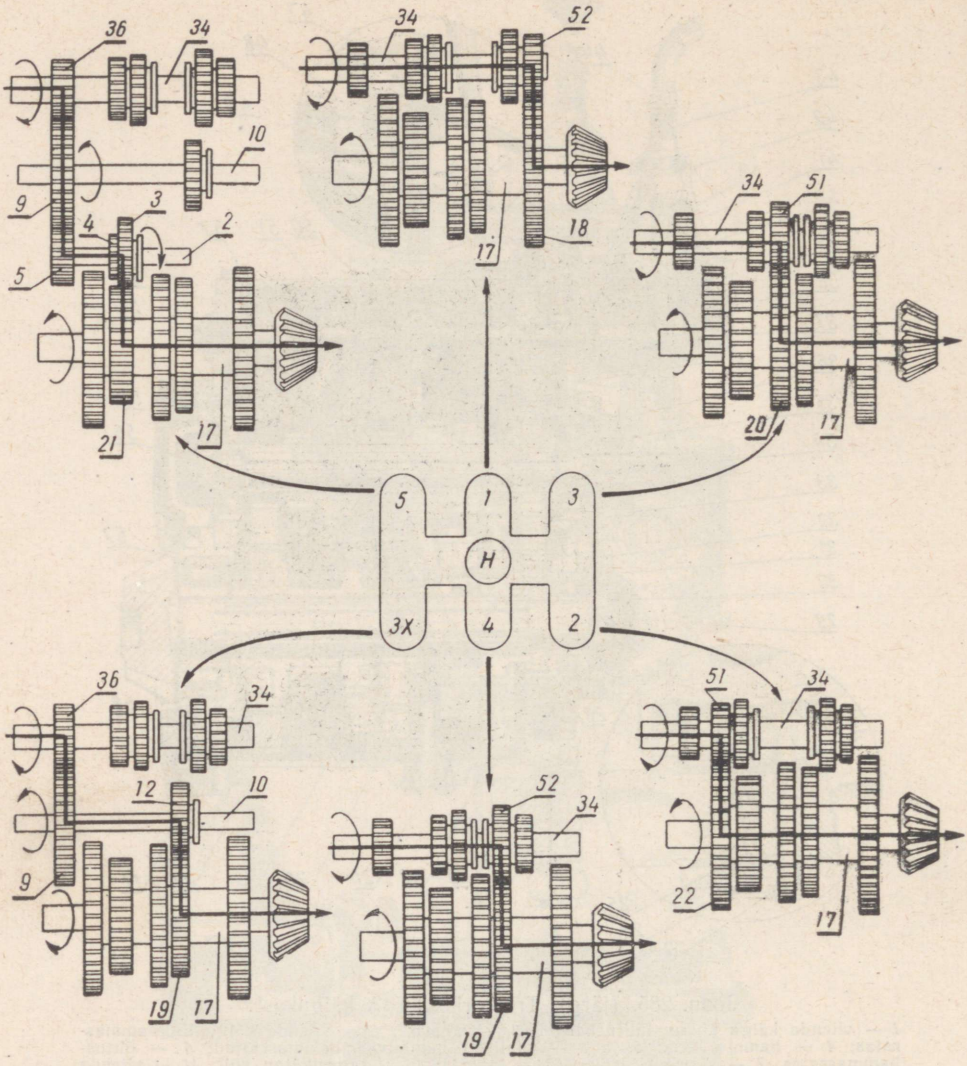
Joon. 285. (järg). Traktori ДТ-54А käigukast:

1 — viienda käigu kiikuv lülituskahvel; *2* — vahevõll; *3* — viienda käigu liughammasratas; *4* — hammasäärik; *5* ja *9* — alaliselt hambuvad hammasrattad; *6* — õlitushammasratas; *7* — sõrm; *8, 31, 35, 55* — laagrid; *10* — tagasikäigu võll; *11* — viienda käigu kiikuva lülituskahvli nihutusklamber; *12* — tagasikäigu liughammasratas; *13* — tagasikäigu lülituskahvel; *14* — tagasi- ja viienda käigu lülituskahvlite liugur; *15* — õlitasku; *16* — õlitustoru; *17* — veetav võll; *18* — esimese käigu hammasratta põid; *19* — neljanda ja tagasikäigu hammasratta põid; *20* — kolmanda käigu hammasratta põid; *21* — viienda käigu hammasratta põid; *22* — teise käigu hammasratta põid; *23* ja *32* — reguleerimisvahelehed; *24* — raami põiktala; *25* — sfääriline seib; *26* — kinnitusplaat; *27* — polt; *28* — vaherõngas; *29* — mutter; *30* — laagri kaas; *33* — tihenduskarp; *34* — vedav võll; *36* — alaliselt hambuv hammasratas; *37* — teise ja kolmanda käigu lülituskahvli liugur; *38* — liugurite karp; *39* — kuliss; *40* — käigukang; *41* — käigukangi karp; *42* — kaitsekate; *43* — vedru; *44* — rõngas; *45* — soon; *46* — tihvt; *47* — blokeerimisvõllik; *48* — käigukasti kaas; *49* — fiksaator; *50* — teise ja kolmanda käigu lülituskahvel; *51* — teise ja kolmanda käigu liug-hammasratasplokk; *52* — esimese ja neljanda käigu liug-hammasratasplokk; *53* — käigukasti korpus; *54* — kork; *56* — mutter; *57* — rull-laager; *58* — laagri pesa; *59* — esimese ja neljanda käigu lülituskahvel; *60* — esimese ja neljanda käigu lülituskahvli liugur.

võllil *2* kuni hambumiseni hammasäärikuga *4*, milleks hammasrattal *3* on sisehambad.

Käigukasti hammasrataste hea õlitamise garanteerimiseks juhul, kui veetav võll ei pöörle, asetseb käigukasti korpuse *53* alumises osas oleval sõrmel *7* õlitushammasratas *6*. Õlitushammasratas on alalises hambumises vahevõlli hammasrattaga *5*.

Käikude lülitusmehhanism koosneb kuultoel liikuvast käi-



Joon. 286. Traktori ДТ-54А käikude lülitamise skeem (tähistused samad mis joonisel 285).

gukangist *40*, kolmest liugurist *14*, *37* ja *60* koos fiksaatoritega ja lülituskahvlitest *50*, *59*, *13* ja *1*. Käigukast on varustatud blokeerimismehhanismiga, mis on ehitatud joonisel 284 *a*, *b* kujutatud skeemi kohaselt. Käigukasti korpus *53* on poltidega kinnitatud tagasilla korpuse külge ning toetub sfäärilise seibi *25* abil traktori raami risttalale *24*. Käigukastil ja tagasillal on ühine õlivann, kuhu valatakse õli vajaliku tasemeni tagasilla korpuse tagumise seina täiteava kaudu. Käigukasti hammasrattad on silindrilised ja sirgete hammastega. Käigukasti töötamise skeemid on toodud joonisel 286.

§ 5. Traktorite «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС käigukast

Traktorite МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС käigukast (joon. 287) on kümneastmeline, mitmepaarilise ülekande ja reduktoriga ning asetseb transmissiooni karteri *28* eespoolses ruumis.

Vedav võll *9*, mis pöörleb rull-laagritel *8*, on valmistatud ühes tükis ühendusmuhvi kahvliga. Võlli *9* nuutidele on poldi *10* abil kinnitatud alaliselt hambuv hammasratas *6*.

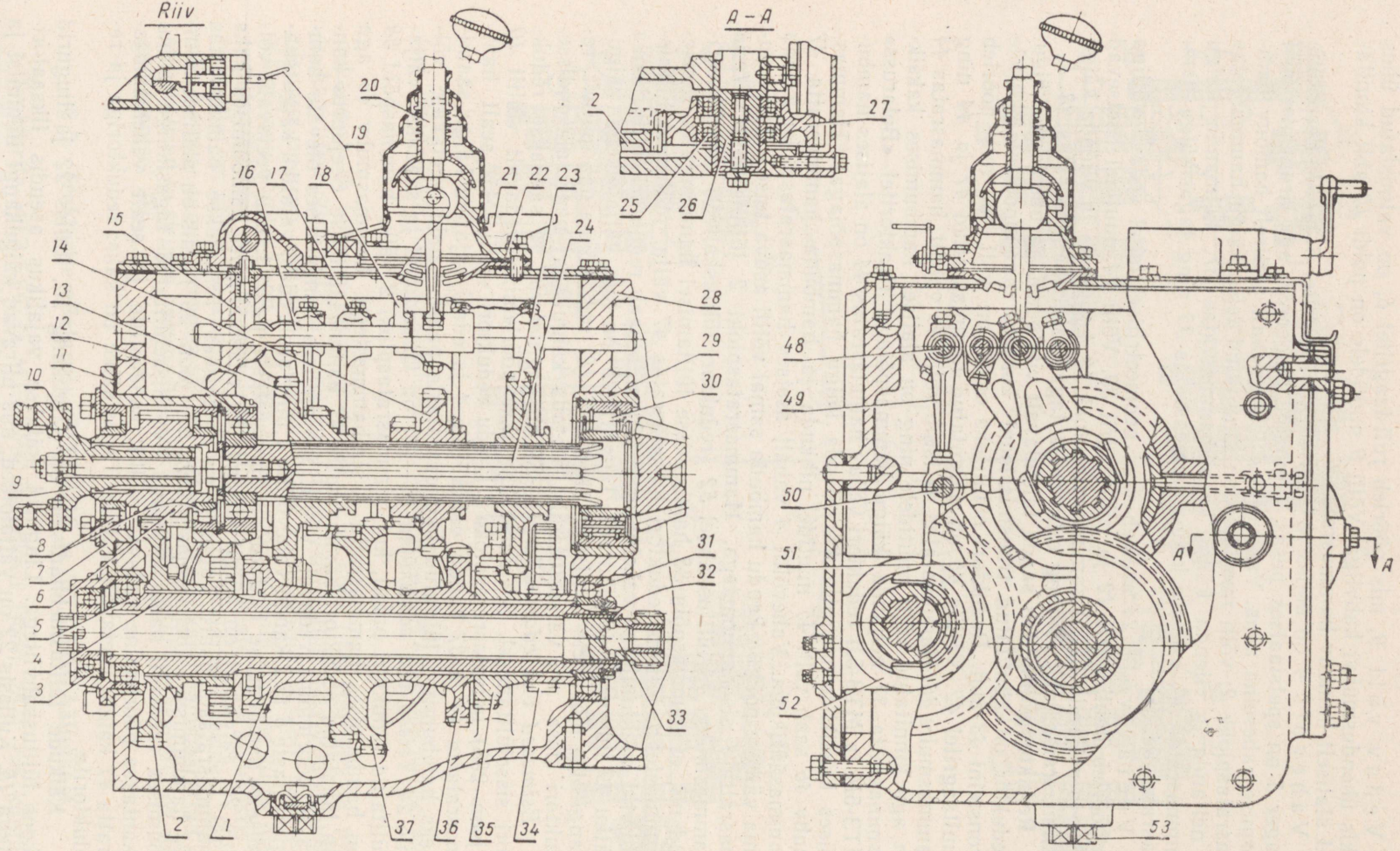
Vahevõll *4* on õõnes ja pöörleb kuullaagritel *5* ja *31*. Eespoolne laager *5* on spetsiaalses pesas, tagumine laager *31* aga transmissiooni korpuse vaheseina avas. Vahevõllil *4* istub vabalt alaliselt hambuv hammasratasplokk *2*; võlli nuutidele on kinnitatud teise käigu hammasratas *1*, neljanda ja viienda käigu kaksikhammasratas *37*, kolmanda käigu hammasratas *36*, esimese käigu hammasratas *35* ning tagasikäigu hammasratas *34*.

Veetav võll *24* asetseb ühel geomeetrilisel teljel vedava võlliga ja pöörleb kuullaagril *12* ja rull-laagril *30*. Võlli *24* nuutidel asetsevad teise ja neljanda käigu hammasratasplokk *13*, kolmanda ja viienda käigu hammasratasplokk *14* ning esimese ja tagasikäigu hammasratas *23*.

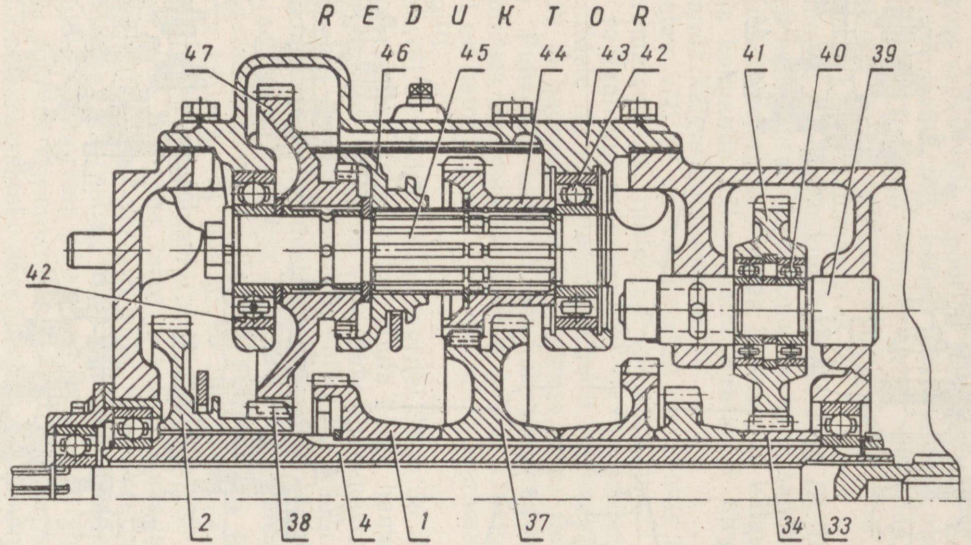
Reduktor võimaldab saada täiendavalt viis edasi- ja ühe tagasikäigu. Reduktor on kinnitatud transmissiooni korpuse parempoolsele küljele kronsteini *43* abil. Reduktori põhiliseks osaks on võll *45*, mis pöörleb kuullaagritel *42*. Võllile *45* on paigutatud hammasrattad *47* ja *44* ning hammasmuhv *46*. Hammasratas *47* istub võllil *45* vabalt, hammasratas *44* on aga kinnitatud võlli nuutidele ning on alalises hambumises kaksikhammasratta *37* neljanda käigu hammaspõiaga (traktoritel «Belaruss» МТЗ-5М ja МТЗ-5Л reduktori vedav hammasratas *44* on alalises hambumises kaksikhammasratta *37* viienda käigu hammaspõiaga). Hammasmuhv *46* saab võlli *45* nuutidel nihkuda ja hambuda hammasratta *47* hammasäärikuga. Vahevõllil *4* vabalt asetsev hammasratasplokk *2* saab oma väikese põia *38* kaudu hambuda samal võllil asuva teise käigu hammasratta *1* sisehammastega. Hammasratasploki *2* lülituskahvel *51* ja hammasmuhvi *46* lülituskahvel *52* (reduktori lülituskahvel) on blokeeritud nii, et hammaspõia *38* hambumisse lülitamisel hammasratta *1* sisehammastega, lülitub reduktori hammasratas *47* välja. Mõlemad lülituskahvlid on kinnitatud vaheliugurile *50*, mida saab reduktori lülitushoova jätku *49* liuguriga *48* nihutada. Liuguril *48* on laia väljalõikega käigukangi otsa mõõtmete järgi sobitatud tugi *18*, mis võimaldab pärast reduktori sisse- või väljalülitamist asetada käigukangi neutraalasendisse.

Esimesed viis edasikäiku (1—5) on *aeglustatud* ja saadakse reduktori sisselülitamisel. Seejuures kantakse pöörlemine vedavalt võllilt *10* (joon. 288) hammasratasploki *2* kaudu reduktori võllile *45*, sealt hammasrataste *44* ja *37* kaudu vahevõllile *4* ja edasi vajaliku käigu saamiseks hambumisse lülitatud hammasrataste paari kaudu veetavale võllile *24*. *Teised viis edasikäiku* (6—10) on *kiirendatud* ja saadakse väljalülitatud reduktori puhul, kui hammasratasploki *2* väike hammaspõid *38* on hambumises hammasratta *1* sisehammastega, hammasmuhv *46* aga on lahutatud reduktori hammasratta *47* hammasäärikust. Seejuures kantakse pöörlemine vedavalt võllilt üle alalises hambumises olevate hammasrataste *6* ja *2* kaudu vahevõllile *4* ning sealt edasi vajaliku käigu saamiseks hambumisse lülitatud hammasrataste paari kaudu veetavale võllile *24*. Järelikult on kõigil kiirendatud edasikäikudel hambumises kaks hammasrataste paari. Tagasikäigu saamiseks lülitatakse hammasratas *23* hambumisse vahehammasrattaga *41* (joon. 287), mis on alalises hambumises vahevõlli hammasrattaga *34*. Sisselülitatud tagasikäigu puhul kantakse pöörlemine vedavalt võllilt vahevõllile ja sealt vahehammasratta *41* kaudu veetavale võllile. Tagasikäike on kaks: reduktoriga ja reduktorita.

Käikude lülitusmehhanismil on käigukang *20*, kuliss *22* ja liugurid koos lülituskahvlitega. Liugurid hoitakse vajalikus asendis fiksaatoritega *15*. Kulissis *22* on väljalõiked, mis piiravad käigukangi liikumist ja väldivad kahe käigu üheaegse sisselülitamise. Käigukang on blokeeritud

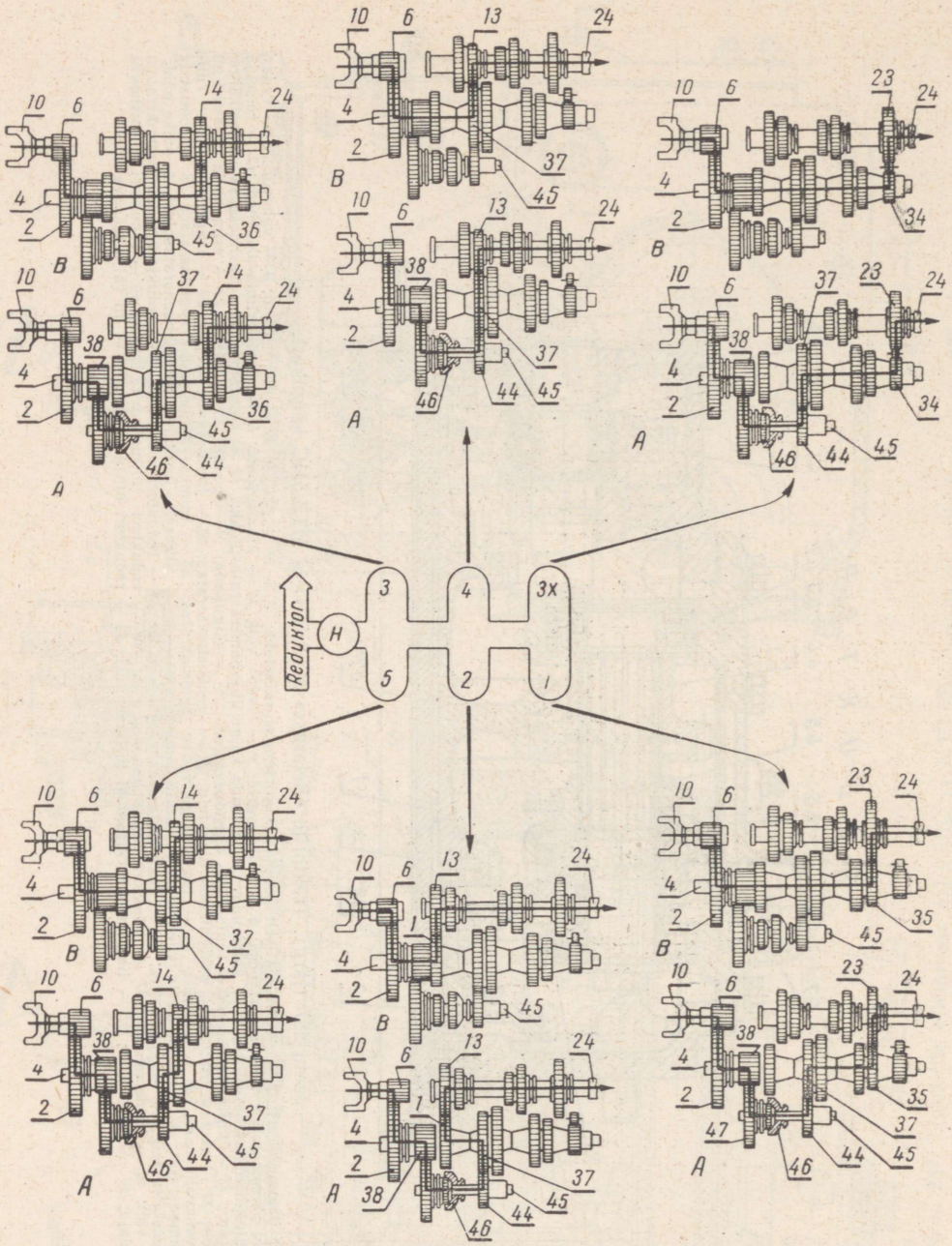


Joon. 287. Traktorite «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС käigukast (tähistused joon. 287 järg).



Joon. 287 (järg). Traktorite «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС käigukast:

1 — teise käigu hammasratas; *2* — veetav alaliselt hambuv liug-hammasratasplokk; *3, 5, 12, 25, 31* ja *42* — kuullaagrid; *4* — vahevõll; *6* — vedav alaliselt hambuv hammasratas; *7* — laagri pesa; *8* — rull-laagrid; *9* — vedav võll; *10* — kinnituspolt; *11* — reguleerimisvahelehed; *13* — teise ja neljanda käigu liug-hammasratasplokk; *14* — kolmanda ja viienda käigu liug-hammasratasplokk; *15* — fiksaator; *16* — esimese ja tagasikäigu lülituskahvli liugur; *17* — lülituskahvel; *18* — tugi; *19* — ühendusvarras; *20* — käigukang; *21* — pedaal; *22* — kuliss; *23* — esimese ja tagasikäigu liug-hammasratas; *24* — veetav võll; *26* — vahehammasratta telg; *27* — vahehammasratas; *28* — jõuülekande korpus; *29* — laagri pesa; *30* — rull-laager; *32* — vahevõlli puks; *33* — sisevõll; *34* — tagasikäigu vedav hammasratas; *35* — esimese käigu vedav hammasratas; *36* — kolmanda käigu vedav hammasratas; *37* — neljanda ja viienda käigu kaksikhammasratas; *38* — alaliselt hambuva liug-hammasratasploki *2* väike põid; *39* — vahehammasratta telg; *40* — kuullaager; *41* — tagasikäigu vahehammasratas; *43* — reduktori kronstein; *44* — reduktori vedav hammasratas; *45* — reduktori võll; *46* — hammasmuhv; *47* — reduktori veetav hammasratas; *48* — reduktori lülitushoova liugur; *49* — reduktori lülitushoova kaasavedaja; *50* — vaheliugur; *51* — liug-hammasratasploki lülituskahvel; *52* — reduktori lülituskahvel; *53* — õli väljalaskeava kork.



Joon. 288. Traktorite «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС käikude lülitamise skeem (*10* — vedav võll, ülejäänud tähistused samad mis joonisel 287):
A — reduktoriga (aeglasemad); *B* — reduktorita (kiiremad).

siduripedaaliga. Blokeerimismehhanism on ehitatud joonisel 284, *a*, *b* toodud skeemi järgi.

Käigukasti abil saab täiendavalt käitada ka põllutöömasinaid. Selleks on transmissiooni korpuse vasakpoolse külje sisse treitud telje *26* jaoks avad (joon. 287). Telje *26* kuullaagritel *25* on vahehammasratas *27* põllutöömasinate mehhanismide käitamiseks. Hammasratas *27* saab pöörlemise vedavalt võllilt *9* hammasratasploki *2* suure hammasratta kaudu.

§ 6. Traktori T-75 käigukast

Traktori T-75 käigukast on üheksaastmeline, mitmepaarilise ülekande ja reduktoriga. Tagasikäikusid on kolm. Käigukasti mehhanismid asetsevad mahavõetavas korpuses *25* (joon. 289), mis on tagumise seinaga kinnitatud tagasilla korpuse külge, eest toetub aga sfäärilise seibiga *24* traktori raami risttalale. Korpuses *25* paiknevad neli võlli koos hammasrataste ja laagritega: vedav võll *3*, vahevõll *6*, veetav võll *17* ja lisavõll *34*.

Õõnes vedav võll *3* pöörleb kuullaagritel *4* ja *11*. Vedavat võlli *3* läbib ülekandevõll, mis käitab jõuvõtuvõlli planetaarreduktorit. Vedava võlli nuutidel istuvad esimese, teise, neljanda, viienda, seitsmenda ja kaheksanda käigu hammasratasplokk *5* ning kolmanda, kuuenda ja üheksanda käigu hammasratas *9*.

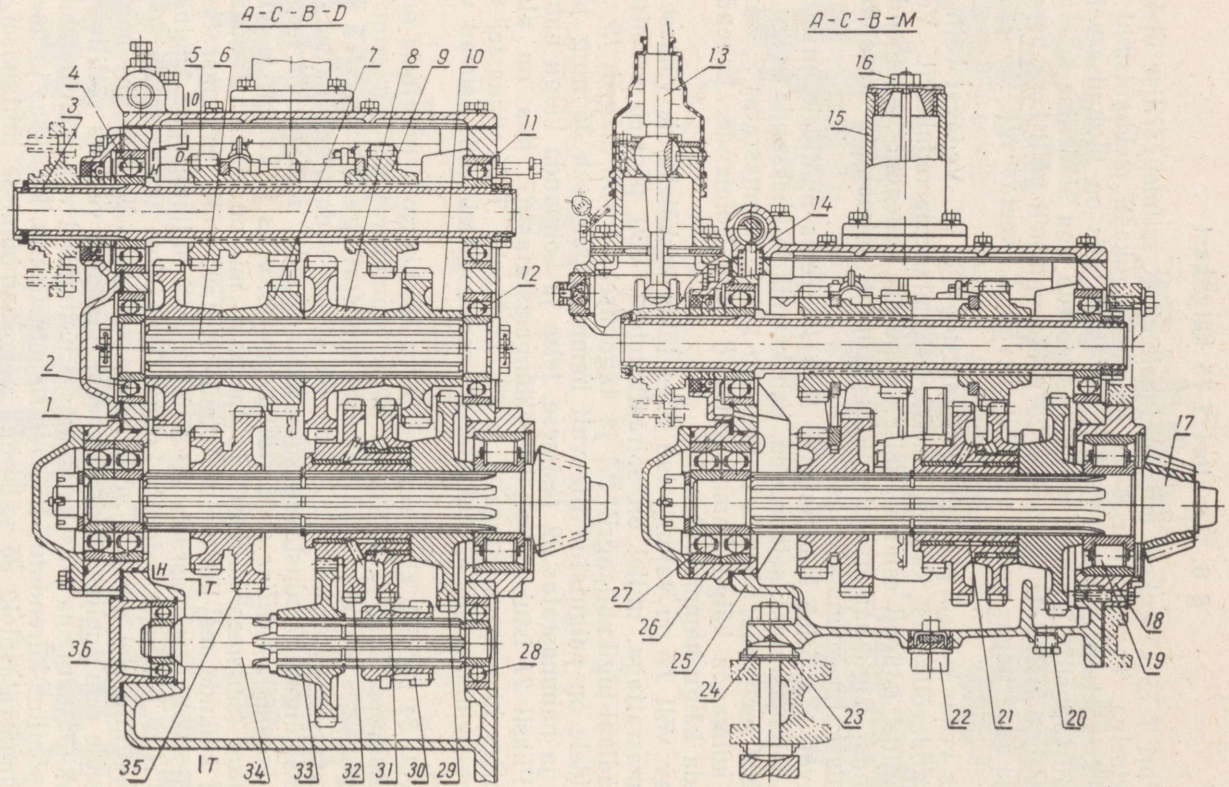
Vahevõll *6* pöörleb kuullaagritel *2* ja *12*. Tema nuutidele on kinnitatud neli hammasratast: seitsmenda, kaheksanda ja üheksanda käigu hammasratas *1*; neljanda, viienda ja kuuenda käigu hammasratas *7*; esimese, teise ja kolmanda käigu hammasratas *8* ning kolmanda, kuuenda ja üheksanda käigu hammasratas *10*.

Veetav võll *17* on valmistatud ühes tükis keskülekande väikese koonushammasrattaga, millel on spiraalhambad. Võll pöörleb eesmisel — kahel radiaal-tugikuullaagril *27* ja tagumisel — rull-laagril *19*. Võlli *17* nuutidele on paigutatud liikuvalt hammasratasplokk *35* ning jäigalt puks *21* ja hammasratas *29* (esimese, teise ja kolmanda käigu hammasratas). Puksil *21* istub vabalt kaksikhammasratas *32*, mis on alalises hambumises hammasratastega *8* ja *33*. Traktorite T-75 viimastel väljalasetel on hammasratas *32* paigutatud veerelaagritele, mis asuvad veetaval võllil.

Lisavõll *34* pöörleb kuullaagritel *28* ja *36*. Lisavõlli nuutidele on kinnitatud esimese, teise ja kolmanda käigu hammasratas *33*, mis on alalises hambumises veetava võlli kaksikhammasrattaga *32*. Lisavõlli nuutidel on veel esimese, teise ja kolmanda käigu vedav hammasratas *30*. Kõik edasikäigud moodustavad kolm käikude rida: *aeglustatud* (esimene, teine ja kolmas); *põhiline aeglustatud* (neljas, viies ja kuues) ja *põhiline kiirendatud* (seitsmes, kaheksas ja üheksas), mis on kiiremad töökäigud. Vastava käikude rea lülitamine toimub veetava võlli hammasratasploki *35* või lisavõlli hammasratta *30* hambumisse lülitamisega. Aeglustatud käikude rida (esimene, teine ja kolmas) saadakse hammasratta *30* hambumisse lülitamisel veetava võlli hammasrattaga *29*. Põhiline aeglustatud käikude rida (neljas, viies ja kuues) saadakse veetava võlli hammasratasploki *35* suurema põia hambumisse lülitamisel vahevõlli hammasrattaga *7*, põhiline kiirendatud käikude rida (seitsmes, kaheksas ja üheksas) aga hammasratasploki *35* väiksema põia hambumisse lülitamisel vahevõlli hammasrattaga *1*.

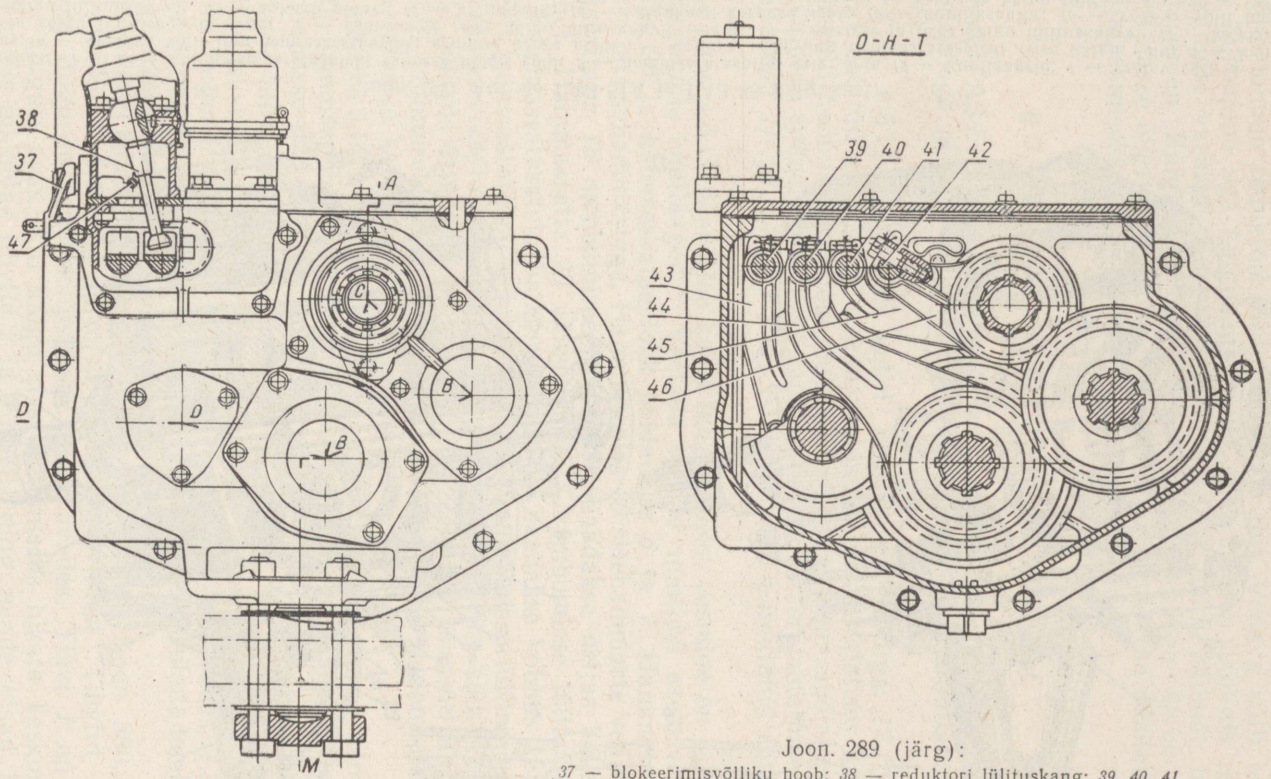
Kõik edasi- ja tagasikäigud lülitatakse sisse vedava võlli vastavate hammasrataste hambumisse lülitamise teel. Algul lülitatakse sisse vastav käikude rida ja seejärel — vajalik käik. Esimese, neljanda ja seitsmenda käigu sisselülitamiseks tuleb hammasratasploki *5* väiksem põid lülitada hambumisse hammasrattaga *8*. Teise, viienda ja kaheksanda käigu saamiseks lülitatakse hammasratasploki *5* suurem põid hambumisse hammasrattaga *1*. Kolmas, kuues ja üheksas käik lülitatakse sisse hammasratta *9* hammasrattaga *10* hambumisse lülitamise teel.

Aeglustatud käike (2,14; 2,68 ja 3,22 km/h) kasutatakse näiteks istutustöödel, kusjuures traktori veojõud ei tohi ületada 3000 kg. Selleks et selle rea kiirusi ei kasutataks ülekoormusrežiimidel, on nende käikude sisselülitamine blokeeritud piirdepoldiga *47*, mis on suletud plommitud korgiga.

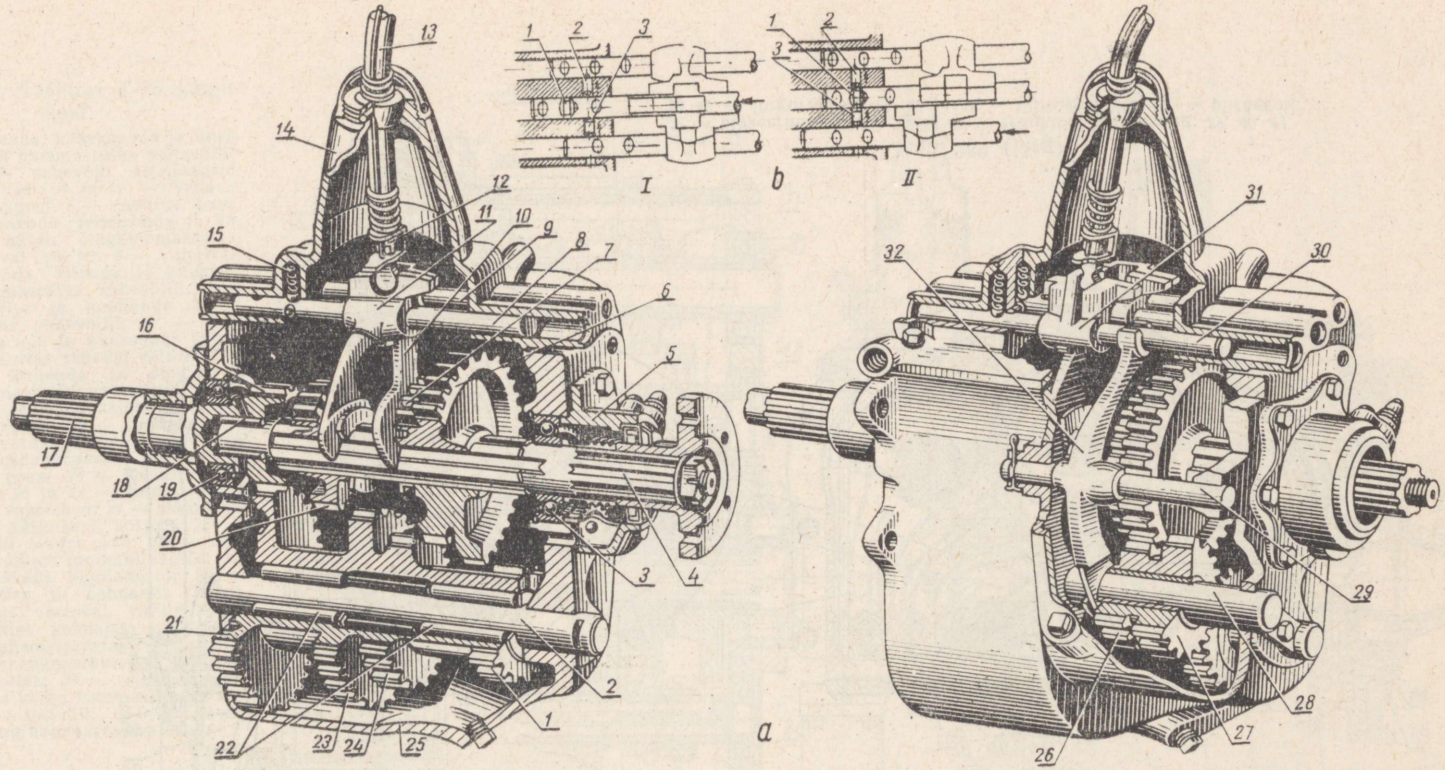


Joon. 289. Traktori T-75 käigukast:

1 — seitsmenda, kaheksanda ja üheksanda käigu hammasratas vahevõllil; *2* ja *12* — vahevõlli kuullaagrid; *3* — vedav võll; *4* ja *11* — vedava võlli kuullaagrid; *5* — esimese, teise, neljanda, viienda, seitsmenda ja kaheksanda käigu liughammasratasplokk vedaval võllil; *6* — vahevõll; *7* — neljanda, viienda ja kuuenda käigu hammasratas vahevõllil; *8* — esimese, teise ja kolmanda käigu hammasratas vahevõllil; *9* — kolmanda, kuuenda ja üheksanda käigu liughammasratas vedaval võllil; *10* — kolmanda, kuuenda ja üheksanda käigu hammasratas vahevõllil; *13* — käigukang; *14* — fiksaator; *15* — õli sissevalamissuue; *16* — suudme kork koos mõõtevardaga; *17* — veetav võll koos koonushammasrattaga; *18* — rull-laagri pesa; *19* — veetava võlli rull-laager; *20* ja *22* — korgid; *21* — puks; *23* — vahelehed; *24* — sfääriline seib; *25* — käigukasti korpus; *26* — veetava võlli laagri pesa; *27* — veetava võlli radiaal-tugikuullaagrid; *28* ja *36* — lisavõlli kuullaagrid; *29* — esimese, teise ja kolmanda käigu hammasratas veetaval võllil; *30* — esimese, teise kolmanda ja tagasikäigu liughammasratas lisavõllil; *31* — õlitushammasratas; *32* — kaksikhammasratas; *33* — esimese, teise ja kolmanda käigu hammasratas lisavõllil; *34* — lisavõll; *35* — veetava võlli liug-hammasratasplokk.



Joon. 289 (järg):
37 — blokeerimisvõlliku hoob; *38* — reduktori lülituskang; *39, 40, 41* ja *42* — liugurid; *43, 44, 45* ja *46* — lülituskahvlid; *47* — piirdepolt.



Joon. 290. Autode ГАЗ-51А ja ГАЗ-63 käigukast:

a — käigukast: *1* — vahevõlli hammasratasploki esimese käigu põid; *2* — hammasratasploki telg; *3* ja *19* — kuullaagrid; *4* — veetav võll; *5* — tagumine kaas; *6* — veetava võlli liug-hammasratasploki esimese käigu põid; *7* — veetava võlli liug-hammasratasploki teise käigu põid; *8* — kolmanda ja neljanda käigu lülituskahvli liugur; *9* — esimese ja teise käigu lülituskahvli liugur; *10* — esimese ja teise käigu lülituskahvel; *11* — kolmanda ja neljanda käigu lülituskahvel; *12* — lukusti plaat; *13* — käigukang; *14* — käigukasti korpuse kaas; *15* — kuulfiksaator; *16* — vedava võlli hammasratas; *17* — vedav võll, *18* ja *22* — rull-laagrid; *20* — veetava võlli liughammasratas kolmanda ja neljanda käigu lülitamiseks; *21* — vahevõlli hammasratasploki alaliselt hambuv põid; *23* — vahevõlli hammasratasploki kolmanda käigu põid; *24* — vahevõlli hammasratasploki teise käigu põid; *25* — käigukasti korpus; *26* ja *27* — tagasikäigu liug-hammasratasploki põiad; *28* — telg; *29* — tagasikäigu lülituskahvli telg; *30* — tagasikäigu lülituskahvli liugur; *31* — tagasikäigu lülituskahvli liuguri kronstein; *32* — tagasi käigu lülituskahvel; *b* — käikude lülitusmehhanismi luku töötamise skeem: *I* — keskmine tihvt; *2* ja *3* — äärmised tihvtid; *I* — lukustatud on äärmised liugurid; *II* — lukustatud on keskmine ja äärmine liugur.

Käikude lülitamiseks kasutatakse reduktori lülituskangi *38*, käigukangi *13* ning liugureid *39*, *40*, *41* ja *42* koos lülituskahvlitega *43*, *44*, *45* ja *46*. Käigukastil on kokku neli nihutatavat hammasratast ja hammasrataplokki *5*, *9*, *30* ja *35*. Veetava võlli ja lisavõlli hammasrataste lülitamine toimub reduktori lülituskangi *38* abil. Vedava võlli hammasrataste lülitamine aga käigukangiga *13*, mis asetseb kabiinis reduktori lülituskangist vasakul. Käigukastil on tavalist tüüpi käikude blokeerimismehhanism. Käigukasti õlivann on keskülekandega ühine. Käigukasti valatakse õli ava *15* kaudu, mille kork on varustatud mõõtevardaga. Õli väljalaskmiseks on kork *20* ja magnetkork *22*.

§ 7. Autode ГАЗ-51А ja ГАЗ-63 käigukast

Autode ГАЗ-51А ja ГАЗ-63 käigukast (joon. 290) on neljaastmeline, otseülekandega. Käigukast paikneb siduri karteri külge kinnitatud eraldi korpuses.

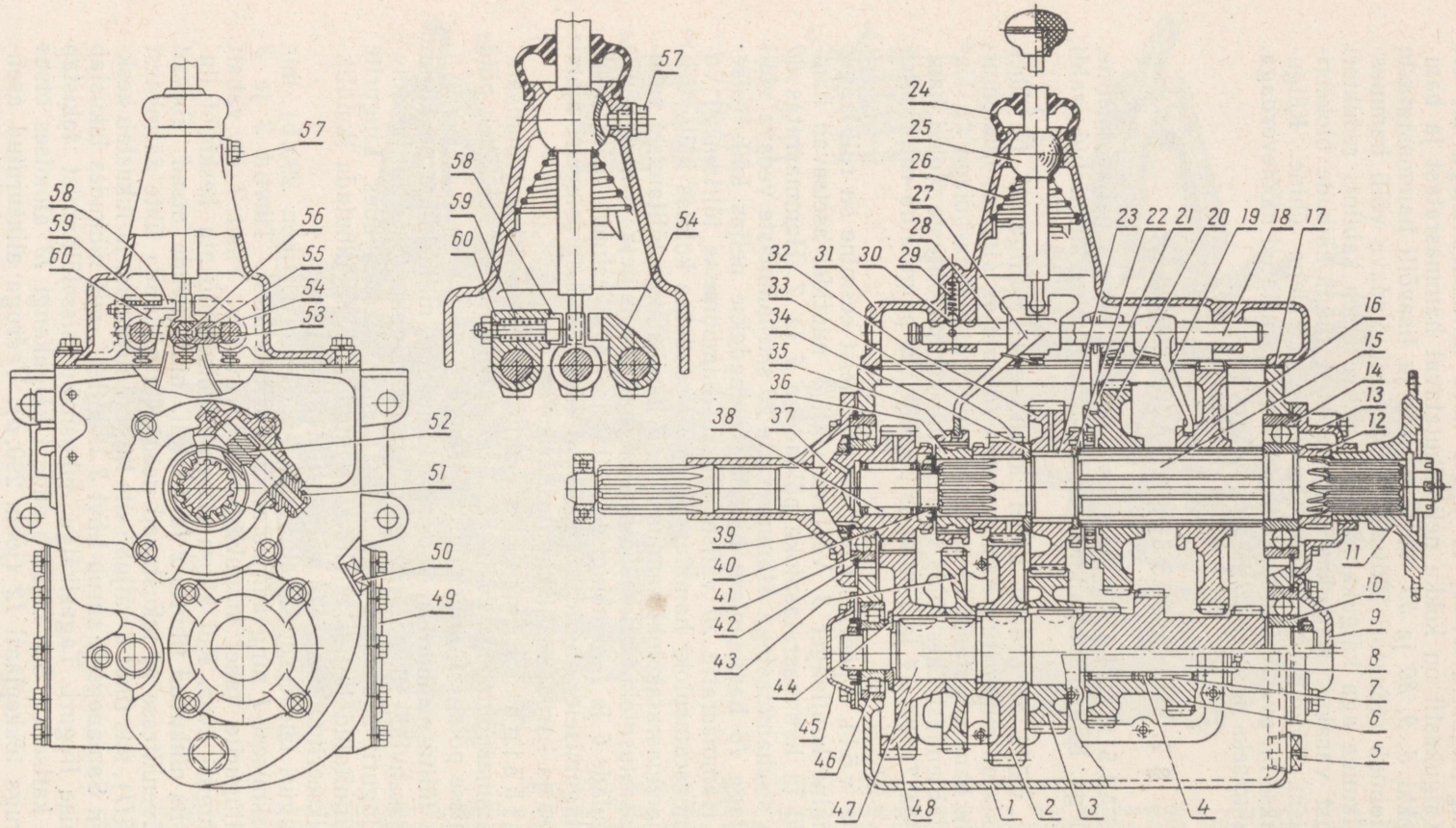
Vedav võll *17* pöörleb kahel kuullaagril. Võlliga *17* on ühes tükis valmistatud silindriline hammasratas *16*, mis on alalises hambumises vahevõlli hammasrataploki alaliselt hambuva hammaspöiaga *21*. Vahevõll kujutab endast ühes tükis valmistatud hammasrataste plokki hammaspöidadega *21*, *23*, *24* ja *1* ning istub teljele *2* paigutatud rull-laagritel *22*.

Veetav võll *4* pöörleb kahel laagril, neist eesmine on rull-laager *18* ja tagumine kuullaager *3*. Veetava võlli *4* nuutidel asetsevad hammasratas *20* ja hammasrataplokk pöidadega *6* ja *7*. Hammasratas *20* on välis- ja sisehammastega. Hammasratta *20* sisehammaste vedava võlli hammasrattaga *16* hambumisse lülitamisel saadakse neljas käik (otseülekanne). Hammasratta *20* välishammaste hambumisse lülitamisel vahevõlli hammasrataploki hammaspöiaga *23* saadakse kolmas käik. Veetava võlli hammasrataploki hammaspöia *7* hambumisse lülitamisel vahevõlli hammasrataploki hammaspöiaga *24* saadakse teine käik ning nende plokkide pöidade *6* ja *1* hambumisse lülitamisel aga esimene käik. Veetava võlli tagumisele, nuutidega osale on kinnitatud spidomeetri ajami hammasratas ja kardaanvõlli kinnitusäärik.

Tagasikäigu saamiseks on teljele *28* asetatud hammasrataplokk hammaspöidadega *26* ja *27*. Tagasikäigu lülitamisel läheb pöid *26* hambumisse pöiaga *6* ning pöid *27* pöiaga *1*.

Käikude lülitusmehhanism koosneb liuguritest, mille külge on kinnitatud lülituskahvlid, fiksaatoritest, lukust ja käigukangist. Lülituskahvlite kolm liugurit asetsevad käigukasti korpuse kaaneavades. Liugurite külge on kinnitatud lülituskahvlid. Iga liugurit saab nihutada kuulfiksaatoriga fikseeritud sisse- või väljalülitatud asendisse.

Kahe liuguri üheaegset sisselülitamist väldib lukk (joon. 290, *b*), mis koosneb keskmisest *1* ning äärmistest *2* ja *3* tihvtidest. Tihvtid *2* ja *3* asetsevad liugurite vahel käigukasti kaane avades. Tihvt *1* on vabalt keskmise liuguri avas. Kui käigu sisselülitamiseks lükata keskmist liugurit (*I*), siis nihkuvad tihvtid *2* ja *3* laiali, ning nende otsad lähevad liugurite süvenditesse ja lukustavad need. Kui nihutada ühte äärmistest liuguritest (*II*), siis tihvt *3* väljub selle liuguri süvendist ja lukustab keskmise liuguri. Samaaegselt surub tihvt *3* tihvtile *1*, mis nihkudes lukustab teise, äärmise liuguri. Tagasikäigu juhuslikku sisselülitamist takistab spetsiaalne kaitseriiv. See kujutab endast käigukangi *13* alumises otsas olevat vedruga tõkkeplaati *12* (joon. 290, *a*). Vedruga allasurutud asendis takistab tõkkeplaat *12* käigukangi *13* otsal minna tagasikäigu lülituskahvli liuguri kronsteini *31* väljalõikesse. Kaitseriivi tõkkeplaat on



Joon. 291. Autode ЗИЛ-164 ja ЗИЛ-157 käigukast:

1 — käigukasti korpus; *2* ja *33* — viienda käigu hammasrattad; *3* ja *32* — kolmanda käigu hammasrattad; *4* — rõngas; *5* — õli väljalaskeava kork; *6* — tagasikäigu hammasrataslokk; *7, 23, 38* ja *46* — rull-laagrid; *8* — tagasikäigu hammasratasploki telg; *9, 13, 45 ja 49* — kaaned; *10, 14* ja *41* — kuullaagrid; *11* — kardaanvõlli kinnitusäärik; *12* — spidomeetri ajami hammasratas; *15* — veetav võll; *16* — esimese ja tagasikäigu hammasratas; *17* — vahetihend; *18, 28* ja *53* — liugurid; *19* — esimese ja tagasikäigu lülituskahvel; *20* — teise käigu hammasratas; *21* — teise ja kolmanda käigu lülituskahvel; *22, 34* ja *44* — seibid; *24* — kaitsekate; *25* — käigukang; *26* — vedru; *27* — neljanda ja viienda käigu lülituskahvel; *29* — fiksaatori vedru; *30* — kuulfiksaator; *31* — käigukasti korpuse kaas; *35* — neljanda ja viienda käigu lülitamise liugmuhv; *36* — liugmuhvi rumm; *37* — vedav võll; *39* ja *40* — mutrid; *42* — lukustusrõngas; *43* — jõuvõtuvõlli hammasratas; *47* — vahevõll; *48* — alaliselt hambuv hammasratas; *50* — õli sissevalamisava kork; *51* — stutser; *52* — spidomeetri ajami veetav hammasratas; *54* — liuguri kronstein; *55* — luku kuul; *56* — luku tihvt; *57* — käigukangi fikseerimispolt; *58* — tagasikäigu sisselülitamise tõkesti; *59* — [illegible]

ühendatud käigukangi ülemises osas asuva lingiga. Tagasikäigu lülitamise eel tõmmatakse link koos plaadiga *12* ülespoole ja seejärel lülitatakse sisse käik.

§ 8. Auto ЗИЛ-164 käigukast

Auto ЗИЛ-164 käigukast (joon. 291) on viieastmeline, otseülekande ja kiirendava käiguga. Kolmanda ja viienda käigu (kiirendava käigu) hammasrattad on alalises hambumises ja lülitatakse sisse liugmuhvi *35* abil.

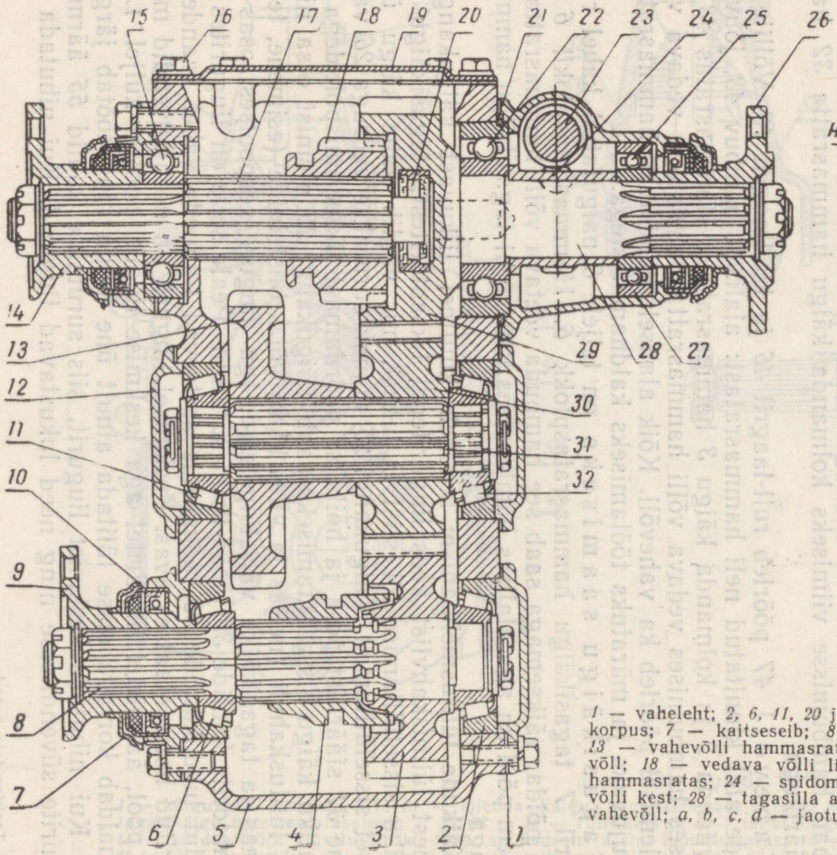
Vedav võll *37* pöörleb kahel kuullaagril. Võlli eespoolses osas olevatele nuutidele on paigutatud siduri veetavate ketaste rummud. Võlliga on ühes tükis valmistatud alaliselt hambuv hammasratas ja otseülekande hammaspõid. Võlli tagumises otsas on pesa, kus asub silindriline rull-laager *38*.

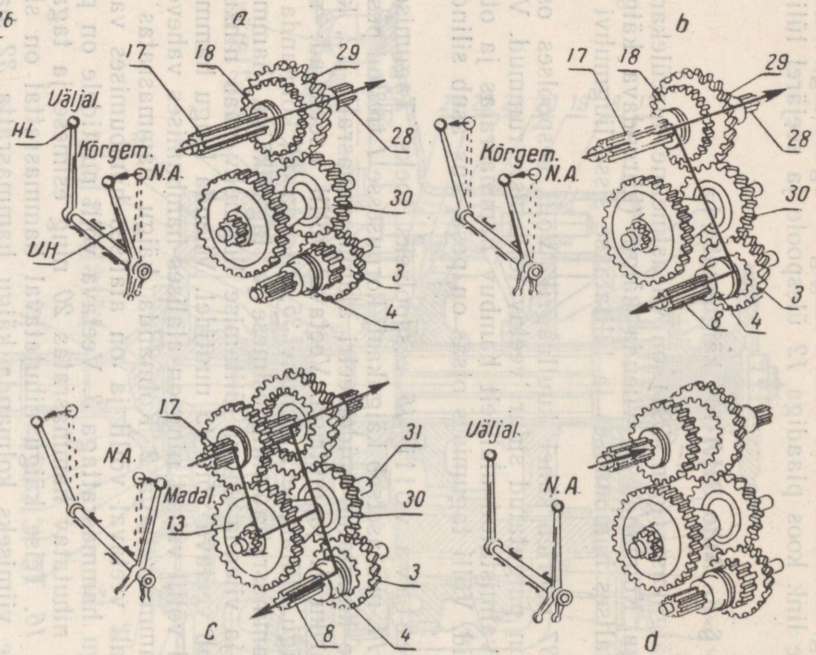
See laager on veetava võlli *15* eespoolseks toeks. Tagumiseks toeks on kuullaager *14*, mis asetseb käigukasti korpusesse *1* treitud pesas. Laager *14* on võllile kinnitatud spidomeetri ajamihammasratta *12*, kardaanvõlli kinnitusääriku *11* ja mutriga. Veetaval võllil asetsevad: neljanda ja viienda käigu lülitamise liugmuhv *35*, viienda *33*, kolmanda *32* ja teise käigu *20* hammasrattad ning esimese ja tagasikäigu hammasratas *16*. Neljanda ja viienda käigu lülitamise liugmuhv saab nihkuda rummul *36*, mis istub veetava võlli *15* nuutidel. Viienda käigu hammasratas *33* on veetaval võllil vabalt ning on alalises hambumises vahevõlli *47* viienda käigu hammasrattaga *2*. Kolmanda käigu hammasratas *32* asetseb samuti vabalt veetaval võllil ja on alalises hambumises vahevõlli kolmanda käigu hammasrattaga *3*. Veetava võlli nuutidele on paigutatud teise käigu nihutatav hammasratas *20* ning esimese ja tagasikäigu hammasratas *16*. Teise käigu nihutataval hammasrattal on sisehambad hambumisse viimiseks kolmanda käigu hammasratta *32* hammasäärikuga.

Vahevõll *47* pöörleb rull-laagril *46* ja kuullaagril *10*. Võllile on kiilude abil kinnitatud neli hammasratast: alaliselt hambuv *48*, jõuvõtu *43*, viienda *2* ja kolmanda käigu *3* hammasrattad. Hammasratas *48* on alalises hambumises vedava võlli hammasrattaga, mistõttu vedava võlli pöörlemisel pöörleb ka vahevõll. Kõik alaliselt hambuvad hammasrattad on sujuvaks ja müratuks töötamiseks kaldhammastega.

Tagasikäigu saamiseks on teljele *8* paigutatud kahel rull-laagril *7* tagasikäigu hammasrataplokk *6*. Hammasrataplokil *6* on kaks põida; väiksemaga saab see hambuda veetava võlli hammasrattaga, suurem põid on aga alalises hambumises vahevõllil tagasikäigu hammasrattaga.

Käikude lülitusmehhanism koosneb kuultoel liikuvast käigukangist, kolmest lülituskahvlist koos liuguritega, fiksaatoritest, tagasikäigu juhusliku sisselülitamise tõkestist ja lukust, mis väldib kahe käigu üheaegset sisselülitamist. Käigukangi *25* munak surutakse vedruga *26* vastu kaane *31* sfäärilist pesa ja hoitakse pöördumast fikseerimispoltidega *57*. Vajaliku käigu sisselülitamiseks saab käigukangi *25* alumist otsa nihutada lülituskahvli (neljas ja viies käik) või kronsteinide (esimene, teine, kolmas ja tagasikäik) väljalõigetesse. Iga liuguri eespoolses osas on fiksaatorite kuulide *30* jaoks kolm süvendit. Peale selle on liugurites süvendid luku kuulide *55* jaoks, mis asetsevad liugurite vahel kaande *31* puuritud horisontaalses avas. Keskmisel liuguril on need süvendid mõlemal pool, äärmistel liuguritel aga keskmise liuguri poolsel küljel. Lukk võimaldab korraga sisse lülitada ainult ühe käigu ning töötab järgmiselt. Kui nihutada keskmist liugurit, siis surutakse kuulid *55* äärmiste liugurite süvenditesse ning need lukustavad liugurid. Kui nihutada üht





Joon. 292. Auto ГАЗ-63 jaotuskast:

1 — vaheleht; *2, 6, 11, 20* ja *32* — rull-laagrid; *3* — esisilla ajami hammasratas; *4* — hammasmuhv; *5* — jaotuskasti korpus; *7* — kaitseseib; *8* — esisilla ajami võll; *9* — kardaanvõlli kinnitusäärik; *10* — tihend; *12* — laagri kaas; *13* — vahevõlli hammasratas; *14* — kardaanvõlli kinnitusäärik; *15, 22* ja *25* — kuullaagrid; *16* — polt; *17* — vedav võll; *18* — vedava võlli liughammasratas; *19* — korpuse kaas; *21* — lukustusrõngas; *23* — spidomeetri ajami veetav hammasratas; *24* — spidomeetri ajami vedav hammasratas; *26* — kardaanvõlli kinnitusäärik; *27* — tagasilla ajami võlli kest; *28* — tagasilla ajami võll; *29* — tagasilla ajami võlli hammasratas; *30* — vahevõlli hammasratas; *31* — vahevõll; *a, b, c, d* — jaotuskasti töötamise skeem; *N. A.* — lülitushoova neutraalasend; *HL* — hammasmuhvi lülitushoob; *VH* — vedava võlli liughammasratta lülitushoob.

äärmistest liuguritest, siis lukustavad kuulid keskmise liuguri ning surudes tihvti *56* kaudu teisele kuulide paarile, lukustatakse teine äärmine liugur.

§ 9. Jaotuskastid

Jaotuskastid asetatakse suurendatud läbivusega autodele ja traktoritele ning on ette nähtud pöördemomendi ülekandmiseks vedavatele telgedele.

Samaaegselt täidab jaotuskast ka täiendava käigukasti ülesandeid, suurendades vedavatele telgedele ülekantavat pöördemomenti. Jaotuskastid on asetatud autodele ГАЗ-63, ГАЗ-69, ЗИЛ-157 ja traktoritele МТЗ-7ЛС ja МТЗ-7МС.

Auto ГАЗ-63 jaotuskastil (joon. 292) on neli võlli: vedav võll *17*, vahevõll *31*, tagasilla ajamivõll *28* ja esisilla ajamivõll *8*.

Vedav võll asetseb laagritel *15* ja *20* ning on kardaanvõlli kaudu ühendatud käigukasti veetava võlliga. Vedava võlli rull-laager on võlli *28* eespoolses otsas olevas pesas. Võlli nuutidel asetseb nihutatav hammasratas *18*.

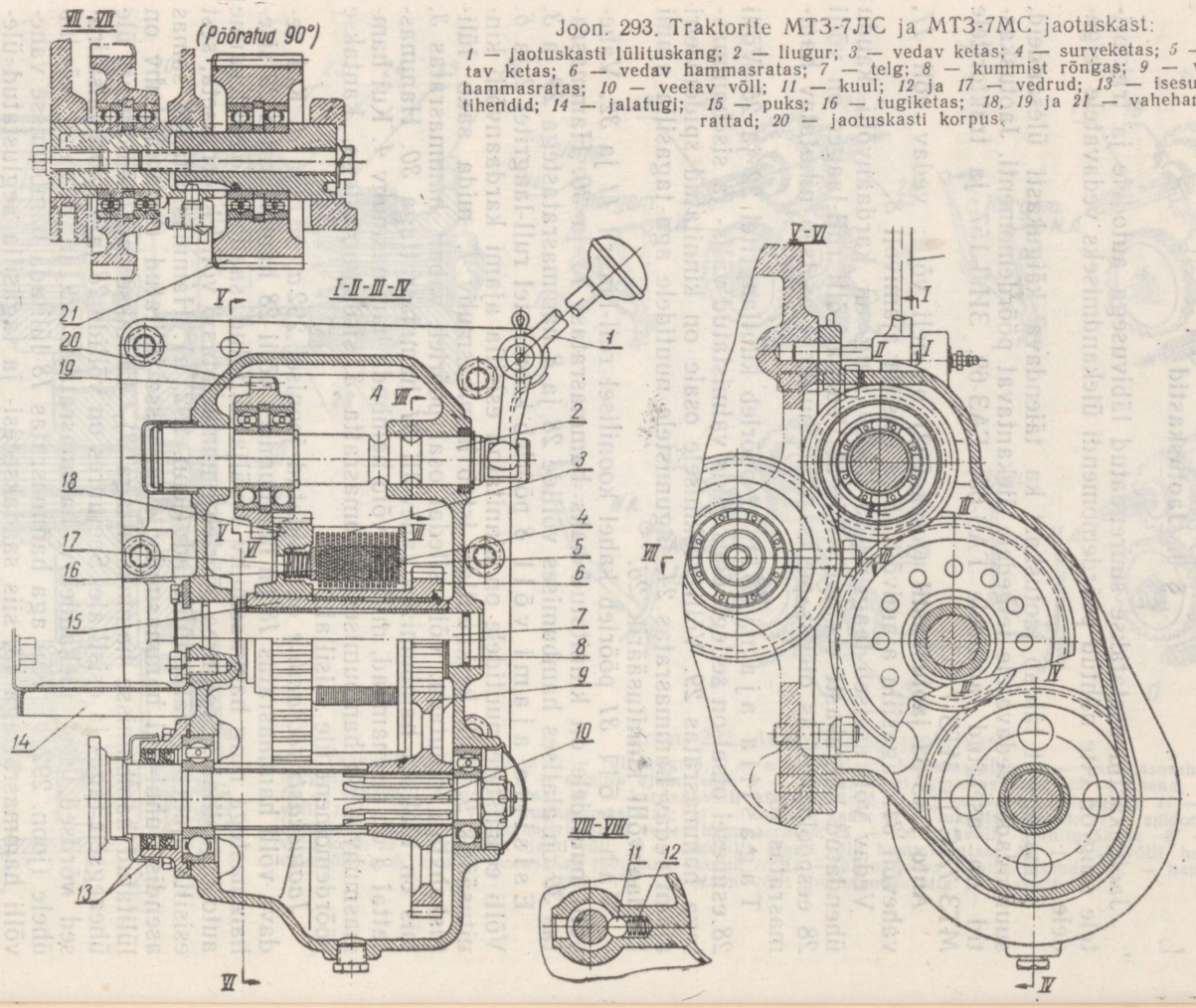
Tagasilla ajamivõll *28* pöörleb kuullaagritel *22* ja *25*. Võlli *28* esimesel otsal on sellega ühes tükis valmistatud välis- ja sisehammastega hammasratas *29*. Võlli keskmisele osale on kinnitatud spidomeetri ajami vedav hammasratas *24*, tagumistele nuutidele aga tagasilla ajami kardaanvõlli kinnitusäärik *26*.

Vahevõll *31* pöörleb kahel koonilisel rull-laagril *11* ja *32*. Vahevõlli nuutidele on kinnitatud kaks hammasratast *13* ja *30*. Hammasratas *30* on alalises hambumises võllide *28* ja *8* hammasratastega *29* ja *3*.

Esisilla ajami võll *8* pöörleb koonilistel rull-laagritel *2* ja *6*. Võlli eesmistele nuutidele on kinnitatud esisilla ajami kardaanvõlli kinnitusäärik *9*. Võlli kesknuutidel istub hammasmuhv *4*, mida saab lülituskahvliga nihutada. Võlli siledal osal pöörleb vabalt hammasratas *3*, mis on alalises hambumises vahevõlli *31* hammasrattaga *30*. Hammasrattal *3* on sisehambad, millega võib hambuda hammasmuhv *4*. Kui hammasmuhv *4* on hambumises hammasratta *3* sisehammastega, kantakse pöördemoment üle esisillale.

Jaotuskasti töötamine on näidatud joonisel 292 *a*, *b*, *c* ja *d*. Kui vedava võlli hammasratas *18* on hambumises võlli *28* hammasratta *29* sisehammastega ning hammasmuhv *4* välja lülitatud, saadakse otseülekanne auto tagasillale. Seejuures pöörleb hammasratas *3* võllil koormuseta, sest esisilla ajam on välja lülitatud (joon. 292, *a*). Hammasratta *18* samas asendis, juhul kui hammasmuhv *4* on sisse lülitatud (hammasmuhv on lülitatud hambumisse hammasrattaga *3*), kantakse pöördemoment üle üheaegselt taga- ja esisillale. Seejuures on võllide *28* ja *8* pöörlemiskiirused võrdsed, sest ülekandearv hammasrataste *29* ja *3* vahel võrdub ühele (joon. 292, *b*). Kui aga hammasratas *18* lülitada hambumisse vahevõlli hammasrattaga *13*, siis saadakse esi- ja tagasilla aeglustatud ülekanne (joon. 292, *c*). Hammasratta *18* hambumisest lahutamisel on esi- ja tagasild välja lülitatud (joon. 292, *d*). Jaotuskasti juhitakse kahe lülituskangi abil, millest üks on sidestatud nihutatava hammasrattaga ja teine — hammasmuhviga *4*. Hammasratast ja hammasmuhvi nihutatakse liugurite külge kinnitatud lülituskahvlite abil ning hoitakse sisse- ja väljalülitatud asendites kuulfiksaatoritega.

Käikude lülitusmehhanism kujutab endast kahest tihvtist ja vedrust koosnevat blokeerivat lukku. Blokeeriv lukk on ette nähtud selleks, et vältida jaotuskasti aeglustatud käigu sisselülitamist väljalülitatud esisilla puhul või viimase väljalülitamist, kui aeglustatud käik on



Joon. 293. Traktorite MTЗ-7ЛС ja MTЗ-7МС jaotuskast:

1 — jaotuskasti lülituskang; *2* — liugur; *3* — vedav ketas; *4* — surveketas; *5* — veetav ketas; *6* — vedav hammasratas; *7* — telg; *8* — kummist rõngas; *9* — veetav hammasratas; *10* — veetav võll; *11* — kuul; *12* ja *17* — vedrud; *13* — isesuruvad tihendid; *14* — jalatugi; *15* — puks; *16* — tugiketas; *18*, *19* ja *21* — vahehammasrattad; *20* — jaotuskasti korpus.

sisse lülitatud. Säärane blokeering on vajalik auto tagasilla ülekoormamise vältimiseks jaotuskasti aeglustatud käigul.

Traktorite «Belaruss» MT3-7ЛС ja MT3-7МС jaotuskast (joon. 293) kannab käigukasti veetavalt võllilt kardaanülekande kaudu pöördemomendi üle traktori vedavale esisillale ning tagab esi- ja tagarataste pöörlemise sünkroonsuse. Jaotuskast kujutab endast silindriliste hammasratastega reduktorit, kus asub ka mitmekettaline friktsioonsidur, mis kaitseb esisilla detaile ülekoormuse eest. Kõik jaotuskasti detailid asetsevad malmist korpuses *20*, mis on kinnitatud transmissiooni korpuse vasakpoolsele küljele (traktori liikumise suunas vaadates).

Korpuse ülemises osas oleva liuguri *2* laagritel istub väike vahehammasratas *19*. Korpuse keskosas asuval teljel *7* on vabalt puks *15* koos vahehammasrattaga *18* ja vedava hammasrattaga *6*. Hammasratas *18* pannakse pöörlema käigukasti veetava võlli teise ja neljanda käigu hammasratasplokilt vahehammasrataste *19* ja *21* kaudu. Vahehammasratas *21* paikneb transmissiooni korpusesse kinnitatud teljel olevatel laagritel. Hammasratas *18* on pressitud puksile *15*, mille telg *7* on kinnitatud korpusesse *20*. Puksi *15* teisel otsal istub pronkspuksidel vabalt vedav hammasratas *6*. Hammasrattad *18* ja *6* on ühendatud friktsioonsiduri abil. Ülekoormuse puhul hakkab sidur libisema ja hammasratas *6* pöördub puksi *15* suhtes. Friktsioonsidur on alaliselt sisselülitatud tüüpi. Siduri vedavad kettad *3* on ühendatud vahehammasratta *18* trumliga, veetavad kettad *5* asetsevad hammasratta *16* rummu nuutidel. Siduri ketastele suruvad tugiketta *16* abil kaksteist vedru *17*. Hammasratas *6* on hambumises veetava hammasrattaga *9*, mis on kinnitatud võlli *10* nuutidele. Veetava võlliga *10* on ühes tükis valmistatud äärik, mille külge kinnitatakse kardaanvõlli äärik. Võlli *10* ja selle väljumisava vahel on kaks isesuruvat tihendit *13*.

Jaotuskast lülitatakse sisse või välja kangiga *1* traktori liikumisel mistahes käigul sidurit välja lülitamata. Jaotuskasti sisselülitamisel nihutab lülituskang liugurit *2* koos vahehammasrattaga *19*. Liugur *2* fikseeritakse sisse- või väljalülitatud asendisse kuulist *11* ja vedrust *12* koosneva fiksaatoriga.

§ 10. Käigukastide hooldamine

Käigukasti põhilised detailid — hammasrattad, laagrid ja võllid — on arvestatud kestvale töötamisele. Käigukastides kasutatakse suviseid ja talviseid transmissiooniõlisid. Õli vahetamisel tuleb käigukasti korpus hoolikalt pesta kütusega. Samuti tuleb eemaldada metalliosakesed väljalaskekorkide magnetite küljest. Suurte metalliosakeste leidumine magnetil näitab, et käigukasti detailidel on vigastusi. Sel juhul tuleb vigastatud detail välja selgitada ja vahetada.

Õli tasapinda kontrollitakse kontrollavade kaudu, mis suletakse korkidega. Õli läbiimmitsemine tihendite vahelt tuleb õigeaegselt avastada ja likvideerida. Võlli tihendi vahetamisel tuleb tagada tihendi normaalne ist võllil ning asend korpuse suhtes.

Käigukasti ebanormaalse töötamise tunnusteks on müra, löögid ning laagrite, kaante ja korpuse liigne kuumenemine. Müra ja löögid võivad tekkida laagrite ja hammasrataste vigastuste ja kulumise, hammaste murdumise, kasutatud õli väikese viskoossuse või vähese õli tagajärjel.

Veetav võll (traktoritel) on valmistatud harilikult ühes tükis koonushammasrattaga, mis kannab üle pöördemomenti keskülekandevõllile. Et keskülekande koonushammasrataste paari hambumine oleks normaalne, on veetava võlli (koos hammasrattaga) asend reguleeritav vahelehtede abil. Äravõetava korpusega käigukastidel määratakse veetava võlli asend koonushammasratta kaugusega käigukasti ühenduspinnast. Enne

käigukasti paigaldamist tagasilla korpuse külge tuleb see vahekaugus reguleerida.

Traktorite käigukastidel reguleeritakse blokeerimismehhanismi. Seda tehakse siis, kui töötamise ajal esineb käikude iseenesest sisse- või väljalülitumist. Käigud võivad iseenesest välja lülituda fiksaatorite kulumise, nende vedrude murdumise, lülituskahvlite ja liugurite vigastuste ning hammasrataste hammaste kulumise tagajärjel. Käigukasti normaalse tööea tagamiseks on oluline käike õigesti lülitada. Käike võib ümber lülitada ainult pärast traktori peatumist täielikult väljalülitatud siduri puhul ja mootori vähendatud pööretel. Järsk siduri sisselülitamine või käikude vahetamine, siis kui sidur on mittetäielikult välja lülitatud, põhjustab siduri ja käigukasti detailide enneaegset kulumist.

XXXIII peatükk

AUTODE KARDAANÜLEKANDED

§ 1. Kardaanülekannete tüübid

Auto kardaanülekanne on ette nähtud pöördemomendi ülekandmiseks üksteise suhtes erinevate nurkade all asetsevate transmissiooni agregaatide vahel.

Kardaanülekande põhilisteks töötavateks elementideks on kardaanliigendid ja kardaanvõll. Auto liikumisel selle vedrustatud osa — tagasild *5* (joon. 294, *a*) — saab vertikaalsuunas ümber paikneda elastsete lehtvedrude tõttu. Nurga α muutumisel muutub ka tagumise kardaanliigendi asend vertikaalsuunas h ja vastavalt kardaanliigendite vahekaugus L.

Kardaanvõlli kaldenurga muutumist võimaldavad kardaanliigendid, nende vahekauguse muutumist aga kompenseeritakse kardaanliigendi kahvlite ja kardaanvõlli nuutliitega vabalt ühendamise teel.

Kui vedava ja veetava võlli vahel asub üks kardaanliigend (joon. 294, *b*), siis nimetatakse säärast ülekannet ühe liigendiga kardaanülekandeks.

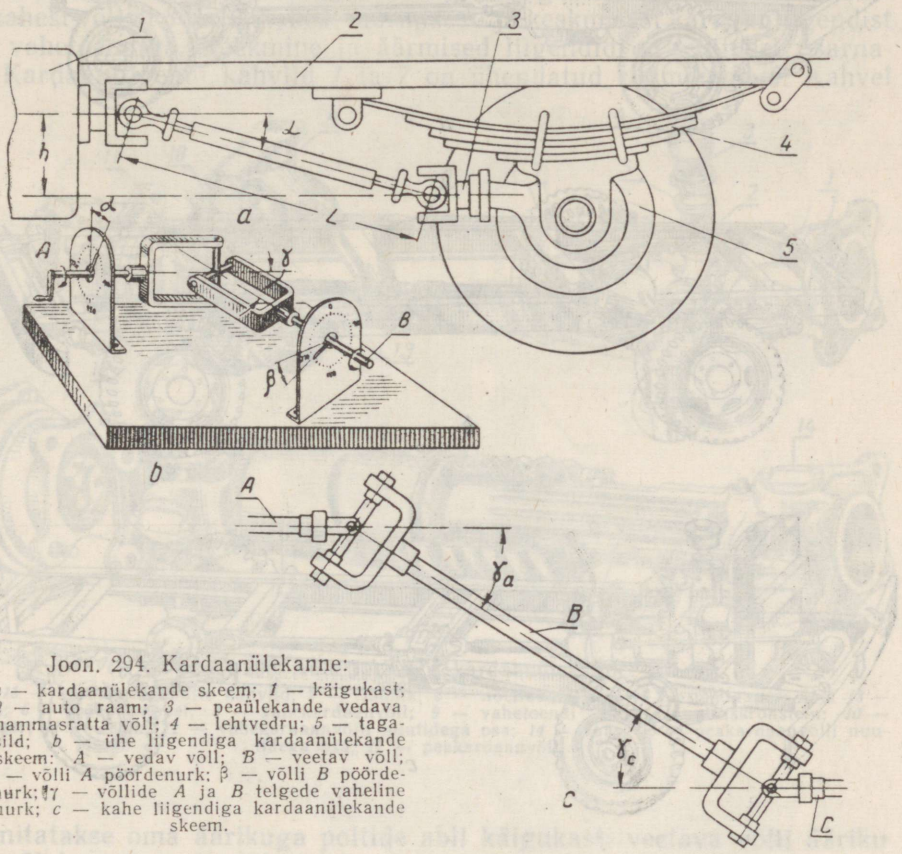
Kui, kasutades joonisel 294, *b* näidatud mudelit, ehitada graafik $\alpha - \beta = f(\gamma)$ erinevatele kardaanvõllide A ja B vahelistele nurkadele, siis võib teha järelduse, et nurga γ suurenemisel pöörlemise ebaühtlus $(\alpha - \beta)$ ühe liigendiga kardaanülekandel suureneb. Selle tõttu on ühe liigendiga kardaanülekanne kasutatav juhul, kui nurk on väga väike.

Et erinevate nurkade all pöördemomendi ülekandmisel vähendada võllide pöörlemise ebaühtlust, kasutatakse autodel kahe liigendiga kardaanülekandeid. Sellised ülekanded koosnevad kardaanvõllist B (joon. 294, *c*) ja kahest kardanliigendist, mis on ühendatud vedava ning veetava võlliga A ja C.

Kahe liigendiga kardaanülekanded on küllaldaselt ühtlase pöörlemisega tingimusel, et võllide A ja C ning kardaanvõlli B vahelised nurgad oleks võrdsed (s. t. kui $\gamma_a = \gamma_c$) ja kardaanvõlli kahvlid asetseksid ühes tasapinnas. Ühegi loetletud tingimustest täitmata jätmine põhjustab veetava võlli C ebaühtlase pöörlemise. Seepärast peab kardaanvõlli konstruktsioon tagama kokkupanekul kardaanliigendite kahvlite õige vastastikuse asendi. Kardaanvõlli ebaühtlane pöörlemine avaldab kahjulikku mõju auto töötamisele, kutsudes esile võllis täiendavad väändepinged ja suurendades peaülekande detailidele mõjuvaid koormusi.

Ühe veosillaga autodel kasutatakse kaht tüüpi kardaanülekandeid: 1) ühe kardaanvõlli (joon. 295, *a*) ja kahe kardaanliigendiga (ЗИЛ-150),

2) kahe kardaanvõlliga (joon. 295, *b*) — mis koosnevad raamile toetuva vahetoendiga vahevõllist ja põhilisest kardaanvõllist. Need võllid on ühendatud kolme kardaanliigendiga (ЗИЛ-164, ГАЗ-51А, МАЗ-200 jt.).



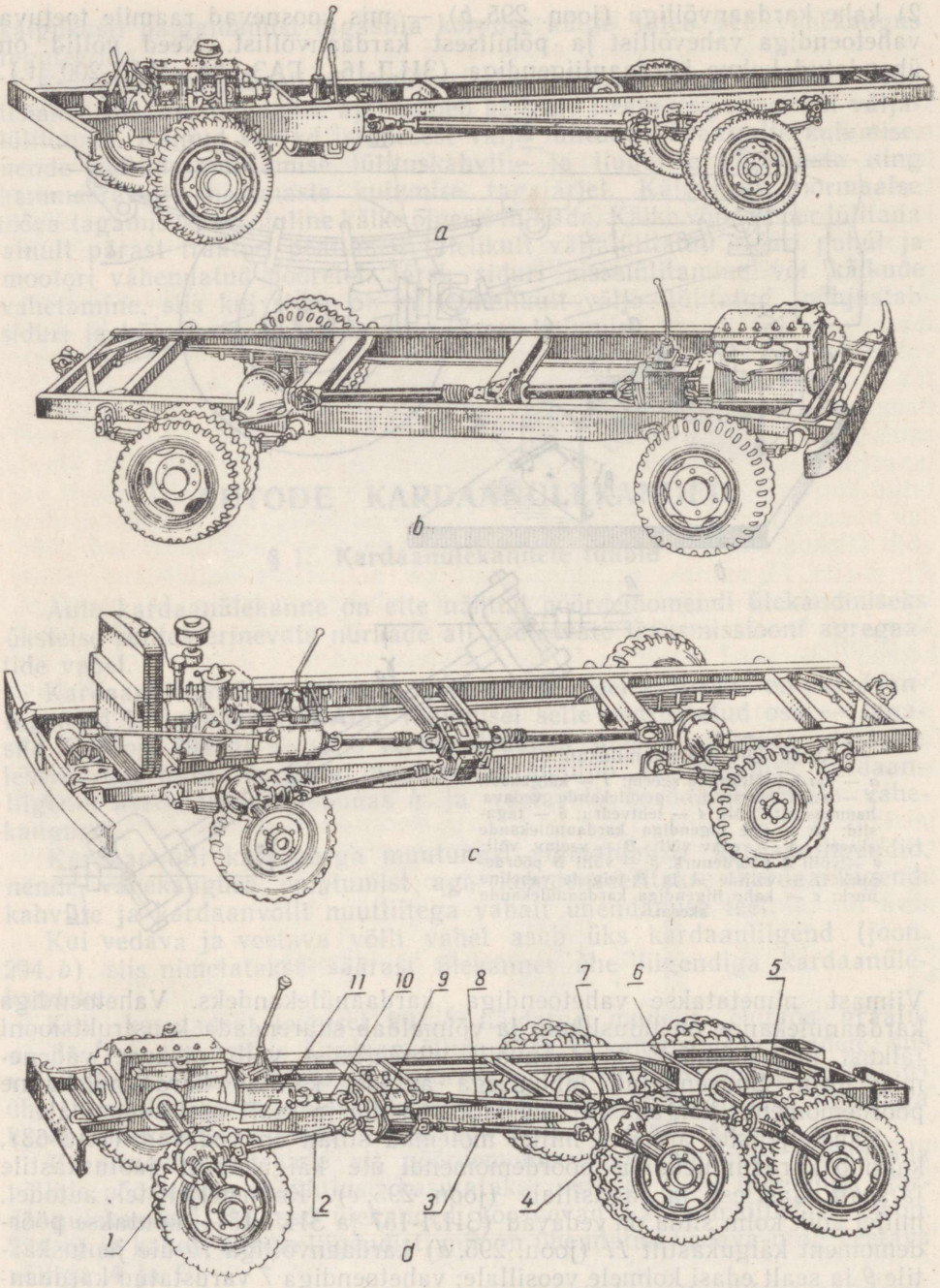
Joon. 294. Kardaanülekanne:
a — kardaanülekande skeem; *1* — käigukast; *2* — auto raam; *3* — peaülekande vedava hammasratta võll; *4* — lehtvedru; *5* — tagasild; *b* — ühe liigendiga kardaanülekande skeem: *A* — vedav võll; *B* — veetav võll; *α* — võlli *A* pöördenurk; *β* — võlli *B* pöördenurk; *γ* — võllide *A* ja *B* telgede vaheline nurk; *c* — kahe liigendiga kardaanülekande skeem.

Viimast nimetatakse vahetoendiga kardaanülekandeks. Vahetoendiga kardaanülekanne on täiuslikum ja võimaldab suurendada konstruktsiooni jäikust ja vähendada kardaanvõlli vibreerimist võlli pikkuse vähenemise tõttu. Suurendatud läbivusega autodel kannab kardaanülekanne pöördemomendi käigukastilt üle jaotuskastile ja sealt igale veosillale.

Kaheteljelistel autodel, millel mõlemad sillad on vedavad (ГАЗ-63), kannab kardaanülekanne pöördemomendi üle käigukastilt jaotuskastile ja sealt edasi esi- ja tagasillale (joon. 295, *c*). Kolmeteljelistel autodel, millel kõik kolm silda on vedavad (ЗИЛ-157 ja ЗИЛ-151), kantakse pöördemoment käigukastilt *11* (joon. 295, *d*) kardaanvõlliga *10* üle jaotuskastile *9* ja sealt edasi kolmele veosillale: vahetoendiga *7* varustatud kardaanvõlliga *6* ja *8* teisele tagasillale *5*, kardaanvõlliga *3* esimesele tagasillale *4* ja kardaanvõlliga *2* esisillale *1*.

Autodel ГАЗ-63 ja ЗИЛ-157, millel on vedav esisild, kasutatakse lisaks teistele veel erikonstruktsiooniga kardaanliigendeid, mis asetsevad esisilla pooltelgede ja juhtrataste vahel (vt. käesoleva peatüki § 3).

Kardaanvõllid võivad olla kaitsekestaga või ilma (lahtised). Rohkem on levinud lahtist tüüpi kardaanvõllid. Kardaanliigendid jagunevad lihtsateks ja universaalseteks. Universaalsed kardaanliigendid võimaldavad liigendi nurga muutumist ja pikinihkumist. Lihtsad kardaanliigendid võimaldavad ainult liigendite nurga muutmist.



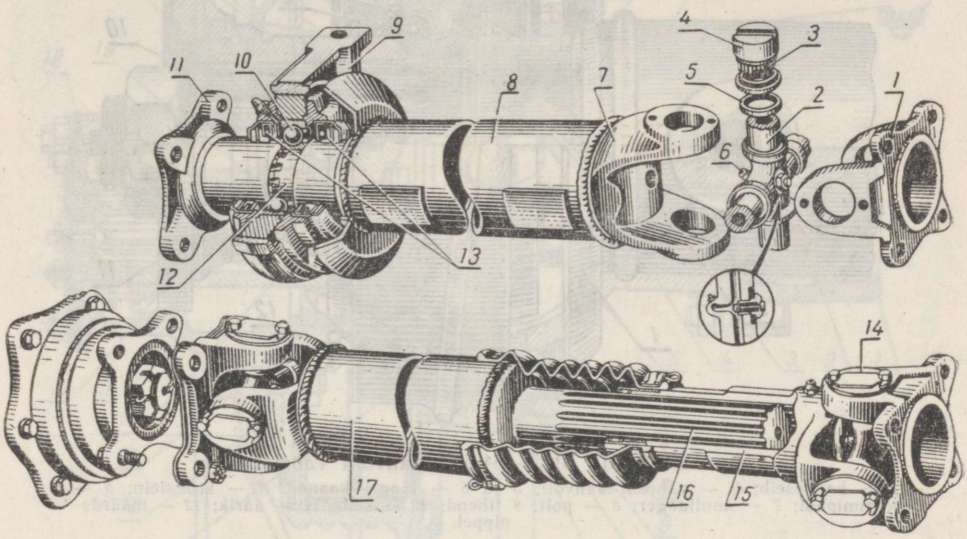
Joon. 295. Autode kardaanülekannete skeemid:

a — auto ЗИЛ-150; *b* — autod ГАЗ-51А ja ЗИЛ-164; *c* — auto ГАЗ-63; *d* — auto ЗИЛ-151; *1* — esisild; *2, 3, 6, 8* ja *10* — kardaanvõllid; *4* ja *5* — tagasillad; *7* — vahetoend; *9* — jaotuskast; *11* — käigukast.

Ehituselt jaotatakse kardaanliigendid jäikadeks (jäikade elementidega) ja elastseteks (elastsete elementidega). Jäigad kardaanliigendid on kas liug- (puksidega) või veerelaagritega (nõellaagritega). Rohkem on levinud nõellaagritega kardaanliigendid, sest need on töökindlamad ja töötavad väiksemate hõõrdekadudega kui pukslaagritega liigendid.

§ 2. Kardaanülekannete konstruktsioonid

Autode ГАЗ-51А kardaanülekanne (joon. 296) on vahetoendiga, lahtist tüüpi võllide ja jäikade kardaanliigenditega. Kardaanülekanne koosneb kahest võllist *8* ja *17*, kahest äärmisest ja keskmisest kardaanliigendist koos vahetoendiga. Keskmine ja äärmised liigendid on ehituselt sarnased. Kardaanliigendi kahvlid *1* ja *7* on ühendatud ristmikuga *2*. Kahvel



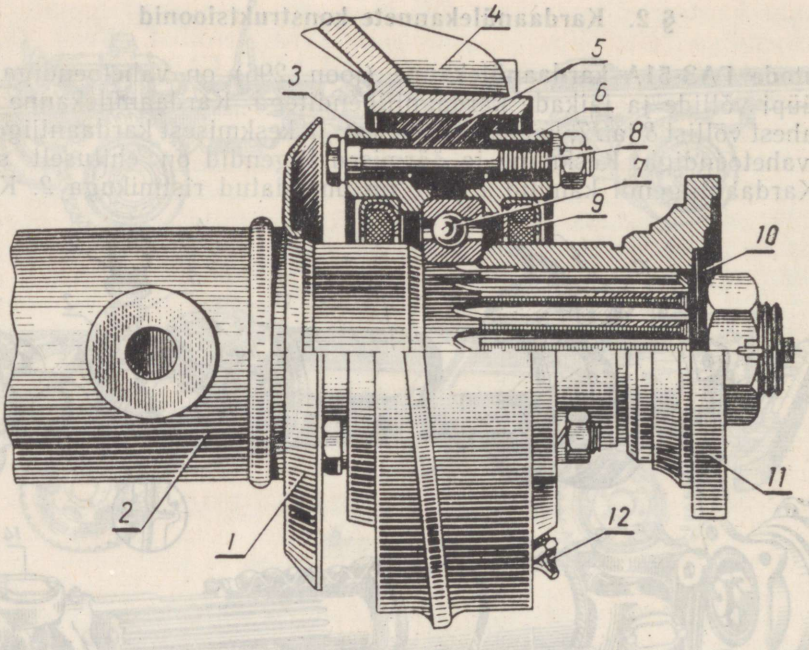
Joon. 296. Auto ГАЗ-51А kardaanülekanne:
1, *7* ja *15* — kardaanliigendite kahvlid; *2* — ristmik; *3* — nõellaagri pesa; *4* — nõellaager; *5* ja *13* — tihendid; *6* — määrdenippel; *8* — vahekardaanvõll; *9* — vahetoendi laagri kinnituskronstein; *10* — kuullaager; *11* — äärik; *12* — vahekardaanvõlli nuutidega osa; *14* — kaas; *16* — peakardaanvõlli nuutidega osa; *17* — peakardaanvõll.

1 kinnitatakse oma äärikuga poltide abil käigukasti veetava võlli ääriku külge. Kahvel *7* on keevitatud kardaanvõlli *8* külge. Ristmikul on neli tappi, mis asetsevad üksteise suhtes täisnurga all. Tapid asetsevad nõellaagritel *3*, mis omakorda on pressitud liigendi kahvlite avadesse. Nõellaagrid hoitakse pesades liigendite külge poltidega kinnitatud kaante *14* abil. Nõellaagreid õlitatakse määrdenipli *6* ja ristmikku puuritud kanalite kaudu. Nõellaagrid on kaitstud tihenditega *5*.

Eespoolne ja tagumine kardaanliigend on lihtsad, keskmine aga — universaalne. Kardaanülekande pikkust võimaldab muuta ääriku *11* ja kahvli *15* nihkumine pea- ja vahekardaanvõlli nuutidel *16* ja *12*. Nuutotsik *12* on keevitatud vahekardaanvõlli *8* tagumise osa külge, otsik *16* aga peakardaanvõlli *17* eespoolse osa külge. Kardaanvõllid *8* ja *17* on valmistatud õhukeseseinalistest tõmmatud torudest. Vahekardaanvõll *8* toetub vahetoendi kuullaagrile *10*, mille kronstein *9* on kinnitatud auto raami külge.

Jäikade liigenditega kardaanülekannet kasutatakse ka autol ЗИЛ-157.

Auto ЗИЛ-164 kardaanülekanne on vahetoendiga ja kahe liigendiga. Võllid on lahtist tüüpi, jäikade kardaanliigenditega, ning on ehitatud samuti kui autol ГАЗ-51А. Vahetoend (joon. 297) koosneb kronsteinist *4*, kuullaagrist *7*, kahest kaanest *3* ja *6* koos tihenditega *9* ning kummipadjast *5*. Kuullaager *7* on pressitud vahevõlli *2* otsale ja laagri välimine rõngas surutakse kaante *3* ja *6* vahele poltidega *8*. Kaante vahel on kronsteinis *4* kummipadi *5*. Kronstein *4* on kinnitatud auto raami risttala külge. Kuullaagrit määritakse määrdenipli *12* kaudu.



Joon. 297. Auto ЗИЛ-164 kardaanvõlli vahetoend:
1 — kaitseseib; *2* — vahekardaanvõll; *3* ja *6* — laagri kaaned; *4* — kronstein; *5* — kummipadi; *7* — kuullaager; *8* — polt; *9* tihend; *10* — seib; *11* — äärik; *12* — määrdenippel.

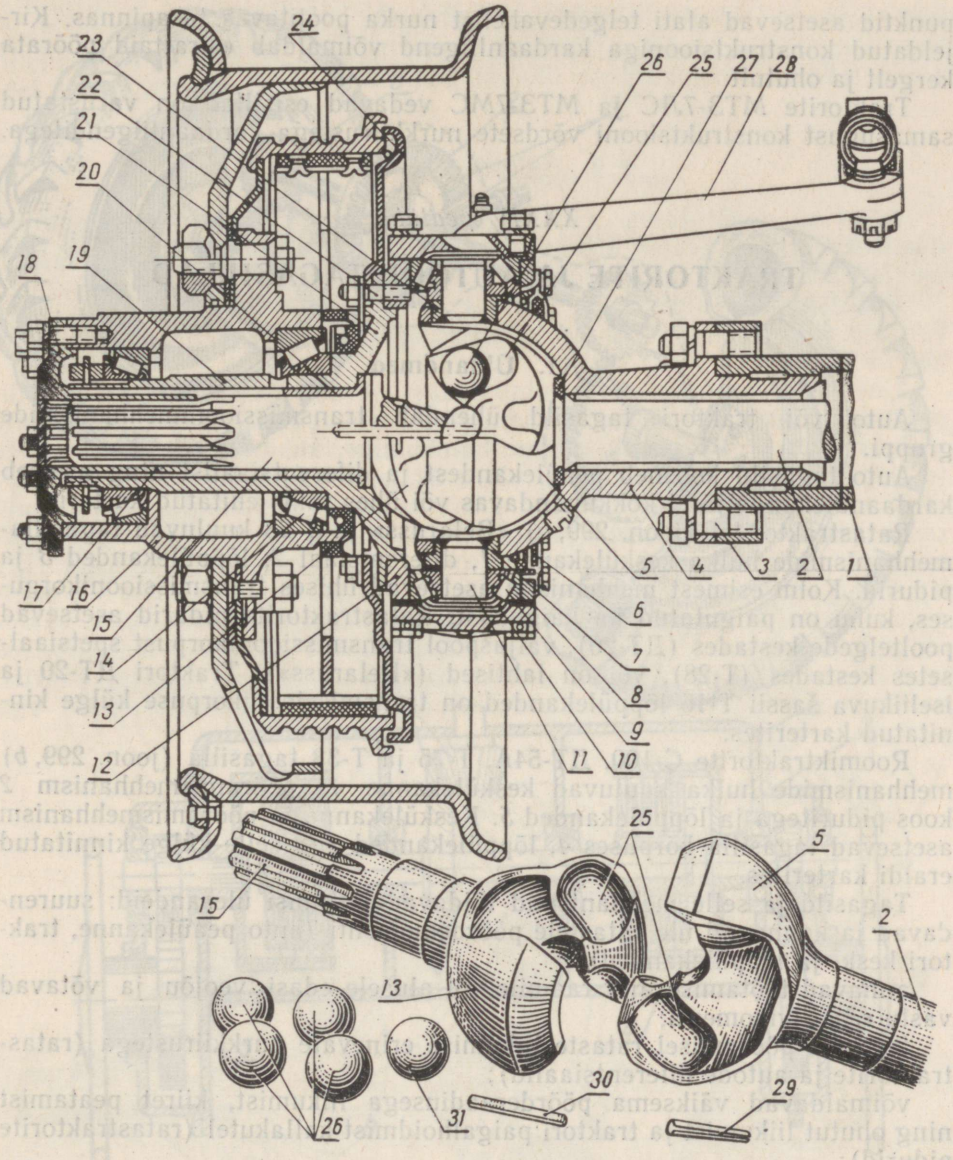
§ 3. Võrdsete nurkkiirustega kardaanliigendid

Vedava esisillaga autodel kantakse pöördemoment vedavalt sisemiselt poolteljelt ratta rummule üle kardaanliigendi abil, sest vedava esisilla rattad on üheaegselt vedavad ja juhitavad ning peavad pöörduma esisilla suhtes 30—35° nurga alla.

Kui vedava pooltelje ja juhtratta rummu vahele asetada harilikku tüüpi kardaanliigend (joon. 294, *b*), s. o. ühe liigendiga kardaanülekande, siis oleks ratta pöörlemiskiirus ebaühtlane. See põhjustaks kummide kiirendatud kulumist ja raskendaks auto juhtimist. Sellepärast on juhitavate ratastega vedavad esisillad varustatud eriliste šarniiridega — võrdsete nurkkiirustega kardaanliigenditega.

Auto ГАЗ-63 võrdsete nurkkiirustega kardaanliigend (joon. 298) koosneb välimisest *15* ja sisemisest *2* pooltelgedest koos kahvlitega *5* ja *13* ning viiest kuulist *26* ja *31*. Kahvlites *5* ja *13* on pesad, kuhu lähevad neli kuuli *26*. Mõlema kahvli tsentris on pesa viienda tsentreeriva kuuli *31* jaoks. Tsentreeriva kuuli *31* asend fikseeritakse sõrmega *30*, mis asetseb kuuli ja kahvli *13* avades. Sõrm *30* on kinnitatud tihvti *29* abil. Sisemine poolteig *2* asetseb esisilla karteris *1* ja kuulkestas *4*, mis on tikkpoltidega *3* kinnitatud karteri *1* ääriku külge.

Kuulkesta *4* avades asetsevad puksid *7* ja *23*. Pukside külge on keevitatud käändtelje tapid *11*. Poolkuuli-kujuline kest kannab esiratta käändtelge *19*, mille lahtivõetav korpus *12* asetseb kahel koonilisel rull-laagril *9*. Käändtelg *19* saab pöörduda kuulkesta *4* suhtes. Rull-laagreid *9* reguleeritakse vahelehtedega *8*. Kardaanühenduse kaitseks on käändtelje korpuse külge kinnitatud äärik koos tihendiga *6*. Välimise pooltelje *15* nuutidega otsal asetseb nuutpuks *17* koos äärikuga *18*, mis on poltidega kinnitatud ratta rummu *16* külge. Viimane pöörleb käändteljel *19* asetseval kahel koonilisel rull-laagril *14*.



Joon. 298. Auto ГАЗ-63 võrdsete nurkkiirustega kardaanliigend:

1 — esisilla karter; *2* — sisemine pooltelg; *3* ja *22* — tikkpoldid; *4* — kuulkest; *5* ja *13* — kardaanliigendi kahvlid; *6* — tihend; *7*, *20* ja *23* — puksid; *8* — vahelehed; *9* ja *14* — koonilised rull-laagrid; *10* — kaas; *11* — käändtelje tapp; *12* — lahtivõetav korpus; *15* — välimine pooltelg; *16* — ratta rumm; *17* — nuutpuks; *18* — nuutpuksi äärik; *19* — käändtelg; *21* — käändtelje äärik; *24* — piduriketas; *25* — kuuli pesa; *26* ja *31* — kuulid; *27* — tugirõngas; *28* — pöördhoob; *29* — tihvt; *30* — sõrm.

Pöördemomendi ülekandmine välimiselt poolteljelt *15* rummule *16* nuutpuksi *17* abil vabastab pooltelje täiendavatest paindemomenti põhjustavatest jõududest.

Võrdsete nurkkiirustega kardaanliigend kindlustab välimise pooltelje ühtlase pöörlemiskiiruse sõltumata käändtelje pöördenurgast tingimusel, et ka sisemise (vedava) pooltelje pöörlemiskiirus on ühtlane.

Välimise pooltelje pöörlemiskiiruse püsivus põhineb käändtelgede pööramisel sellel, et ühelt pooltelt teisele jõudu ülekandvate kuulide puute-

punktid asetsevad alati telgedevahelist nurka poolitavas tasapinnas. Kirjeldatud konstruktsiooniga kardaanliigend võimaldab esirattaid pöörata kergelt ja ohutult.

Traktorite МТЗ-7ЛС ja МТЗ-7МС vedavad esisillad on varustatud samasugust konstruktsiooni võrdsete nurkkiirustega kardaanliigenditega.

XXXIV peatükk

TRAKTORITE JA AUTODE TAGASILLAD

§ 1. Üldandmed

Auto või traktori tagasild ühendab transmissioonimehhanismide gruppi.

Auto tagasild koosneb peaülekandest ja diferentsiaalist ning asetseb kardaanülekande järel kokkupandavas või ühes tükis ehitatud karteris.

Ratastraktoritel (joon. 299, *a*) «Belaruss» ja T-28 kuuluvad tagasillamehhanismide hulka keskülekanne *1*, diferentsiaal *2*, lõppülekanded *3* ja pidurid. Kolm esimest mehhanismi asetsevad ühises transmissioonikorpuses, kuhu on paigutatud ka käigukast. Ratastraktorite pidurid asetsevad pooltelgede kestades (ДТ-20), väljaspool transmissioonikorpust spetsiaalsetes kestades (T-28), või on lahtised («Belaruss»). Traktori ДТ-20 ja iseliikuva šassii T-16 lõppülekanded on transmissioonikorpuse külge kinnitatud karterites.

Roomiktraktorite С-100, ДТ-54А, Т-75 ja Т-38 tagasilla (joon. 299, *b*) mehhanismide hulka kuuluvad keskülekanne *1*, pööramismehhanism *2* koos piduritega ja lõppülekanded *5*. Keskülekanne ja pööramismehhanism asetsevad tagasilla korpuses *4*, lõppülekanded aga selle külge kinnitatud eraldi karterites.

Tagasild ja selle mehhanismid täidavad järgmisi ülesandeid: suurendavad ja kannavad üle ratastele pöördemomenti (auto peaülekanne, traktori kesk- ja lõppülekanded);

annavad töötamise ajal raamile või alusele edasi veojõu ja võtavad vastu reaktiivmomenti;

tagavad pööramisel rataste liikumise erinevate nurkkiirustega (ratastraktorite ja autode diferentsiaalid);

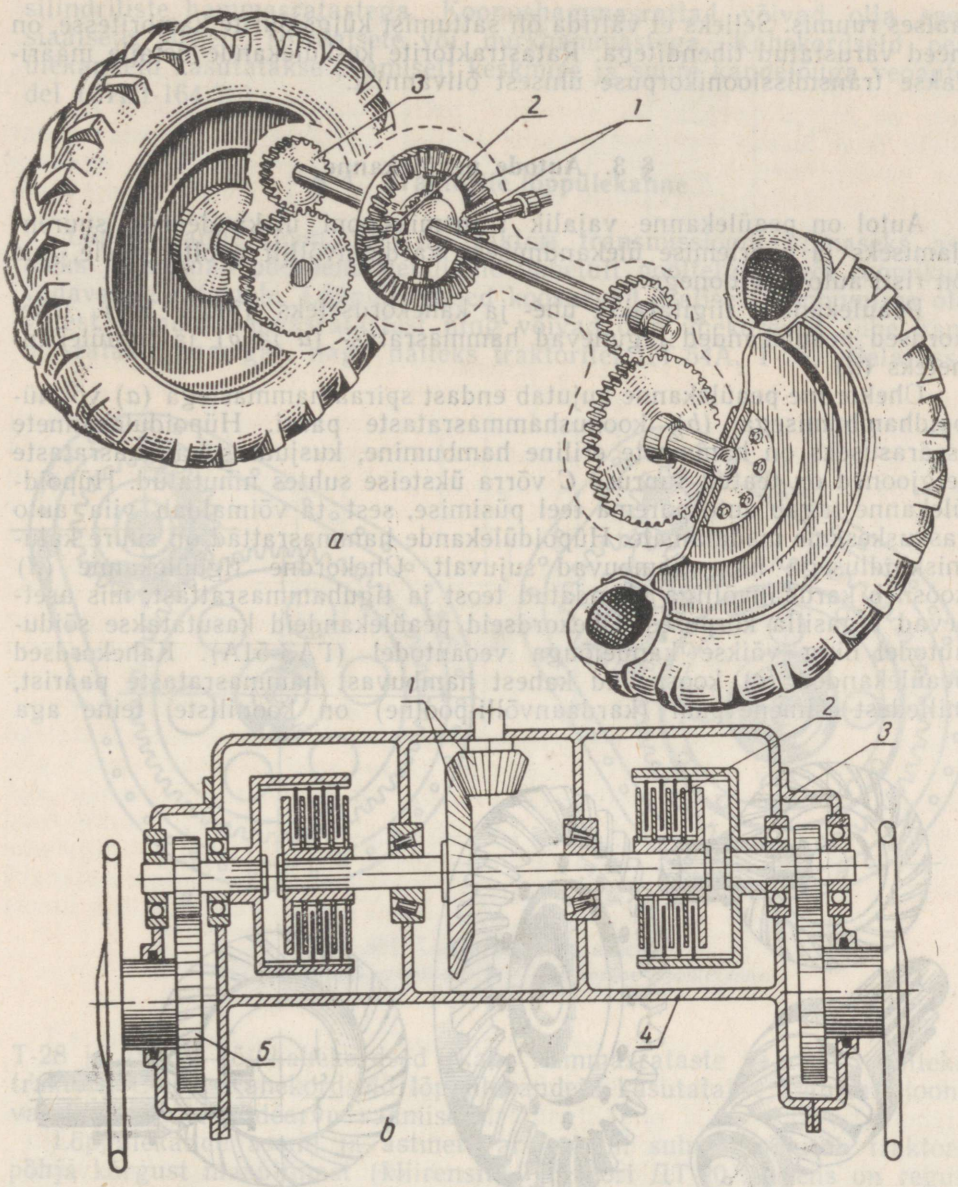
võimaldavad väiksema pöörderaadiusega liikumist, kiiret peatamist ning ohutut liikumist ja traktori paigalhoidmist kallakutel (ratastraktorite pidurid);

võimaldavad pööramisel välja lülitada üht roomikutest (roomiktraktorite pööramismehhanism).

§ 2. Traktori keskülekanne

Traktori keskülekanne on vajalik transmissiooni ülekandearvu suurendamiseks. Nagu eespool öeldud, on enamikul käigukastidest võllid traktori telgjoonega paralleelsed. Sellist konstruktsiooni käigukasti puhul on keskülekanne koonushammasrataste paariga, keskülekande võll asetseb aga käigukasti võllide suhtes täisnurga all. Põikvõllidega käigukastil (traktor Т-20, iseliikuv šassii Т-16) on keskülekande võll paralleelselt käigukasti võllidega ning silindriliste hammasratastega.

Keskülekande hammasrattad valmistatakse kas sirgete (Т-38), spiraalsete (ДТ-54А, Т-75 ja «Belaruss») või spetsiaalse profiiliga hammastega. Viimased suurendavad hammaste vastupidavust ja hambumise sujuvust (С-100). Keskülekande vedavad hammasrattad valmistatakse ühes



Joon. 299. Traktorite tagasildade skeemid:

a — ratastraktor; *1* — keskülekanne; *2* — diferentsiaal; *3* — lõppülekanne; *b* — roomiktraktor: *1* — keskülekanne; *2* — pööramismehhanism; *3* — lõppülekande karter; *4* — tagasilla korpus; *5* — lõppülekanne.

tükis käigukasti veetava võlliga. Sageli on veetavad hammasrattad äravõetavate hammaspöidadega, mis kinnitatakse võlli ääriku (traktorid C-100, ДТ-54А) või diferentsiaalikarbi (ratastraktorid) külge. Keskülekande koonushammasrattad võtavad vastu ja annavad võllidele edasi mitte ainult radiaal-, vaid ka suuri aksiaalkoormusi, seepärast on neid hammasrattaid kandvatel võllidel koonilised rull-laagrid, mis taluvad hästi telgsuunalisi koormusi (traktorid C-100, ДТ-54А, T-38), või suure vastupidavusega kuullaagrid (traktorid «Belaruss», T-28). Koonilised rull-laagrid nõuavad aga täpset ja õigeaegset reguleerimist, mis on võrdlemisi töömahukas; radiaal-kuullaagreid ei reguleerita. Roomiktraktoritel asetseb keskülekanne tagasilla korpuses õlivanniga varustatud spetsi-

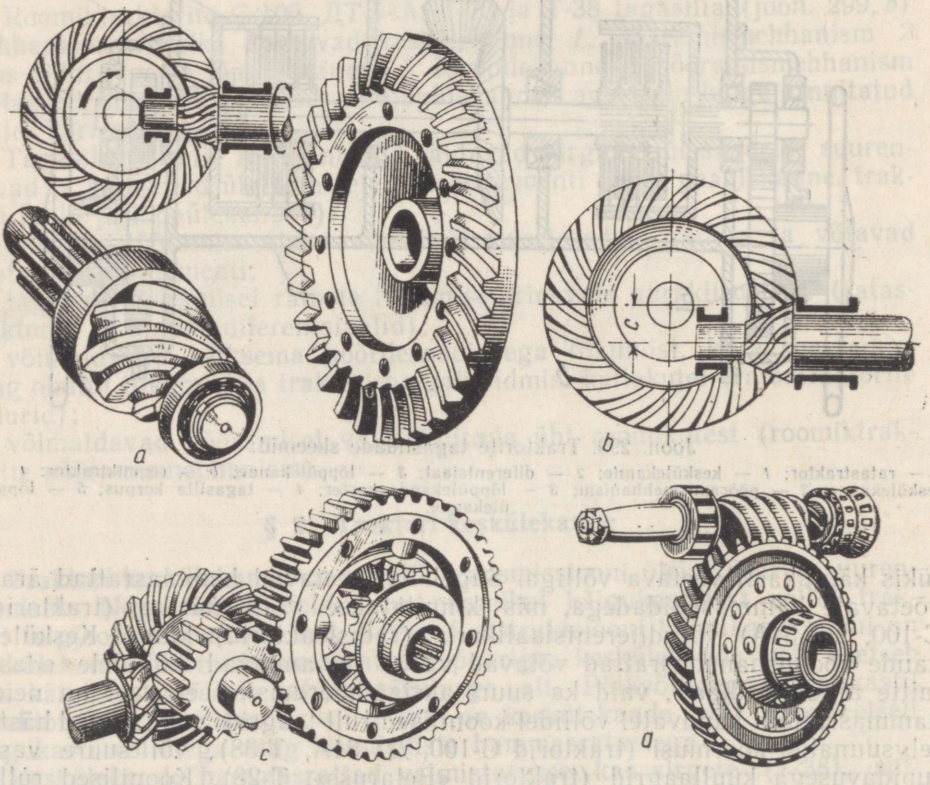
aalses ruumis. Selleks et vältida õli sattumist külgsidurite kambritesse, on need varustatud tihenditega. Ratastraktorite keskülekande detaile määritakse transmissioonikorpuse ühisest õlivannist.

§ 3. Autode peaülekanne

Autol on peaülekanne vajalik transmissiooni ülekandearvu suurendamiseks ja pöörlemise ülekandmiseks kardaanvõllilt pooltelgedele, mis on risti auto telgjoonega.

Peaülekanded liigitatakse ühe- ja kahekordseteks (joon. 300). Ühekordsed peaülekanded jagunevad hammasratas- (*a* ja *b*) ja tiguülekanneteks (*d*).

Ühekordne peaülekanne kujutab endast spiraalhammastega (*a*) või hüpoidhambumisega (*b*) koonushammasrataste paari. Hüpoidülekannete iseärasuseks on hammaste eriline hambumine, kusjuures hammasrataste telgjooned on teatud suuruse *C* võrra üksteise suhtes nihutatud. Hüpoidülekanne tagab auto parema teel püsimise, sest ta võimaldab viia auto raskuskeskme madalamale. Hüpoidülekande hammasrattad on suure kulumiskindlusega ning hambuvad sujuvalt. Ühekordne tiguülekanne (*d*) koosneb kardaanvõlliga ühendatud teost ja tiguhammasrattast, mis asetsevad tagasilla korpuses. Ühekordseid peaülekandeid kasutatakse sõiduautodel ning väikse kandejõuga veoautodel (ГАЗ-51А). Kahekordsed peaülekanded (*c*) koosnevad kahest hambuvast hammasrataste paarist, milledest esimene paar (kardaanvõlli-poolne) on kooniliste, teine aga



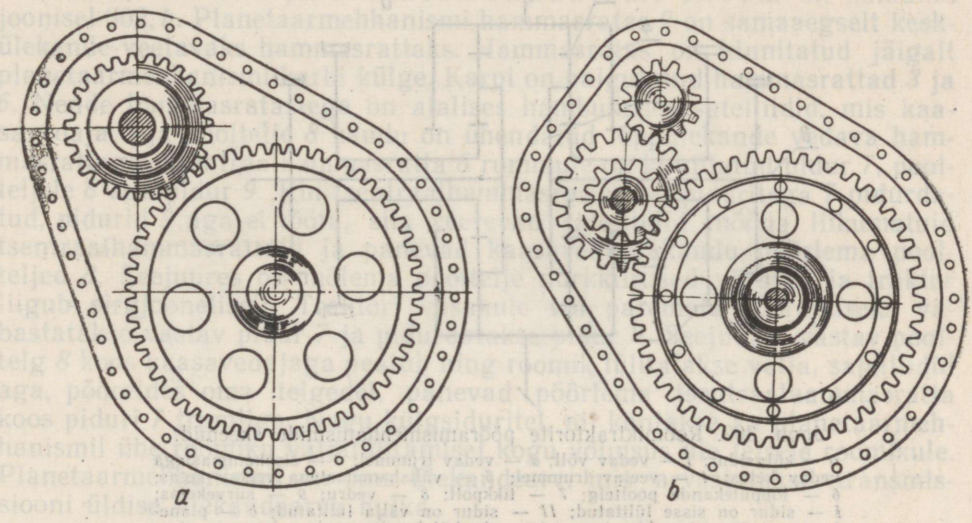
Joon. 300. Autode peaülekannete skeemid:

a — spiraal-koonushammasratastega ühekordne ülekanne; *b* — hüpoidhambumisega koonushammasratastest koosnev ühekordne ülekanne; *c* — koonushammasrataste paarist ja silinderhammasrataste paarist koosnev kahekordne ülekanne; *d* — tiguajamiga ühekordne ülekanne.

silindriliste hammasratastega. Koonushammasrattad võivad olla spetsiaalsete, sirgete, spiraalsete või nurkhammastega. Kahekordseid peaülekandeid kasutatakse peamiselt keskmise ja suure kandejõuga veoautodel (ЗИЛ-164 jt.).

§ 4. Traktorite lõppülekanne

Lõppülekanne (joon. 301) on traktori transmissiooni viimaseks astmeks ja kannab pöördemomendi üle vahetult pooltelgede või roomikuid vedavatele ratastele. Lõppülekanded koosnevad alalises hambumises olevatest silinderhammasratastest ning võivad olla ühekordsed (ühe hammasrataste paariga), nagu näiteks traktoritel ДТ-54А, Т-75, «Belaruss»,



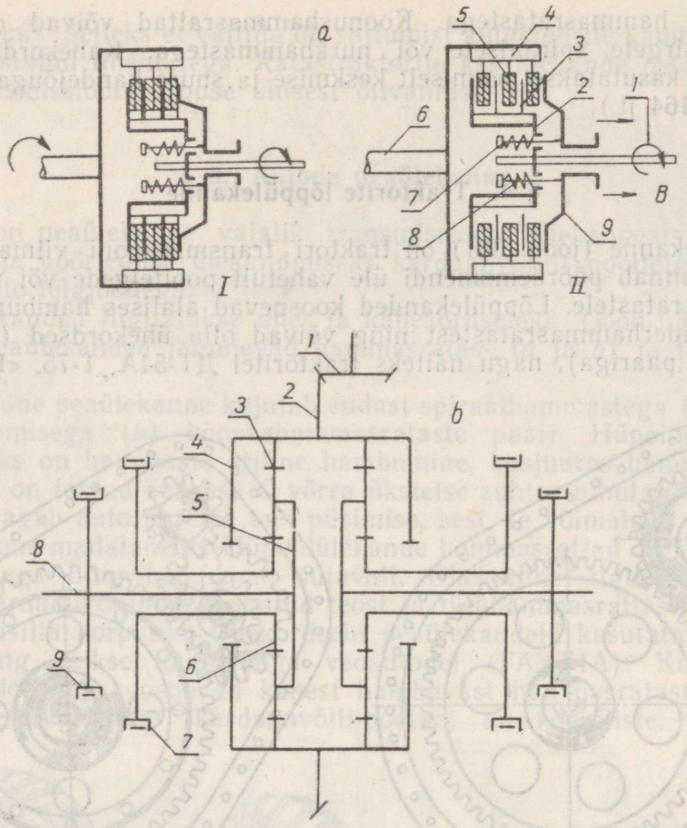
Joon. 301. Lõppülekannete skeemid:
a — ühekordne lõppülekanne; *b* — kahekordne lõppülekanne.

Т-28 ja ДТ-20 või kahekordsed (kahe hammasrataste paariga), näiteks traktoril С-100. Kahekordseid lõppülekandeid kasutatakse transmissiooni vajaliku jõuülekandearvu saamiseks.

Lõppülekande asend ja astmete arv raami suhtes mõjutab traktori põhja kõrgust maapinnast (kliirensit). Traktori ДТ-20 kliirens on reguleeritav lõppülekannete asendi muutumisega transmissioonikorpuse suhtes. Eriti suure kliirensi saamiseks, mis on vajalik pikakõrreliste kultuuride vaheltharimisel (850 mm ja rohkem), kasutatakse lõppülekannete konstruktsioonis vahehammasrattaid, mis ei muuda ülekandearvu (traktorid Т-38, Т-28Х), kuid võimaldavad tõsta traktori kere kõrgemale.

§ 5. Roomiktraktorite pööramismehhanismid

Roomiktraktoreid pööratakse roomikute liikumiskiiruste muutmisega *pööramismehhanismi* abil. Seda mehhanismi kasutatakse ka traktori peatamiseks kallakul. Pööramismehhanism koosneb külgsiduritest ja nende juhtimismehhanismist. Mõningatel traktoritel kasutatakse külgsidurite asemel planetaarmehhanisme (metsaveotraktor ТДТ-60 jt.). Külgsidurid ja planetaarmehhanismid kindlustavad võrdselt traktori sirgjoonelise



Joon. 302. Roomiktraktorite pööramismehhanismide skeemid:
a — külgsidur: *1* — vedav võll; *2* — vedav trummel; *3* — sisehammastega vedav ketas; *4* — veetav trummel; *5* — välishammastega veetav ketas; *6* — lõppülekande pooltelg; *7* — tikkpolt; *8* — vedru; *9* — surveketas; *I* — sidur on sisse lülitatud; *II* — sidur on välja lülitatud; *b* — planetaarne pööramismehhanism: *1* — keskülekande vedav hammasratas; *2* — keskülekande veetav hammasratas; *3* — hammasratas; *4* — korpus; *5* — kaasavedaja; *6* — tsentraalhammasratas; *7* — tsentraalhammasratta pidur; *8* — pooltelg; *9* — pooltelje pidur.

liikumise ja on võrdsed pööramiseks vajaliku võimsuse kulu poolest. Planetaarmehhanismid on külgsiduritest keerukamad, kuid on suurema vastupidavusega ja kompaktsusega. Viimane omadus on oluline traktoritele, milledel tööde iseloomu tõttu peab olema kitsas tagasild (viinamarjaistandikes kasutatavad traktorid, raskete muldade künnil kasutatavad üldotstarbelised traktorid).

Külgsidurite juhtimismehhanism koosneb piduritest ja külgsidurite väljalülitamise seadmeist, mis võimaldavad roomikuid lahutada transmissioonist. Need seadmed kujutavad endast varraste ja hoobade süsteemi, mille abil külgsidur lahutatakse. Pidurid on vajalikud, selleks et pidurdada üht või mõlemat roomikut, mis on vajalik traktori pööramiseks või peatamiseks nõlvakul. Pööramismehhanismi juhib juht kas ainult käsitsi (T-75, ДТ-54А ja T-38) või spetsiaalsete võimendajate kaasabil (traktori C-100 hüdrovõimendaja), mis tunduvalt kergendavad traktorite tööd.

Külgsidurid (joon. 302, *a*) kujutavad endast kuivi mitmekettalisi friktsioonsidureid. Nende hõõrdemoment peab olema mõnevõrra suurem kui keskülekandega ülekantav pöördemoment.

Külgsiduri ehitus on järgmine. Keskülekande võllile *1* (joon. 302, *a*) on kinnitatud vedav trummel *2*, mille välispinnal on pikisooned. Trumli

2 soontel asetsevad sisehammastega teraskettad *3*. Veetav trummel *4* on kinnitatud lõppülekande vedavale poolteljele *6*. Trumli *4* sisemiste soontega on ühendatud välishammastega veetavad kettad *5*. Nendele ketastele on kinnitatud friktsioonkatted. Veetavad ja vedavad kettad on asetatud vaheldumisi. Vedaval võllil *1* istub surveketas *9*, mis saab võllil nihkuda. Surveketta külge on kinnitatud tikkpoldid *7*, mis läbivad vedava trumli avasid. Tikkpoltidele asetatud vedrud *8* toetuvad ühe otsaga vastu vedavat trumlit ja teise otsaga vastu tikkpoltidele *7* kinnitatud seibe. Vedrud suruvad surveketta abil ketastele *3* ja *5* (*I*). Kui traktori pööramiseks on roomikut transmissioonist vaja lahutada, siis nihutatakse varraste ja hoobade süsteemi abil surveketast noole *B* suunas, kusjuures vedrud *8* surutakse kokku, kettad *3* ja *5* vabanevad ning veetava trumli ja järelikult ka roomikut vedava ratta pöörlemine lakkab (*II*).

Planetaarse pööramismehhanismi skeem on näidatud joonisel 302, *b*. Planetaarmehhanismi hammasratas *2* on samaaegselt keskülekande veetavaks hammasrattaks. Hammasratas on kinnitatud jäigalt planetaarmehhanismi karbi külge. Karpi on paigutatud hammasrattad *3* ja *6*. Nende hammasratastega on alalises hambumises satelliidid, mis kaasavedaja *5* ja poolteljе *8* kaudu on ühendatud lõppülekande vedava hammasrattaga. Tsentraalhammasratta *6* rummule on kinnitatud pidur *7*, poolteljele *8* aga pidur *9*. Kui tsentraalhammasrattad on piduritega *7* pidurdatud, pidurid *9* aga ei tööta, siis veerevad satelliidid mööda liikumatuid tsentraalhammasrattaid ja panevad kaasavedaja kaudu pöörlema poolteljed *8*. Seejuures on mõlema poolteljе nurkkiirused võrdsed ja traktor liigub sirgjooneliselt. Traktori vasakule või paremale pööramiseks vabastatakse vastav pidur *7* ja pidurdatakse pidur *9*. Seejuures vastav poolteljg *8* koos kaasavedajaga peatub ning roomik lülitatakse välja, satelliidid aga, pööreldes oma telgedel, panevad pöörlema tsentraalhammasratta koos piduri *7* trumliga. Nagu külgsiduritel, nii kantakse ka planetaarmehhanismil ühe roomiku väljalülitamisel kogu võimsus üle teisele roomikule. Planetaarmehhanismil on oma ülekandearv, mis arvestatakse transmissiooni üldise ülekandearvu hulka.

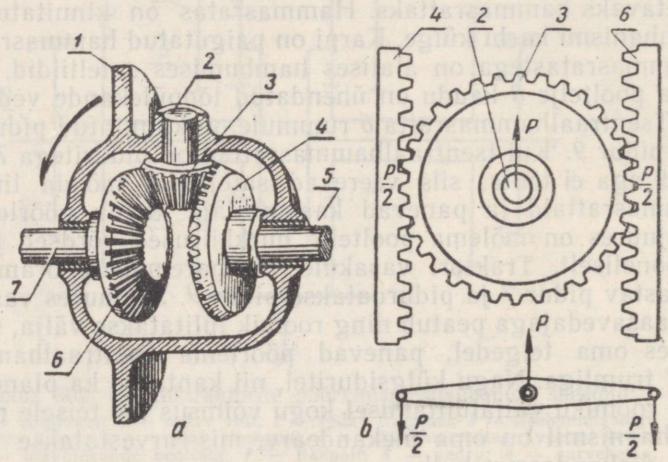
§ 6. Diferentsiaal

Ratastraktori või auto pööramisel läbivad nende vedavad rattad erineva pikkusega tee. Kui ratastel oleks ühine võll, siis kaasneks nende liikumisega libisemine, murdumised ning kummide suurendatud kulumine. Eriti tekib see oht järskudel pööretel. Selle puuduse kõrvaldamiseks ühendatakse vedavad rattad mitte ühise võlli, vaid poolteljgedega, mis on omavahel sidestatud spetsiaalse mehhanismi — *diferentsiaaliga*. Rataste erinevate veeremistakistuste puhul võimaldab diferentsiaal ratastel pöörelda erinevate nurkkiirustega. Kui veeremistakistused on ühesugused, siis pöörlevad rattad ühesuguse kiirusega.

Kasutatud hammasrataste järgi jaotatakse diferentsiaalid koonilisteks ja silindrilisteks. Traktoritel ja autodel kasutatakse enamasti koonilisi diferentsiaale. Traktoritel asetsevad need kesk- ja lõppülekannete vahel, autodel aga peaülekande järel. Diferentsiaal (joon. 303, *a*) koosneb karbist *1*, mille külge on kinnitatud telg *2*. Sellel teljel *2* istub vabalt hammasratas *3*, mida nimetatakse satelliidiks. Satelliit *3* on alalises hambumises koonushammasratastega *4* ja *6*, mis on kinnitatud auto veoratastele või traktori lõppülekannetele pöördemomenti ülekandvatele poolteljgedele *5* ja *7*. Hammasrattad *4* ja *6* on ühesuguse hammaste arvuga. Koormuse ühtlaseks jaotamiseks hammasratastele *4* ja *6* on satelliite kaks või neli.

Diferentsiaali töötamise skeem on näidatud joonisel 303, *b*. Satelliit *3*

on hambumises kahe hammaslatiga *4* ja *6*, mis kujutavad endast diferentsiaali pooltelgede hammasrattaid. Satelliidi teljele *2* on rakendatud jõud *P*, mis püüab hammasratast *3* ülespoole nihutada. Hammaslattide *4* ja *6* hammastele avaldavad mõju võrdsed jõud, mis on suuruselt poole väiksemad kui jõud *P*. Kui ümberpaigutamisel jõu *P* mõjul hammaslattide liikumistakistused on ühesugused, siis liiguvad need koos hammasrattaga *3* nagu üks tervik. Kui aga näiteks hammaslati *4* liikumistakistus muuta suuremaks kui on hammaslatil *6*, siis hakkab hammasratas *3* oma teljel pöörlema ja veeredes mööda hammaslatti *4*, paneb hammaslati *6* kiiremini ülespoole liikuma. Hammaslati *6* liikumiskiirus suureneb samapalju kui hammaslati *4* liikumiskiirus väheneb. Kui aga hammaslati *4* liikumistakistust suurendada nii palju, et see peatub, siis, veeredes sellel latil, paneb hammasratas *3* hammaslati *6* liikuma üles, kusjuures viimase liikumiskiirus on kaks korda suurem kui teljel *2*.



Joon. 303. Diferentsiaali ehituse ja töötamise skeem:
a — diferentsiaali ehitus: *1* — diferentsiaali karp; *2* — telg; *3* — satelliit; *4* ja *6* — pooltelgede koonushammasrattad; *5* ja *7* — poolteljed; *b* — diferentsiaali töötamise skeem (*4* ja *6* — hammaslatid).

Määrame diferentsiaalikarbi *1* (joon. 303, *a*) ja pooltelgede *5* ja *7* pöörete arvude (minutis) vahelise sõltuvuse, kasutades järgmisi tähiseid:

n_k — diferentsiaalikarbi pöörete arv;

n_p ja n_v — vastavalt parempoolse ja vasakpoolse pooltelje hammasrataste pöörete arvud;

n_s — satelliidi pöörete arv.

Kui auto liigub sirgjooneliselt mõlemale rattale ühesuguse liikumistakistusega teel, siis on takistused pooltelgedel *5* ja *7* samuti ühesugused ja satelliit oma teljel ei pöörle: $n_s=0$. Seejuures kogu süsteem — diferentsiaalikarp, satelliit ja pooltelgede hammasrattad — pöörleb ühesuguse nurkkiirusega pooltelgede *5* ja *7* geomeetrilise telje suhtes:

$$n_k=n_p=n_v.$$

Ühe pooltelje pidurdamisel hakkab satelliit *3* pöörlema oma teljel *2*. Kui auto pöördub noolega näidatud suunas, siis hammasratta *4* pöörlemiskiirus suureneb satelliidi pöörlemise tõttu, hammasratta *6* pöörlemiskiirus aga väheneb. Seejuures hammasratta *4* pöörlemiskiirus suureneb

n_s $(z_1 : z)$ võrra, hammasrattal *6* aga väheneb sama suuruse võrra, s. o.

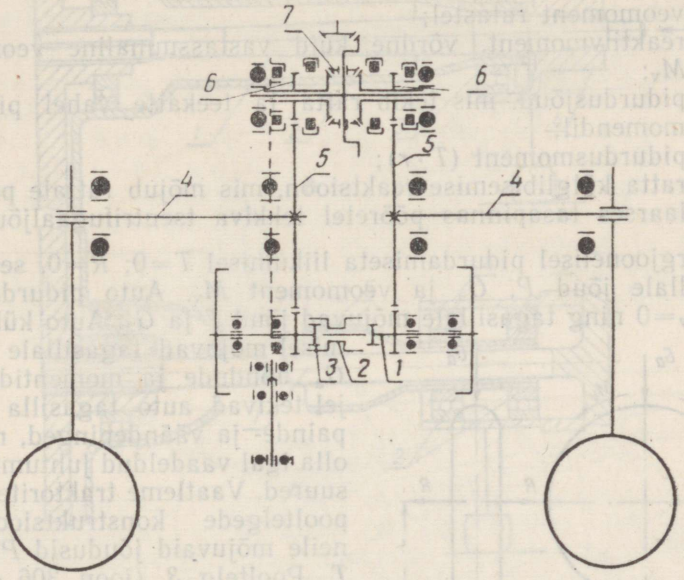
$$n_p = n_k + n_s \frac{z_1}{z} \quad \text{ja} \quad n_v = n_k - n_s \frac{z_1}{z},$$

kus z_1 — satelliidi *3* hammaste arv;
z — pooltelje koonushammasratta hammaste arv.

Liites võrrandite paremad ja vasakud pooled, saame:

$$n_v + n_p = 2\, n_k.$$

Järelikult parempoolse ja vasakpoolse pooltelje pöörete arvude summa võrdub diferentsiaalikarbi pöörete arvu kahekordse summaga.



Joon. 304. Traktorite «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС diferentsiaali blokeerimismehhanism:

1 — parempoolse piduri võlli hammasratas; *2* — diferentsiaali blokeerimismuhv; *3* — vasakpoolse piduri võlli hammasratas; *4* — traktori vedavate rataste pooltelje; *5* — lõppülekande veetavad hammasrattad; *6* — lõppülekande vedavad hammasrattad; *7* — diferentsiaal.

Ühe pooltelje täielikul pidurdamisel pöörleb teine ratas kahekordse pöörlemiskiirusega, s. o. kui $n_p = 0$ või $n_v = 0$, siis vastavalt $n_v = 2\, n_k$ või $n_p = 2\, n_k$.

Diferentsiaali omadus muuta vedavate rataste nurkkiirusi ühe ratta veeremistakistuse muutumisel vähendab traktori või auto läbivust. Selle puuduse kõrvaldamiseks kasutatakse ratastraktorite ja autode konstruktsioonis spetsiaalseid seadmeid, mida nimetatakse *diferentsiaali blokeerimismehhanismideks.* Diferentsiaali blokeerimismehhanismi töötamine põhineb diferentsiaali väljalülitamisel. Diferentsiaali blokeerimismuhvi *2* (joon. 304) hambumisse lülitamine hammasrattaga *1* ühendab pidurivõllid nendega ühes tükis valmistatud hammasrataste *1* ja *3* abil. Viimaste kaudu blokeeritakse traktori poolteljed *4*. Seejuures ei tööta diferentsiaal ning traktori poolteljed pöörlevad võrdse pöörlemiskiirusega. Traktori pööramine sisselülitatud diferentsiaali blokeerimismehhanismiga põhjustab rataste libisemist, kummide suurendatud kulumist ning võllide ja laagrite ülekoormamist. Kui on vaja ületada takistust, mis põhjustab

ühe ratta libisemise, tuleb sisse lülitada blokeerimismehhanism ning liikuda otse. Täiuslikumad on suurendatud läbivusega autodel kasutatavad iseblokeeruvad diferentsiaalid. Iseblokeeruv diferentsiaal töötab automaatselt ning ei vaja väljalülitamist pööretel.

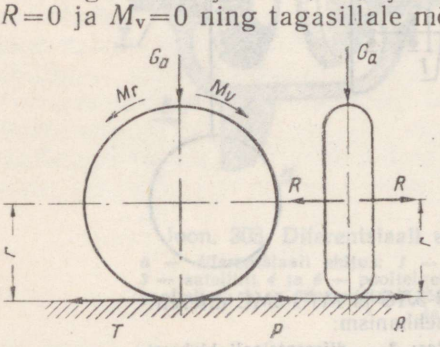
§ 7. Ratastraktorite ja autode vedavad poolteljed

Vedavad poolteljed on ette nähtud pöördemomendi ülekandmiseks diferentsiaalilt vedavatele ratastele.

Vedavatele ratastele ja tagasilla detailidele mõjuvad järgmised jõud ja momendid (joon. 305):

G_a — masina raskus, mis tagasilla kaudu mõjub tagaratastele;
P — veojõud;
M_v — veomoment ratastel;
M_r — reaktiivmoment, võrdne, kuid vastassuunaline veomomendile M_v;
T — pidurdusjõud, mis tekib ratta ja teekatte vahel pidurdamise momendil;
M_p — pidurdusmoment $(T \cdot r)$;
R — ratta külglibisemise reaktsioon, mis mõjub rattale perpendikulaarses tasapinnas pööretel tekkiva tsentrifugaaljõu mõjul.

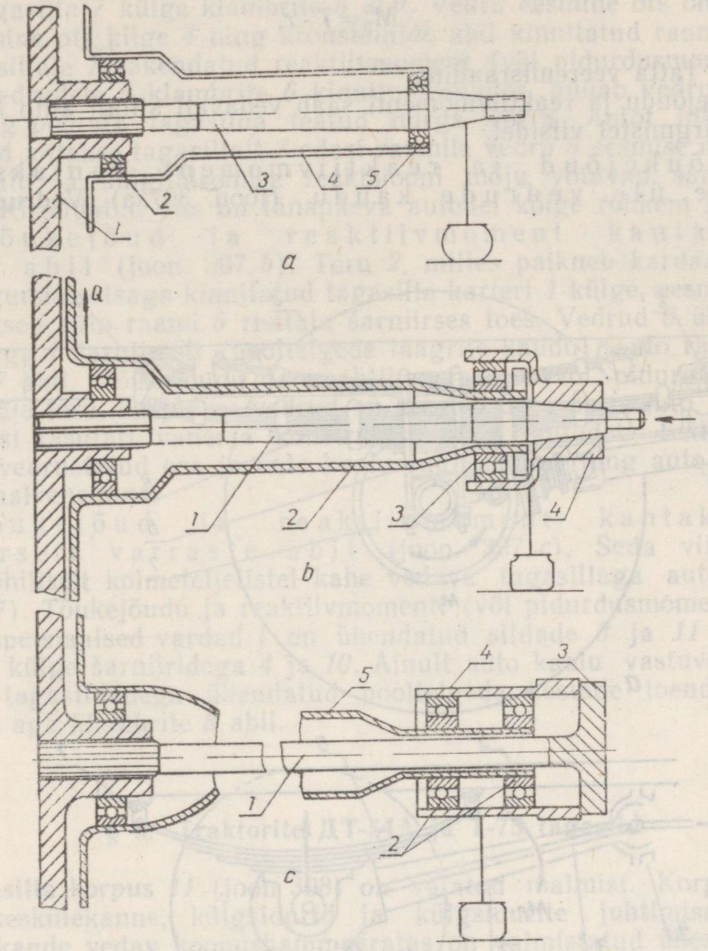
Auto sirgjoonelisel pidurdamiseta liikumisel $T=0$; $R=0$, seega mõjuvad tagasillale jõud P, G_a ja veomoment M_v. Auto pidurdamisel on $R=0$ ja $M_v=0$ ning tagasillale mõjuvad jõud T ja G_a. Auto külglibisemisel mõjuvad tagasillale jõud R ja G_a. Jõudude ja momentide tagajärjel tekivad auto tagasilla detailides painde- ja väändepinged, mis võivad olla igal vaadeldud juhtumil küllaltki suured. Vaatleme traktorite ja autode pooltelgede konstruktsioone ning neile mõjuvaid jõudusid P, G_a, R ja T. Pooltelg *3* (joon. 306, *a*) pöörleb diferentsiaalikarbi *1* laagril *2* ja pooltelje kesta *4* laagril *5*. Pooltelje *3* otsale on kinnitatud vedav ratas. Tööprotsessis on pooltelg *3* koormatud peale momendi M_v veel rattale mõjuva vertikaalkoormusega G_a, veojõuga P või pidurdusjõuga T ning külglibisemisel veel jõuga R. Vaadeldud tüüpi pooltelgesid nimetatakse *poolkoormatud pooltelgedeks*.



Joon. 305. Auto vedavatele ratastele mõjuvate jõudude ning momentide skeem.

Järgmise konstruktsiooni (joon. 306, *b*) puhul toetub pooltelg *1* sisemise otsaga samuti diferentsiaalikarbi laagrile *3*. Pooltelje välimine ots toetub aga ratta rummu *4* kaudu pooltelje kestale *2*. Tänu sellisele konstruktsioonile kannab pooltelg *1* üle veomomenti M_v ning on ainult osaliselt koormatud rattale mõjuvate jõududega P, T ja R. Säärast tüüpi pooltelgesid nimetatakse *veerandkoormatud pooltelgedeks*.

Võimalik on veel kolmas konstruktsioon (joon. 306, *c*), kus pooltelje *1* sisemine ots on paigaldatud samuti kui eelmistel, kuid pooltelje kesta *5* välimise otsa laagritel *2* asetseb ratta rumm *4*, mis ääriku 3 abil on ühendatud pooltelgega *1*. Säärase asetuse tulemusena ei mõju pooltelgele jõud P, G_a, R ja T ning see on koormatud ainult veomomendiga M_v. Jõud P, G_a, R ja T võetakse vastu pooltelje kesta *5* laagritega *2*. Viimaseid nimetatakse *koormamata pooltelgedeks*. Ratastraktoritel kasutatakse



Joon. 306. Poolteelgede tüübid:

a — poolkoormatud poolteelg: *1* — diferentsiaalikarp; *2* — laager; *3* — poolteelg; *4* — poolteelje kest; *5* — laager; *b* — veerandkoormatud poolteelg: *1* — poolteelg; *2* — poolteelje kest; *3* — laager; *4* — ratta rumm; *c* — koormamata poolteelg: *1* — poolteelg; *2* — laagrid; *3* — poolteelje äärik; *4* — ratta rumm; *5* — poolteelje kest.

poolkoormatud poolteelgesid. Auto M-20 «Pobeda» poolteljed on veerandkoormatud. Veoautodel ГАЗ-51А, ГАЗ-63, ЗИЛ-164, ЯМЗ-200 kasutatakse koormamata poolteelgi.

§ 8. Tõukejõu ülekandmise ja reaktiivmomendi vastuvõtmise viisid

Auto tagasillale mõjub reaktiivmoment, mis on võrdne, kuid vastassuunaline ratastele ülekantava veomomendiga. Reaktiivmoment M_r püüab pöörata kogu tagasilda vastassuunas rataste pöörlemisele. Tee vastureaktsiooni tulemusena mõjub tagasillale ja raamile autot liikuma panev tõukejõud P. Auto pidurdamisel veomomenti ratastele üle ei kanta ($M_v=0$), seepärast võrdub reaktiivmoment M_r samuti nulliga.

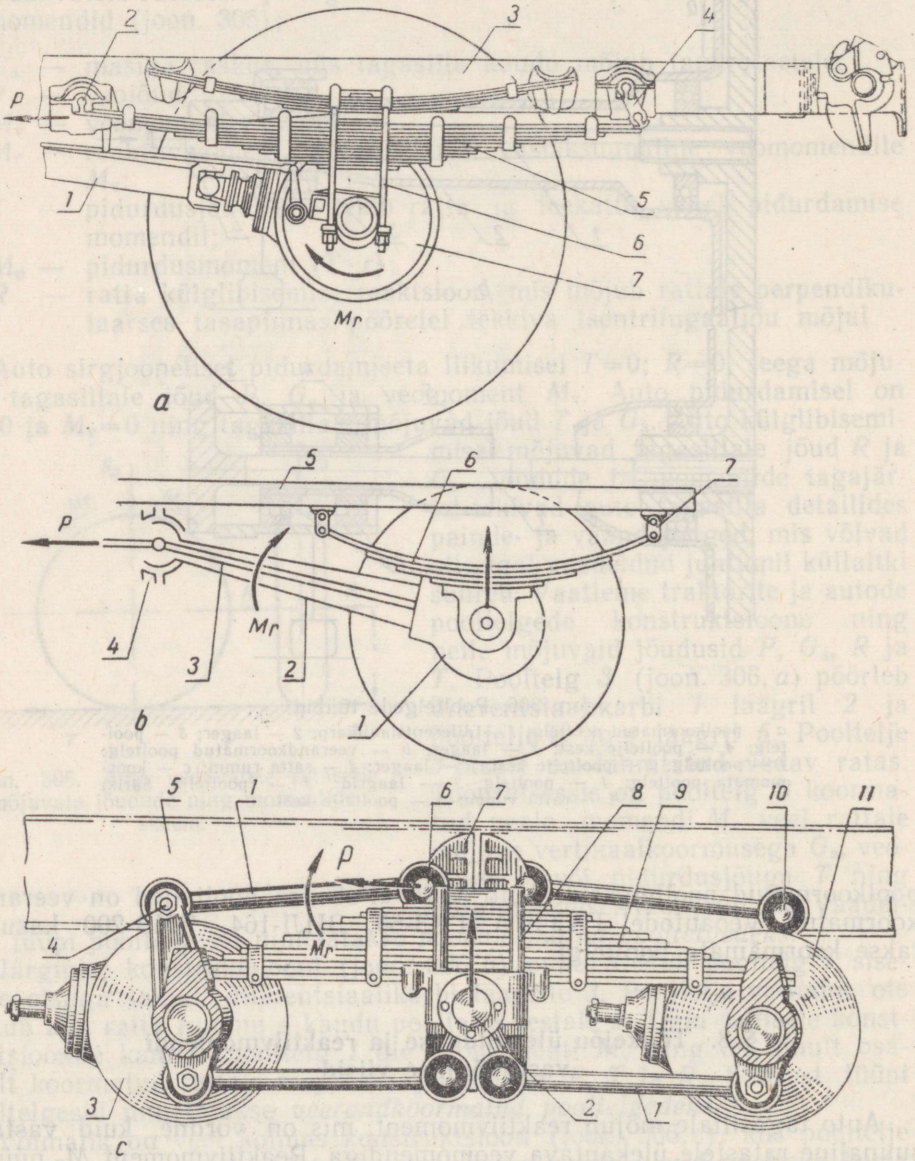
Pidurdusjõud T, mis on võrdne, kuid vastassuunaline tõukejõuga P, põhjustab pidurdusmomendi:

$$M_p = T \cdot r,$$

kus r — ratta veeremisraadius.

Tõukejõudu ja reaktiivmomenti saab vedavalt sillalt auto raamile üle kanda järgmistel viisidel.

1. Tõukejõud ja reaktiivmoment kantakse tagasillale üle vedrude kaudu (joon. 307, a). Vedrud on kinni-



Joon. 307. Tõukejõu ülekandmine ja reaktiivmomendi vastuvõtmine:

a — tõukejõu ülekandmine ja reaktiivmomendi vastuvõtmine vedrude kaudu: *1* — kardaanvõll; *2* — šarniir; *3* — auto raam; *4* — vedru kiik; *5* — vedru; *6* — klamber; *7* — tagasild; *b* — tõukejõu ülekandmine ja reaktiivmomendi vastuvõtmine toru kaudu: *1* — tagasild; *2* — toru; *3* — kardaanülekanne; *4* — kardaantoru šarniirne tugi; *5* — auto raam; *6* — vedru; *7* — vedru kiik; *c* — tõukejõu ülekandmine ja reaktiivmomendi vastuvõtmine šarniirsete varraste abil: *1* — varras; *2* — telg; *3* ja *11* — sillad; *4*, *6* ja *10* — šarniirid; *5* — auto raam; *7* — kronstein; *8* — klamber; *9* — vedru.

tatud tagasilla *7* külge klambrite *6* abil. Vedru eesmine ots on šarniiri *2* ja tagumine ots kiige *4* ning kronsteinide abil kinnitatud raami külge.

Tagasillale *7* rakendatud reaktiivmoment (või pidurdusmoment), mis mõjub vedrudele *5* klambrite *6* kinnituskohtades, püüab vedrusid painutada ning pöörata tagasilda teatud nurga võrra. Autot liikumapanev tõukejõud antakse tagasillalt *7* edasi raamile vedru *5* eesmise otsa kaudu. Auto kaalu ja külglibisemise reaktsiooni mõju võtavad samuti vastu vedrud. Kirjeldatud viis on tänapäeva autodel kõige rohkem levinud.

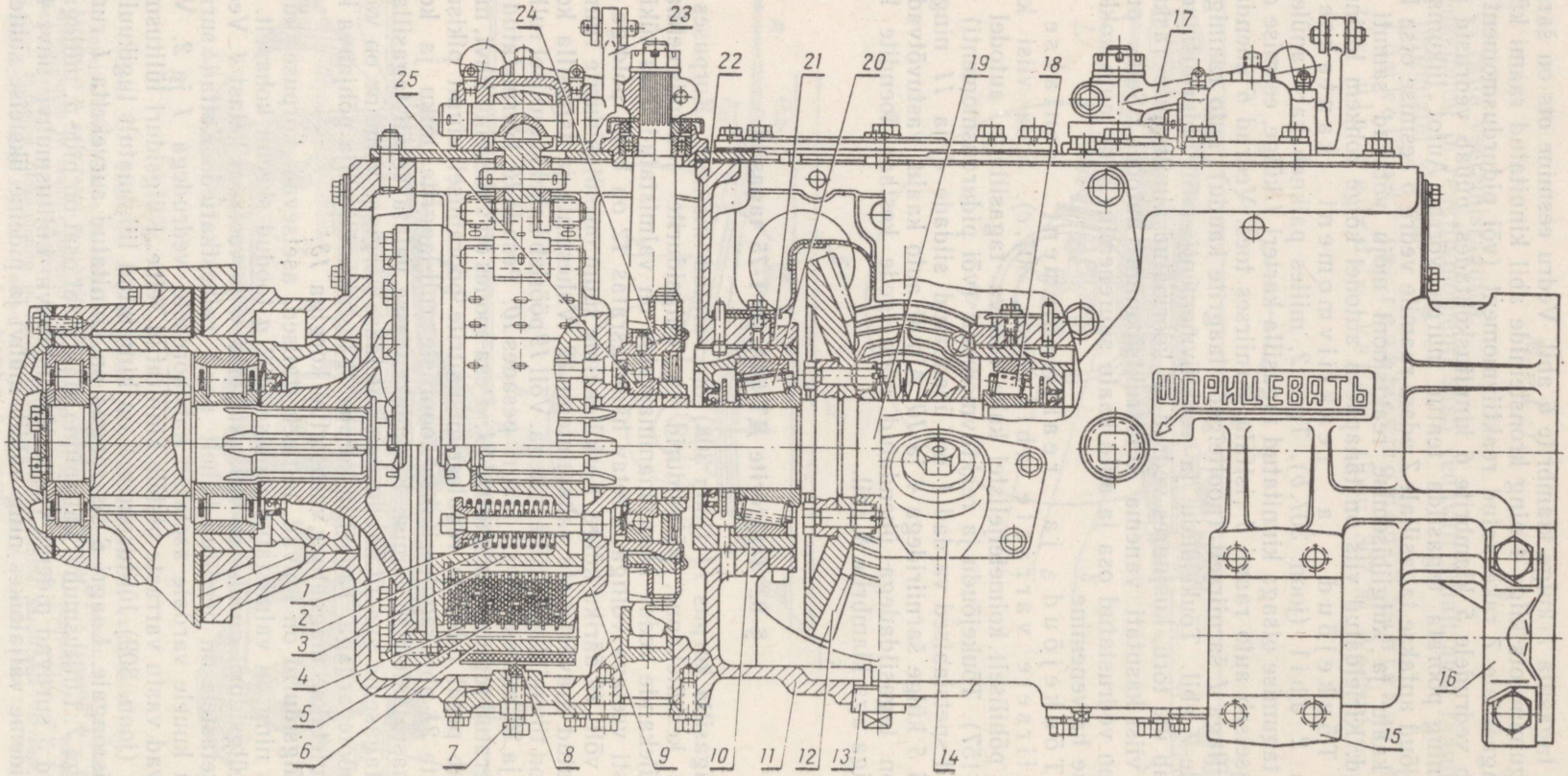
2. Tõukejõud ja reaktiivmoment kantakse üle toru *2* abil (joon. 307, *b*). Toru *2*, milles paikneb kardaanülekanne *3*, on tagumise otsaga kinnitatud tagasilla karteri *1* külge, eesmise otsaga aga asetseb auto raami *5* risttala šarniirses toes. Vedrud *6* ühendatakse tagasillaga *1* šarniirselt (pooltelgede laagrite kaudu), auto raamiga aga kiikede *7* abil. Tõukejõudu ja reaktiivmomenti (või pidurdusmomenti) kannab üle toru, kusjuures vedrud on koormatud ainult auto raskusega. Seda viisi kasutati vanema konstruktsiooniga autodel. Selle puuduseks on vedrustatud osa ja auto kaalu suurenemine ning auto kokkupandavuse halvenemine.

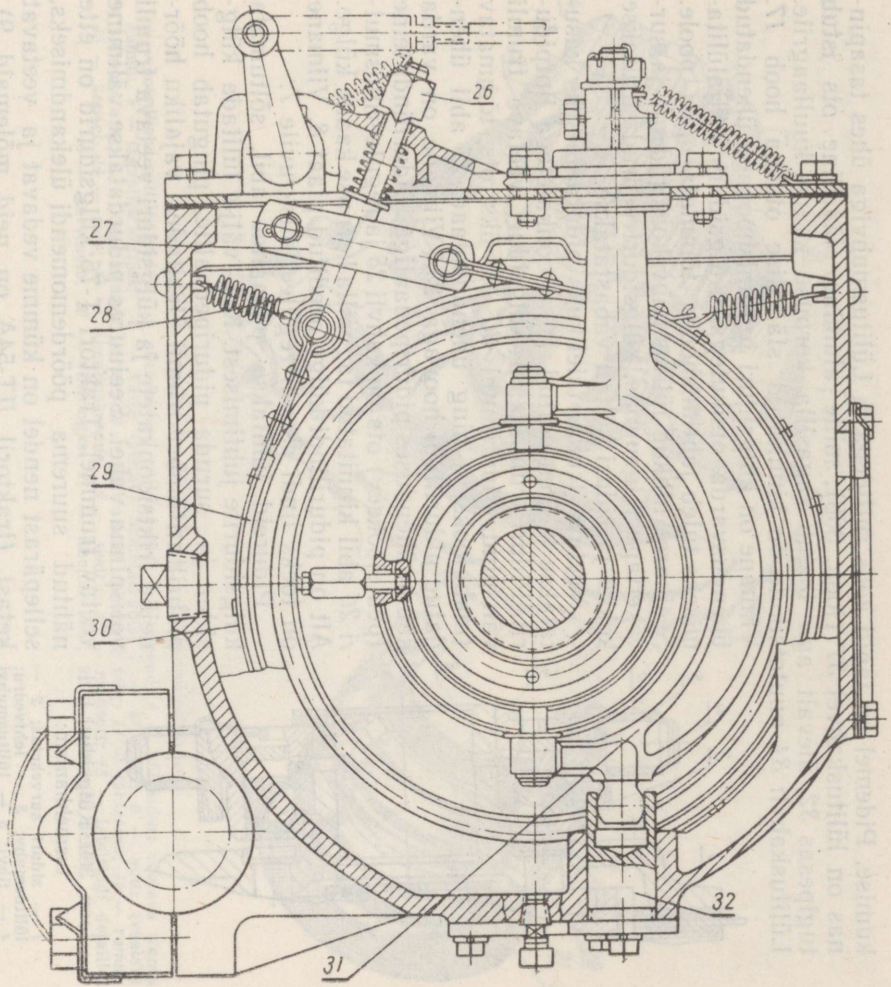
3. Tõukejõud ja reaktiivmoment kantakse üle šarniirsete varraste abil (joon. 307, *c*). Seda viisi kasutatakse põhiliselt kolmeteljelistel kahe vedava tagasillaga autodel (auto ЗИЛ-157). Tõukejõudu ja reaktiivmomenti (või pidurdusmomenti) vastuvõtvad spetsiaalsed vardad *1* on ühendatud sildade *3* ja *11* ning auto raami *5* külge šarniiridega *4* ja *10*. Ainult auto kaalu vastuvõtvad vedrud on tagasildadega ühendatud pooltelgede kestade toendite kaudu, raamiga aga klambrite *8* abil.

§ 9. Traktorite ДТ-54А ja Т-75 tagasild

Tagasilla korpus *11* (joon 308) on valatud malmist. Korpuses asetsevad keskülekanne, külgsidurid ja külgsidurite juhtimismehhanism. Keskülekande vedav koonushammasratas on valmistatud ühes tükis käigukasti veetava võlliga. Veetav hammasratas *12* on kuue poldiga kinnitatud võlli *19* ääriku külge. Keskülekande ruum on külgsidurite ruumidest eraldatud äravõetavate vaheseintega *22*. Vaheseinte ja tagasilla korpuse vahe on tihendatud vilttihenditega. Võll *19* pöörleb kahel koonilisel rull-laagril *18* ja *20*, mis asetsevad laagri pesades *10*. Pesade *10* keermetatud osale on keeratud reguleerimismutrid *21*. Pesa soones on vaheseina tihvt, mis võimaldab pesal nihkuda reguleerimismutrite pööramisel ainult pikisuunas. Mutrite *21* abil reguleeritakse kooniliste rull-laagrite lõtku ja koonushammasrataste hambumist. Keskülekandesse valatakse õli tagasilla korpuse tagaseina ava *14* kaudu, mis suletakse korgiga. Viimane on varustatud mõõtevardaga. Tagasilla korpusest lastakse õli välja põhjaava kaudu, mis suletakse magnetiga varustatud korgiga *13*.

Külgsidurid on kuivad, mitmekettalised, asetsevad korpuse külgruumides ning on valmistatud joonisel 302, *a* toodud skeemi kohaselt. Mõlemal külgsiduril on üheksa vedavat ketast *5* ja veetavat ketast *4*. Veetavatele ketastele on needitud kahelt poolt raibestkatted. Kettad surutakse kokku kuuele vardale asetatud kahekordsete vedrudega *1* ja *2*. Vedrud toetuvad vastu varraste otstele kinnitatud seibe. Külgsiduri lülitusmehhanismi (joon. 309) lülitusmuhv *2* on kinnitatud liikumatult tugikuullaagri *8* välisrõngale. Laagri *8* siserõngas on kinnitatud surveketta *1* rummule mutriga *7*. Lülitusmuhvi välispinna sfäärilisel osal on pide *5*, millega lehtvedrud *3* suruvad pideme vastu lülitusmuhvi. Lülitusmuhvi tihvt *4* asetseb pideme väljalõikes ning väldib muhvi ja pideme üksteise suhtes nih-

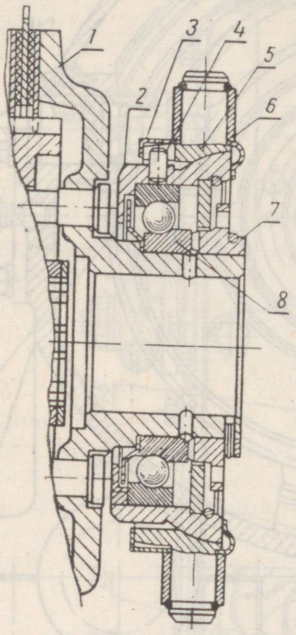

ШПРИЦЕВАТЬ
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25



Joon. 308 (järg). Traktori ДТ-54А tagasild:

1 — sisemine vedru; *2* — välimine vedru; *3* — vedav trummel; *4* — veetav ketas; *5* — vedav ketas; *6* — veetav trummel; *7* — reguleerimiskruvi; *8* — plaat; *9* — surveketas; *10* — laagri pesa; *11* — tagasilla korpus; *12* — keskülekande veetav koonushammasratas; *13* — magnetkork; *14* — õli sissevalamissuue; *15* — lai ühenduskäpp; *16* — kitsas ühenduskäpp; *17* — lülituskahvli hoob; *18* ja *20* — rull-laagrid; *19* — tagasilla võll; *21* ja *26* — reguleerimismutrid; *22* — vahesein; *23* — pidurilindi hoob; *24* — lülitusmuhv; *25* — lülitusmuhvi laager; *27* — ühendusplaat; *28* — kahvel; *29* — friktsioonkate; *30* — pidurilint; *31* — lülituskahvel; *32* — tugipesa.

kumise. Pidemel on tapid koos rullidega *6*. Lülitusmuhviga ühes tasapinnas on lülituskahvel *31* (joon. 308), mille alumine sfääriline ots istub tugipesas *32*, ülevalt aga toetub tagasilla korpuse kaane kuullaagrile. Lülituskahvli *31* nuutotsikule on kinnitatud sfäärilise otsaga hoob *17*.



Joon. 309. Külgsiduri lülitusmehhanism:

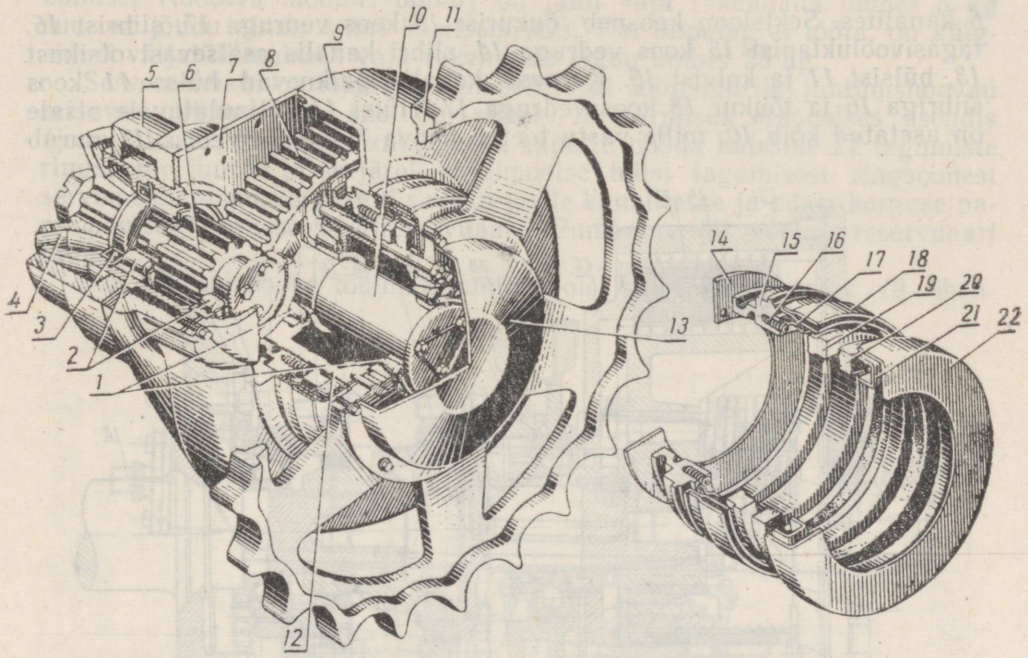
1 — siduri surveketas; *2* — lülitusmuhv; *3* — lehtvedru; *4* — tihvt; *5* — lülitusmuhvi pide; *6* — tapi rull; *7* — mutter; *8* — survelaager.

Viimane on külgsiduri juhtimishoovaga ühendatud ühendusvarda otsikutega. Külgsiduri väljalülitamiseks tuleb juhtimishooba tõmmata enda poole. Seejuures nihkub lülitusmuhv koos pideme ja survekettaga telgsuunas, külgsiduri vedrud surutakse kokku ja siduri kettad vabastatakse.

Veetava trumli täielikuks pidurdamiseks kasutatakse külgeneeditud friktsioonkatetega lintpidurit. Piduri trumliks on külgsiduri veetava trumli välispind. Pidurilindil *30* on üks ots tõmmatav (mahajooksev) ning ühendusplaadi *27* abil ühendatud pidurilindi hoovaga *23*. Viimane on varda kaudu ühenduses piduripedaaliga. Pidurilindi teine (pealejooksev) ots on kahvli *28* ja reguleerimismutri *26* abil kinnitatud tagasilla korpuse kaane külge. Alt on pidurilindi külge needitud plaat *8*. Viimane on toeks lindi asendi reguleerimiskruvile *7*.

Pidureid juhitakse pedaalide abil, sõltumata külgsidurite juhtimisest. Kui. välja lülitada külgsidur ja suruda piduripedaalile, pingutab hoob pidurilinti ümber trumli, tekitades vajaliku hõõrdejõu friktsioonkatete ja külgsiduri veetava trumli välispinna vahel. Seejuures pidurdatakse välimine veetav trummel. Traktori T-75 külgsidurid on ette nähtud suurema pöördemomendi ülekandmiseks, sellepärast nendel on kümme vedavat ja veetavat ketast (traktoril ДТ-54А on neid mõlemaid 9). Ketaste friktsioonkatted on valmistatud kulumiskindlamast materjalist (frivaniidist).

Lõppülekanne (joon. 310) on ühekordne, sirgete silindriliste hammasratastega *6* ja *8*. Hammasrattad asetsevad karteris *9*, mis koos terasest külglehega *7* on poltidega kinnitatud tagasilla korpuse *5* külge. Vedav hammasratas *6* pöörleb spetsiaalsesse pesasse paigutatud kahel silindrilisel rull-laagril *2*. Laagrite pesa on pressitud tagasilla korpuse treitud pesadesse ning on tsentreeritud lõppülekande korpuse treitud avaga. Hammasratta *6* nuutotsikule on mutriga kinnitatud veetava trumli rumm *4*. Hammasratta välimine ots on kaetud kaanega. Õli sattumist külgsiduri ruumi takistab laagrite pesa soonde asetatud tihend *3*. Veetav hammasratas *8* on poltidega kinnitatud rummu *12* külge. Poldid läbivad rummu avasid ning on kinnitatud tähtratta *11* rummu külge. Rumm pöörleb kahel koonilisel rull-laagril *1*. Rummu torukujuline telg *10* on kinnitatud raami kronsteinide külge. Lõppülekannet õlitab selle karterisse valatud õli. Rummu koonilisi rull-laagreid *1* reguleeritakse tugiseibi vahele asetatud vahelehtedega.



Joon. 310. Traktorite ДТ-54А ja Т-75 lõppülekanne:

1 — koonilised rull-laagrid; *2* — silindrilised rull-laagrid; *3* — tihend; *4* — külgsiduri veetava trumli rumm; *5* — tagasilla korpus; *6* — väike (vedav) hammasratas; *7* — külgleht; *8* — suur (veetav) hammasratas; *9* — lõppülekande karter; *10* — tähtrataste rummude telg; *11* — tähtratas; *12* — rumm; *13* — kapsel; *14* — seib; *15* — tihenduskorpus; *16* — vedru; *17* — mansett; *18* — labürindi detailid; *19* — surveseib; *20* — viltrõngas; *21* — tihendi kest; *22* — labürindi detail.

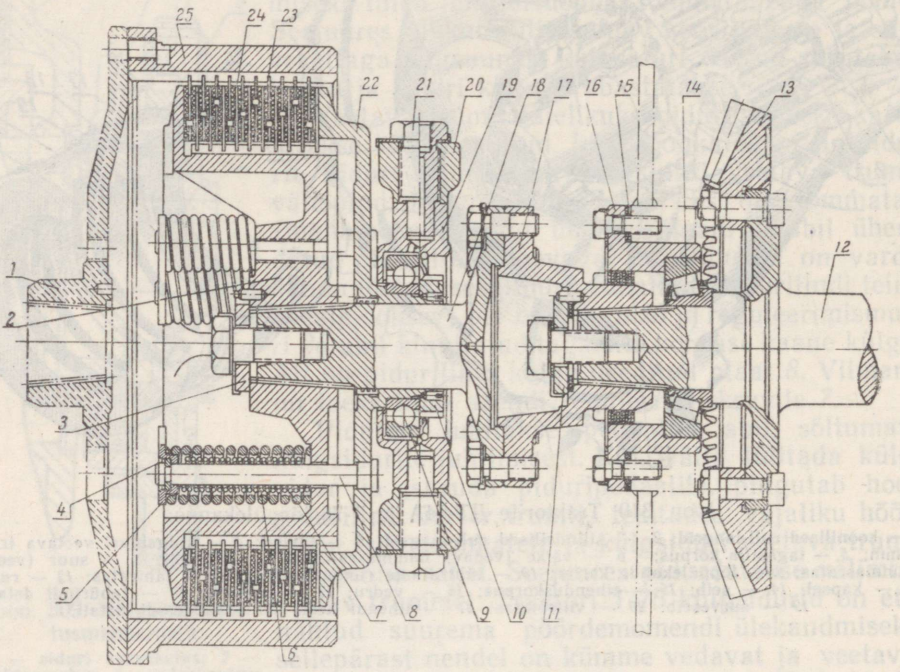
§ 10. Traktori С-100 tagasilla ehituse ja juhtimismehhanismi iseärasused

Traktori С-100 tagasilla korpus on kokku keevitatud terasdetailidest. Keskülekanne asetseb korpuse keskmises ruumis ja kujutab endast hammasrataste paari. Erinevalt traktoritest ДТ-54А, Т-75 ja Т-38 on keskülekande ja külgsidurite võll lahtivõetav; külgsidurite poolteljed *18* (joon. 311) on valmistatud eraldi ning ühendatakse võlliga *12* äärikute *17* abil. Rull-laagrid *14* asetsevad vaheseinte äärikute külge kinnitatud pesades *16*.

Keskülekannet õlitab keskmisesse ruumi valatud õli. Külgsidurid on ehitatud joonisel 302, *a* näidatud skeemi kohaselt. Vedav trummel *2* (joon. 311) on kinnitatud pooltelje *18* nuutidele. Vedavaid ja veetavaid kettaid on mõlemaid kümme; veetavad kettad on raibestist katetega.

Traktori С-100 juhtimismehhanismi konstruktsiooni iseärasuseks on külgsidurite väljalülitamist kergendav hüdrovõimendaja (servomehhanism). Servomehhanism (joon. 312) asetseb tagasilla korpusel ja koosneb hammasratas-õlipumbast ja servomehhanismist endast. Õlipumba põhilisteks osadeks on korpus *21*, hammasrattad *3* ja *4*, kaas ning ajamivõll *23* koos hammasrattaga *22*. Ajamihammasratas *22* hambub käigukasti vedava võlli hammasrattaga. Pump tekitab süsteemis õlirõhu umbes 30 kg/cm^2. Õlipump on kinnitatud servomehhanismi korpuse *6* alumise poole külge. Õli valatakse servomehhanismi ja õlipumba korpustesse korgiga *1* suletavast avast. Õli puhastamiseks on täiteavas ja õlipumbal filtrid *2* ja *24*. Servomehhanism on kahe sõltumatult töötava sektsiooniga (parempoolse ja vasakpoolse külgsiduri jaoks), mis asetsevad korpuse

6 kanalites. Sektsioon koosneb tõukurist *18* koos vedruga *17*, siibrist *16*, tagasivooluklapist *15* koos vedruga *14*, siibri kanalis asetsevast otsikust *13*, hülsist *11* ja kolvist *10*. Korpuse kanalis paiknevad hülss *11* koos siibriga *16* ja tõukur *18* koos vedruga *17*. Hülsi *11* väljaulatuvale otsale on asetatud kolb *10*, mille vastu toetub hoova *7* rull *9*. Vedru *17* surub



Joon. 311. Traktori C-100 keskülekanne ja külgsidur:

1 — veetava trumli äärik; *2* — vedav trummel; *3* — seib; *4* — poolrõngas; *5* — vedrutaldrik; *6* — sisemine vedru; *7* — välimine vedru; *8* — varras; *9* — lülitusmuhvi survelaager; *10* — mutter; *11* seib; *12* — keskülekande võll; *13* — keskülekande veetav koonushammasratas; *14* — rull-laager; *15* — reguleerimisvahelehed; *16* — laagri pesa; *17* — ühendusäärik; *18* — külgsiduri pooltelg; *19* — külgsiduri lülitusmuhv; *20* — lülitushoob; *21* — lülitushoova sõrm; *22* — surveketas; *23* — veetav ketas; *24* — vedav ketas; *25* — veetav trummel.

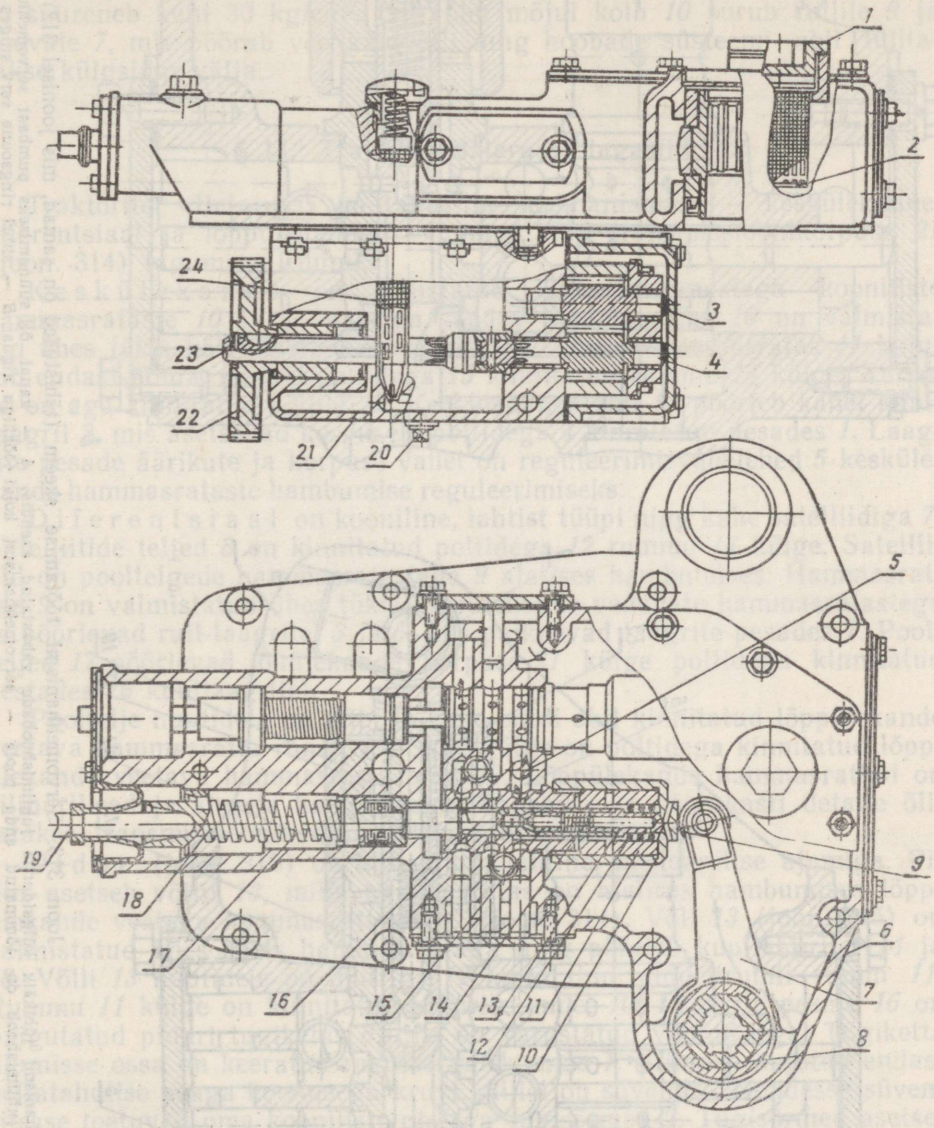
tõukurit *18* väljapoole, kusjuures tõukuri sisemine ots toetub vastu siibrit *16*. Tõukur, mis asub hülsis *11*, on kuue siibri sisekanalisse suubuva radiaalavaga. Siibri *16* välispind on hülsi *11* avadest õli läbilaskmiseks ringsoonega. Siibri kanalis asetseb tagasivooluklapp *15* koos vedruga *14*. Klapi *15* avade kaudu saab õli voolata siibrist *16* klappi. Siibri *16* kanalis asetsev otsik *13* toetub oma koonilise otsaga töökäigul kolvi *10* põhjas olevasse pesasse. See võimaldab muuta kolvi väljumisava, mis suubub nelja kanalisse.

Hülsi *11* otsal asetsev kolb *10* saab sellel liikuda pikisuunas. Hülss *11* on pressitud korpuse *6* kanalisse. Hülsil on kuue avaga ringsooned, mis ühendavad korpuse kanaleid siibriga. Hülsis on veel kaks süvendit; neist eesmine laseb õli siibri *16* radiaalavade juurde, tagumine aga on vajalik õli laskmiseks siibri *16* otsikust *13* kolvi *10* juurde. Otsikus *13* on nelja radiaalavaga kanal. Nende avade kaudu väljub õli kolvi *10* juurde. Otsikule *13* asetatud vedru *12* surub kolvi *10* vastu rulli *9*, mis asetseb vabalt hoova *7* teljel. Hoob *7* asub külgsiduri lülitusmehhanismi vertikaalvõlliku nuutpuksil *8*. Lülitusmehhanism koosneb vertikaalvõllikust, hoovast, reguleerimiskahvlist, sfäärilisest mutrist, lülitushoovast ja survelaagrist koos korpusega. Külgsiduri juhtimishoova tõm-

bamisel (töötava mootori puhul) on juhil vaja rakendada umbes 5 kg suurust jõudu ainult siibri käsitsemiseks. Kui õlipump ei tööta, on külgsiduri väljalülitamiseks vaja rakendada jõudu umbes 25 kg.

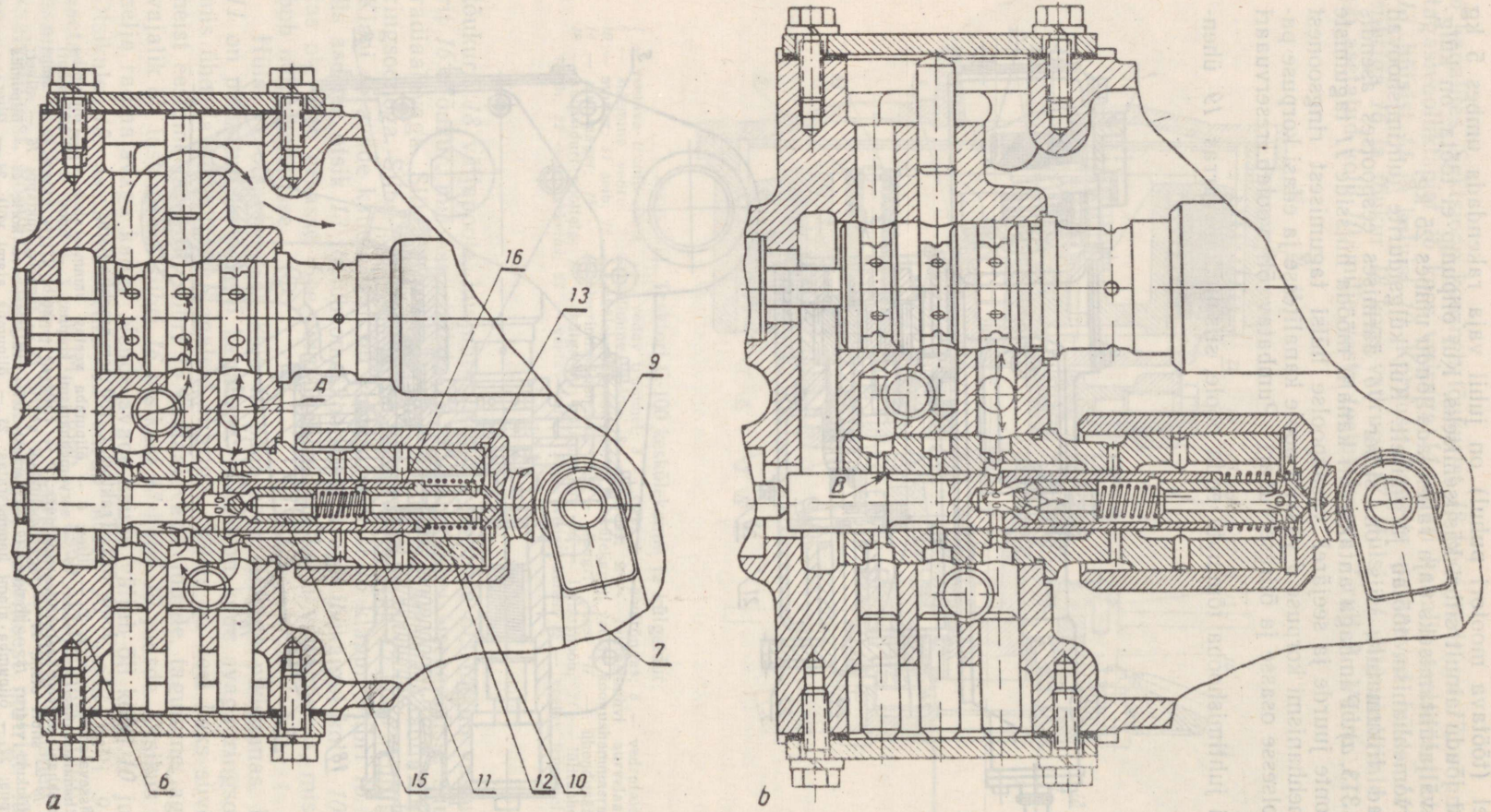
Servomehhanism töötab järgmiselt. Kui külgsidurite juhtimishoovad seisavad liikumatult, siis on siiber *16* äärmises eespoolses asendis (joon. 313, *a*). Pumbaga antakse õli kanalit mööda hülsside *11* tagumiste ringsoonte juurde ja seejärel vasakpoolse hülsi tagumisest ringsoonest servomehhanismi korpuse *6* vasaku poole kanalitesse ja edasi korpuse parempoolsesse osasse ja õlireservuaari. Pumbatav õli voolab reservuaari tagasi.

Kui juhtimishooba tõmmata enda poole, siis lükkab varras *19* ühen-



Joon. 312. Traktori C-100 servomehhanism:

1 — sissevalamisava kork; *2* — filter; *3* — õlipumba veetav hammasratas; *4* — õlipumba vedav hammasratas; *5* — kanal; *6* — servomehhanismi korpus; *7* — hoob; *8* — külgsiduri lülitusmehhanismi vertikaalvõlliku nuutpuks; *9* — rull; *10* — kolb; *11* — hülss; *12* — siibri vedru; *13* — siibri otsik; *14* — tagasivooluklapi vedru; *15* — tagasivooluklapp; *16* — siiber; *17* — tõukuri vedru; *18* — tõukur; *19* — varras; *20* — väljalaskeava kork; *21* — õlipumba korpus; *22* — õlipumba ajami hammasratas; *23* — õlipumba ajami võll; *24* — filter.



Joon. 313. Servomehhanismi töötamise skeem (tähistused on samad, mis joonisel 312);
a — servomehhanismi tühikäik külgsiduriite juhtimishoobade vabastatud asendis; *A* — kanal õli suunamiseks pumbast servomehhanismi; *b* — vasakpoolse külgsiduri juhtimishoob on tõmmatud enda poole — servomehhanismi kolvi töökäigu algus; *B* — siibri ringsoone serv sulges väljumisava hülsis.

dusvarda kaudu (joon. 312) tõukurit *18* ning siibrit *16* (joon. 313, *b*) nihutatakse tagasisuunas. Siibri liikumisel esineb kolm üksteisele järgnevat tööfaasi.

Algul avanevad siibri *16* kuus radiaalava ning osa õli, voolates nendest läbi, avab tagasivooluklapi *15* ning satub siibri *16* kanalisse. Läbi siibri otsiku *13* radiaalava ja kolvi *10* väljumisava kaudu voolab õli reservuaari tagasi.

Järgnevalt suleb siibri *16* ringsoone serv *B* hülsi *11* eespoolsed radiaalavad (ülevooluavad) ning õli ülevool lakkab. Kogu õli voolab läbi siibri *16* kanali ja kolvi *10* väljumisava. Õli rõhk suureneb.

Seejärel toetub siibri *16* otsik *13* kolvi *10* põhjas olevasse pesasse, sulgedes väljumisava. Toimub siibri töökäik (joon. 313, *b*). Õli rõhk kolvis *10* suureneb kuni 30 kg/cm². Õli rõhu mõjul kolb *10* surub rullile *9* ja hoovale *7*, mis pöörab vertikaalvõlli ning hoobade süsteemi abil lülitatakse külgsidur välja.

§ 11. Traktori «Belaruss» tagasild

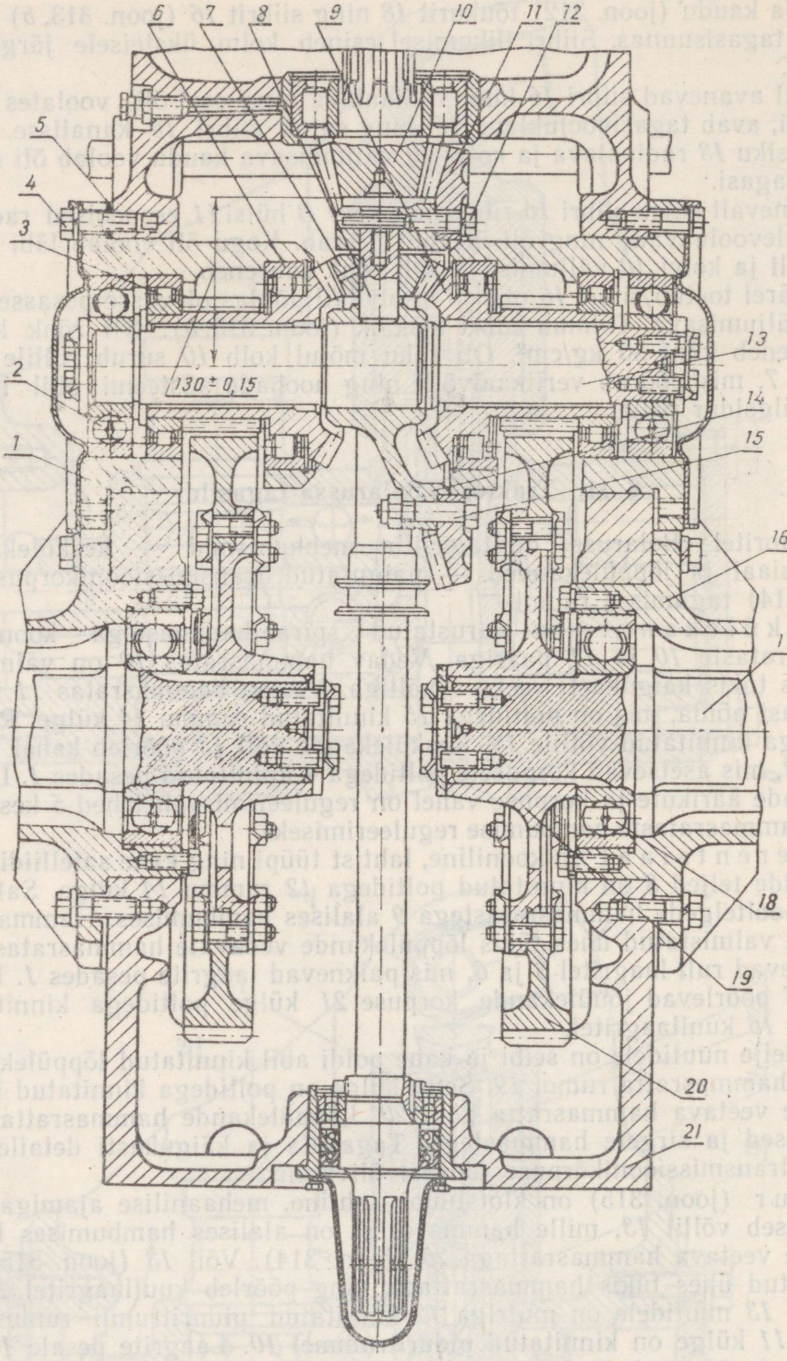
Traktoritel «Belaruss» on tagasilla mehhanismid — keskülekanne, diferentsiaal ja lõppülekanded — paigutatud transmissioonikorpuse *21* (joon. 314) tagumisse ruumi.

K e s k ü l e k a n n e on varustatud spiraalhammastega kooniliste hammasrataste *10* ja *11* paariga. Vedav hammasratas *10* on valmistatud ühes tükis käigukasti veetava võlliga. Veetav hammasratas *11* kujutab endast pöida, mis on poltidega *15* kinnitatud rummu *14* külge. Rumm *14* on aga kinnitatud võllile *13*. Keskülekande võll *13* pöörleb kahel kuullaagril *2*, mis asetsevad korpusele poltidega *4* kinnitatud pesades *1*. Laagrite pesade äärikute ja korpuse vahel on reguleerimisvahelehed *5* keskülekande hammasrataste hambumise reguleerimiseks.

D i f e r e n t s i a a l on kooniline, lahtist tüüpi ning kahe satelliidiga *7*. Satelliitide teljed *8* on kinnitatud poltidega *12* rummu *14* külge. Satelliidid on pooltelgede hammasratastega *9* alalises hambumises. Hammasrattad *9* on valmistatud ühes tükis lõppülekande vedavate hammasratastega ja pöörlevad rull-laagritel *3* ja *6*, mis paiknevad laagrite pesades *1*. Pooltelged *17* pöörlevad jõuülekande korpuse *21* külge poltidega kinnitatud kestades *16* kuullaagritel.

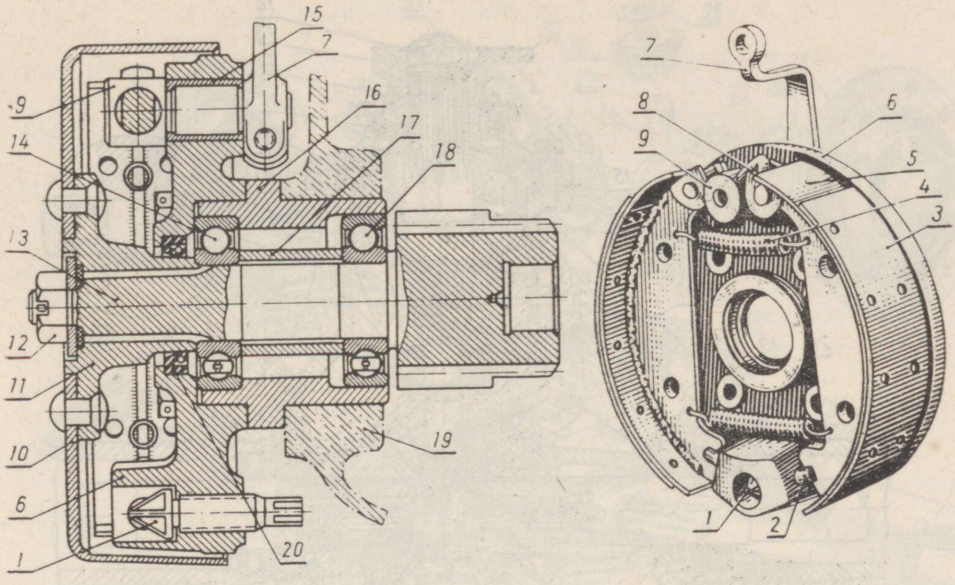
Pooltelje nuutidele on seibi ja kahe poldi abil kinnitatud lõppülekande veetava hammasratta rumm *19*. Selle külge on poltidega kinnitatud lõppülekande veetava hammasratta pöid *20*. Lõppülekande hammasrattad on silindrilised ja sirgete hammastega. Tagasilla ja käigukasti detaile õlitatakse transmissioonikorpuse ühisest õlivannist.

P i d u r (joon. 315) on klotstüüpi, lahtine, mehaanilise ajamiga. Pidur asetseb võllil *13*, mille hammasratas on alalises hambumises lõppülekande veetava hammasrattaga *20* (joon. 314). Võll *13* (joon. 315) on valmistatud ühes tükis hammasrattaga ning pöörleb kuullaagritel *14* ja *18*. Võlli *13* nuutidele on mutriga *12* kinnitatud piduritrumli rumm *11*. Rummu *11* külge on kinnitatud piduritrummel *10*. Laagrite pesale *16* on paigutatud piduri tugiketas *6*, mis on varustatud valanditega. Tugiketta alumisse ossa on keeratud reguleerimiskoonus *1*. Viimane kujutab endast neljatahulise peaga koonusega kruvi, millel on süvendid. Nendesse süvenditesse toetuvad oma kooniliste otstega tugisõrmed *2*. Tugisõrmed asetsevad tugiketta *6* väljaulatise aukudes ning nendevaheline nurk on 144°. Tugisõrmede *2* teistes otstes on väljalõiked, kuhu toetuvad piduriklotside *5* ribide alumised otsad. Piduriklotside *5* ribide alumistel otstel on samuti väljalõiked, mille servad haaravad tugisõrmi. Selline konstruktsioon võimaldab piduriklotse laiali suruda ning hoida neid nihkumast tugisõrmede



Joon. 314. Traktorite «Belaruss» tagasild:

1 — laagripesa; *2* ja *18* — kuullaagrid; *3* ja *6* — rull-laagrid; *4*, *12* ja *15* — poldid; *5* — reguleerimisvahelehed; *7* — satelliit; *8* — telg; *9* — pooltelje hammasratas; *10* — keskülekande vedav hammasratas; *11* — keskülekande veetav hammasratas; *13* — keskülekande võll; *14* — rumm; *16* — pooltelje kest; *17* — pooltelg; *19* — lõppülekande veetava hammasratta rumm; *20* — lõppülekande veetava hammasratta põid; *21* — transmissiooni korpus.



Joon. 315. Traktorite «Belaruss» pidur:

1 — reguleerimiskoonus; *2* — tugisõrm; *3* — friktsioonkate; *4* — pidurivedru; *5* — piduriklots; *6* — piduri tugiketas; *7* — pidurihoob; *8* — laialisuruv nukk; *9* — laialisuruva nuki võllik; *10* — piduritrummel; *11* — piduritrumli rumm; *12* — kroonmutter; *13* — pidurivõll; *14* ja *18* — kuullaagrid; *15* — puks; *16* — laagrite pesa; *17* — vahepuks; *19* — transmissiooni korpus; *20* — isesuruv tihend.

suhtes. Tugiketta ülemises puksis *15* paikneb võllik *9*, mille avas on laialisuruv nukk *8*. Selle nuki vastu toetuvad rullide kaudu piduriklotside *5* ülemised otsad. Hõõrdejõu suurendamiseks piduriklotside ja piduritrumli vahel on piduriklotsid varustatud friktsioonmaterjalist katetega. Piduriklotsid tõmmatakse vastu nukki *8* ja tugisõrmi *2* vedrudega *4*. Nuki võllikule on kinnitatud pidurihoob *7*, mis varraste ja hoobade abil on ühendatud piduripedaaliga. Surudes piduripedaalile, pöörab hoob *7* võllikut *9* koos nukiga *8*. Viimane surub rullide kaudu piduriklotsidele *5* ja surub need vastu trumlit *10*, tekitades vajaliku pidurdusmomendi.

§ 12. Auto ГАЗ-51А tagasild

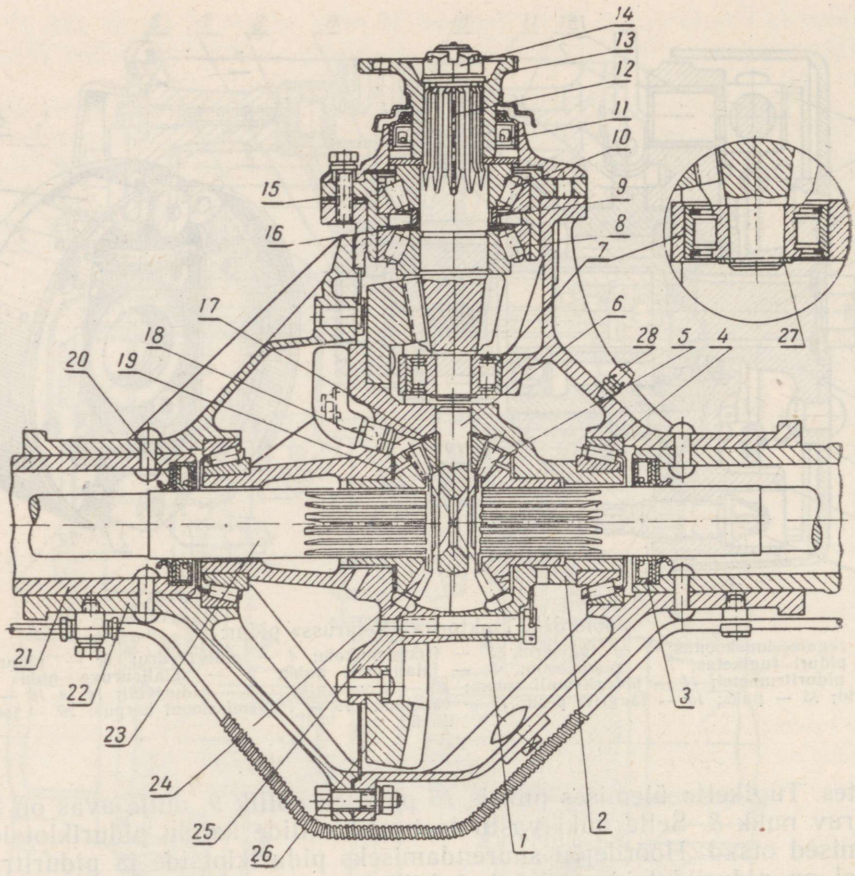
Auto ГАЗ-51А tagasilla (joon. 316) mehhanismid asetsevad kahest poolest koosnevas karteris *22*, mille külge on kinnitatud pooltelgede kestad *21*.

Peaülekanne on ühekordne, kooniline, spiraalhammastega.

Vedava hammasrattaga ühes tükis valmistatud võll *12* pöörleb kolmel laagril *10*, *8* ja *7*.

Veetav hammasratas *26* on needitud diferentsiaalikarbi vasaku poole *25* külge.

Diferentsiaal on kinnist tüüpi, kooniline, nelja satelliidiga *5*. Diferentsiaalikarp koosneb kahest poolest *2* ja *25*, mis on ühendatud poltidega *1*. Diferentsiaalikarp pöörleb koonilistel rull-laagritel *4*. Karbis asetsevad ristmik *6* koos satelliitidega, mis hambuvad pooltelgede hammasratastega *24*. Satelliidid *5* ja hammasrattad *24* on varustatud termiliselt töödeldud tugiseibidega *19* ja *17*, mis võtavad vastu telgkoormused. Koormamata tüüpi (vaata joon. 306, *c*) pooltelged on hammasratastega *24* ühendatud nuutide abil.



Joon. 316. Auto ГАЗ-51А tagasild:

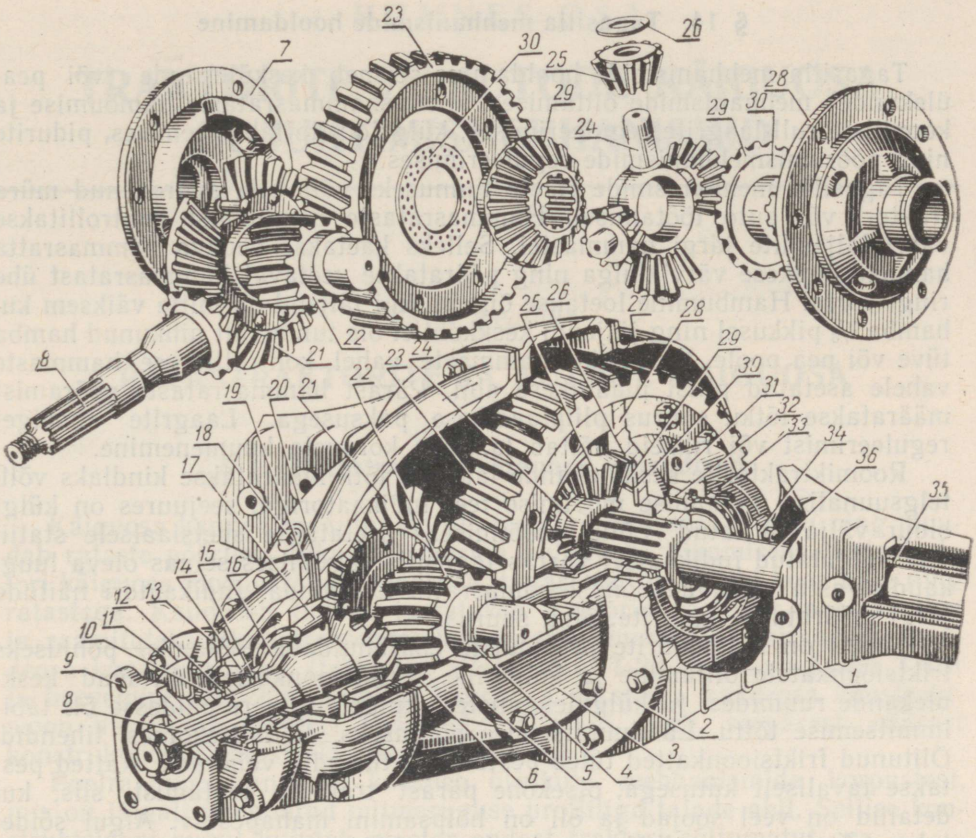
1 — polt; *2* — diferentsiaalikarbi parempoolne äärik; *3* — tihend; *4*, *8* ja *10* — koonilised rull-laagrid; *5* — satelliit; *6* — ristmik; *7* — rull-laager; *9* — vahepuks; *11* — tihend; *12* — peaülekande vedav võll koos hammasrattaga; *13* — kardaanvõlli kinnitusäärik; *14* — mutter; *15* ja *16* — reguleerimisvahelehed; *17* ja *19* — tugiseibid; *18* — õlipüüdja; *20* — tihend; *21* — pooltelje kest; *22* — tagasilla karter; *23* — pooltelg; *24* — pooltelje hammasratas; *25* — diferentsiaalikarbi vasaku poole äärik; *26* — peaülekande veetav hammasratas; *27* — lukustusrõngas; *28* — rõhutasandi.

Tagasilla detaile õlitatakse karterisse valatud õliga. Laagrite *8* ja *10* paremaks õlitamiseks juhitakse neile õli spetsiaalsete kanalite kaudu. Õlipüüdja *18* võimaldab õlitada diferentsiaali hammasrattaid vajaliku hulga õliga.

§ 13. Auto ЗИЛ-164 tagasild

Auto ЗИЛ-164 tagasild (joon. 317) koosneb omavahel ühendatud karteritest *1*, *2* ja *19* ning nendes paiknevatest peaülekandest ja diferentsiaalist.

Peaülekanne on kahekordne ning koosneb spiraalhammastega koonushammasrataste paarist *8* ja *21* ning kaldhammastega silinderhammasrataste paarist *22* ja *23*. Vedav koonushammasratas *8* on valmistatud ühes tükis võlliga ja pöörleb karteris *19* asetsevatel rull-laagritel *14* ja *17*. Laagrite karteri *19* ääriku ja peaülekande karteri *2* vahel on reguleerimisvahelehed *20*, mis on ette nähtud koonushammasrataste *8* ja *21* hambumise reguleerimiseks. Laagrite vahele on asetatud vahepuks *16* ja



Joon. 317. Auto ЗИЛ-164 tagasild:

1 — tagasilla karter; *2* — peaülekande karter; *3* — peaülekande karteri laagri kaas; *4* — vedava silinderhammasratta kooniline rull-laager; *5* ja *20* — reguleerimisvahelehed; *6* — õlitasku õli suunamiseks laagritele; *7* — diferentsiaalikarbi parempoolne äärik; *8* — peaülekande vedav koonushammasratas; *9* — kardaanvõlli kinnitusäärik; *10* — tihend; *11* — eespoolse laagri kaas; *12* — tugirõngas; *13* — eespoolse laagri kaane tihend; *14* ja *17* — vedava koonushammasratta laagrid; *15* — reguleerimisseibid; *16* — laagrite vahepuks; *18* — õli sissevalamisava kork; *19* — vedava koonushammasratta laagrite karter; *21* — peaülekande veetav koonushammasratas; *22* — peaülekande vedav silinderhammasratas; *23* — peaülekande veetav silinderhammasratas; *24* — diferentsiaali ristmik; *25* — satelliit; *26* — satelliidi tugiseib; *27* — tagasilla karteri kaas; *28* — diferentsiaalikarbi vasakpoolne äärik; *29* — pooltelje hammasratas; *30* — pooltelje hammasratta tugiseib; *31* — kaas diferentsiaali laagri kinnitamiseks; *32* — diferentsiaali laager; *33* — reguleerimismutter; *34* — reguleerimismutri lukustajad; *35* — pooltelje toru; *36* — pooltelg.

lihvitud seibid *15*. Seibide *15* valikuga saadakse laagrite normaalne pingutus, kusjuures kardaanvõlli kinnitusääriku *9* mutter peab hammasratta *8* võllil olema kinni pingutatud. Veetav koonushammasratas *21* on pressitud võllile, mis on valmistatud ühes tükis vedavate silinderhammasrattaga *22* ja on needitud võlli ääriku külge. Hammasratas *21* on koos võlli ja kooniliste rull-laagrite *4* siserõngastega paigutatud peaülekande karterisse *2*. Hammasratas *22* hambub veetava hammasrattaga *23*, mis on poltidega kinnitatud diferentsiaalikarbi poolte *7* ja *28* äärikute vahele. Diferentsiaalikarp pöörleb koonilistel rull-laagritel *32*, mis paiknevad tagasilla korpuses ja on kinnitatud kaantega *31* ning reguleerimismutritega *33*. Mutrite *33* asend fikseeritakse lukustajatega *34*.

Diferentsiaal on koonilist tüüpi, nelja satelliidiga. See koosneb lahtivõetava diferentsiaalikarbi pooltest *7* ja *28*, ristmikust *24* koos satelliitidega *25*. Satelliidid hambuvad pooltelgede hammasratastega *29*, mis asetsevad pooltelgede *36* nuutidel.

Peaülekande karteris *2* on õlitaskud *6*, mis kindlustavad koonushammasrataste paari *8* ja *21* küllaldase õlitamise.

§ 14. Tagasilla mehhanismide hooldamine

Tagasilla mehhanismide hooldamine seisneb keskülekande (või peaülekande) mehhanismide õlitamises, koonushammasrataste hambumise ja kooniliste rull-laagrite reguleerimises, külgsidurite läbipesemises, pidurite ning pööramismehhanismide reguleerimises.

Tagasilla mehhanismide rikete tunnuseks võib olla suurenenud müra traktori või auto töötamisel. Hammasrataste hambumist kontrollitakse värvi jäljendite järgi hammastel. Selleks kaetakse vedava hammasratta hambad õhukese värvikihiga ning pööratakse veetavat hammasratast ühe ringi võrra. Hambumine loetakse õigeks, kui jäljend on mitte väiksem kui hamba $^2/_3$ pikkusel ning jäljendi keskkoht ei ole tunduvalt nihkunud hamba tüve või pea poole. Külglõtku hammaste vahel kontrollitakse hammaste vahele asetatud pliist plaadikese abil. Pärast hammasrataste pööramist määratakse lõtku suurus pliiplaadikese paksusega. Laagrite ebaõiget reguleerimist või rikkeid näitab laagrite korpuste kuumenemine.

Roomiktraktorite keskülekande laagrite lõtk määratakse kindlaks võlli telgsuunalise nihkumise mõõtmise teel indikaatoriga, seejuures on külgsidur välja lülitatud. Lõtku mõõtmiseks asetatakse spetsiaalsele statiivile paigutatud indikaatori varras tagasilla tagumises seinas oleva luugi kaudu vastu veetava koonushammasratta lauppinda. Indikaatori näitude järgi määratakse laagrite lõtku suurus.

Sageli on külgsidurite ja pidurite ebarahuldava töötamise põhjuseks friktsioonkatete õlitumine ja kulumine. Friktsioonkatted õlituvad keskülekande ruumidest ja külgülekannetest külgsidurite ruumidesse õli läbiimmitsemise tõttu. Läbiimmitsemise põhjuseks on mittekorras tihendid. Õlitunud friktsioonkatted tuleb pesta ning tihendid vahetada. Katted pestakse tavaliselt kütusega, otsekohe pärast traktori peatamist, siis, kui detailid on veel soojad ja õli on hõlpsamini mahapestav. Algul sõidetakse edasi- ja tagasikäiguga, kusjuures külgsidurite ruumidesse on valatud kütus. Külgsidureid välja ei lülitata. Seepärast pestakse mustus külgsidurite välispindadelt. Seejärel lastakse mustunud kütus külgsidurite ruumidest välja, valatakse sisse puhas kütus ning lastakse traktoril mõni minut töötada väljalülitatud külgsiduritega. Kütuse täielikumaks väljanõrgumiseks jäetakse pärast pesemist väljalaskeavad 1—2 tunniks avatuks. Külgsidurid jäetakse selleks ajaks väljalülitatuks.

Roomiktraktoritel tuleb pidureid reguleerida neil juhtudel, kui pidurilintide friktsioonkatete kulumise tõttu ei ole võimalik traktorit järsult pöörata. Piduri reguleerimise vajadusele viitab piduripedaali vabakäigu suurenemine. Normaalne vabakäik saadakse pidurite reguleerimisega. Traktoril C-100 peab piduripedaali vabakäik olema 40—60 mm, traktoril ДТ-54А vastab piduri normaalsele reguleerimisele vabakäik 30—40 mm.

Traktorite «Belaruss» keskülekande koonushammasrataste paari külglõtku reguleeritakse juhul, kui see ületab 1,2 mm. Reguleerimiseks suurendatakse vahelehtede *5* (joon. 314) arvu vasakpoolse laagripesa *1* ääriku all ja vähendatakse neid parempoolse laagripesa ääriku all. Uutel traktoritel ДТ-54А ja Т-75 peab keskülekande hammasrataste hammastevaheline külglõtk olema 0,2—0,55 mm, lõtk koonilistes rull-laagrites *18* ja *20* (joon. 308), aga mitte üle 0,3 mm. Ekspluatatsioonil hammasrataste külglõtku ei reguleerita. Tehnilistel hooldamistel reguleeritakse laagrite *18* ja *20* lõtku ja kontrollitakse hammasrataste koostööd.

Auto ГАЗ-51А peaülekande hammasrataste külglõtku ei reguleerita. Vajalik lõtk taastatakse ainult kapitaalremontide puhul.

Diferentsiaali hammasrataste normaalne külglõtk taastatakse tugiseibide *17* ja *19* (joon. 316) vahetamisega. Tugiseibide paksus ei tohi olla alla 1,4 mm. Kooniliste rull-laagrite *8* ja *10* lõtku, kui see ületab 0,05 mm, reguleeritakse vahelehtedega.

KÜMNES OSA

TRAKTORITE JA AUTODE KÄIGUOSA JA JUHTIMISMEHHANISMID

XXXV peatükk

RATASTRAKTORITE JA AUTODE KÄIGUOSA

§ 1. Ratastraktori käiguosa üldandmed

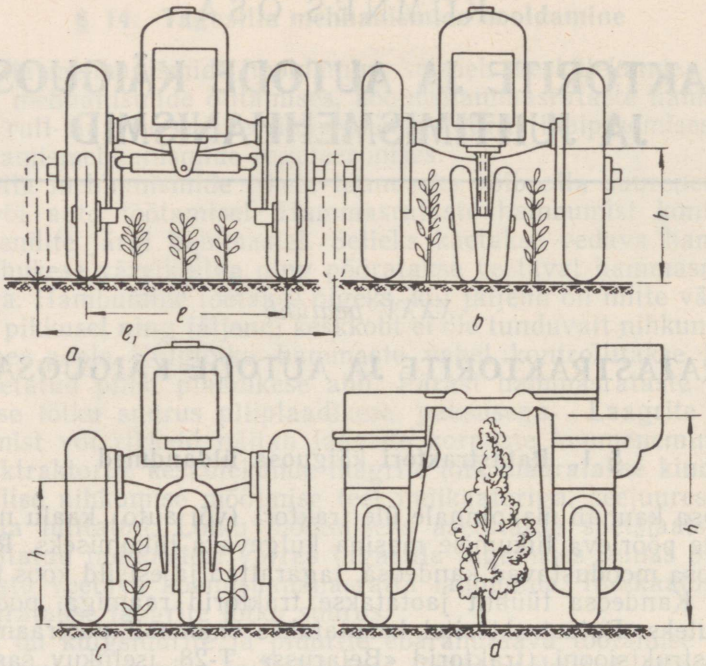
Käiguosa kannab maapinnale üle traktori (või auto) kaalu ning muudab rataste pöörleva liikumise masina kulgevaks liikumiseks. Ratastraktori käiguosa moodustavad kandeosa, tagarattad ja esisild koos telje ning ratastega. Kandeosa tüübilt jaotatakse traktorid raamiga, poolraamiga ja raamituteks. Ratastraktoritel kasutatakse enamasti poolraamiga kandeosa konstruktsiooni (traktorid «Belaruss», T-28, iseliikuv šassii T-16) ja harvemini (ДТ-20) raamitut kandeosa. Raamiga kandeosa konstruktsioon halvendab traktori kaalulisi näitajaid ning seepärast säärast konstruktsiooni ratastraktoritel ei kasutata.

Poolraamiga kandeosa koosneb üksikute mehhanismide korpustest, mis on jäigalt ühendatud mitmesuguse profiiliga talade abil. Sellise konstruktsiooni puhul kujutab mootor endast traktori sõltumatut osa.

Raamitu kandeosa saadakse mootori ja transmissiooni korpuste jäiga ühendamise teel, mis võimaldab hästi tsentreerida võlle ning vähendab traktori kaalu. Kuid sel juhul on võrreldes poolraamse kandeosaga transmissiooni ja mootori mehhanismide monteerimine raskendatud.

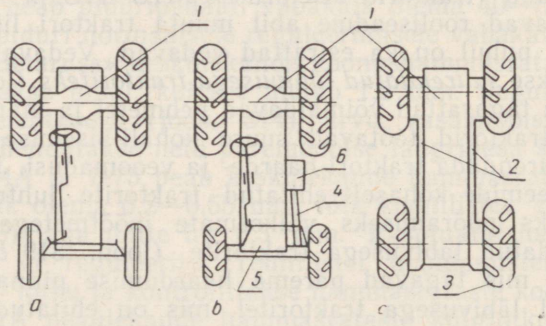
Kõigil ratastraktoritel on tagarattad vedavad ja kinnitatud pooltelgedele. Selleks, et tagada tagarataste hea haardumine pinnasega ja et need vähem tihendaksid mulda, on vedavate rataste kummid suurte mõõtmetega ja kõrgete väljaulatiste — haarderibidega. Traktori esiosa toetub esisilla kaudu esiratastega maapinnale. Enamikul traktoritel ühendatakse esisild traktori kandeosaga šarniirselt (joon. 318, *a*, *b*, *c*) või lehtvedrude kaudu (traktorid «Belaruss» МТЗ-7ЛС ja МТЗ-7МС). Esirattad võimaldavad rooliseadme abil muuta traktori liikumise suunda. Vedava esisilla puhul on ka esirattad vedavad. Vedava esisillaga traktoreid nimetatakse *suurendatud läbivusega traktoriteks* (joon. 319, *b* ja *c*). Vedavad esi- ja tagarattad võimaldavad pehmetel ja märgadel muldadel, kus tavalised traktorid töötavad suure kohallibisemise tagajärjel ebarahuldavalt, suurendada traktori haarde- ja veoomadusi. Joonisel 319, *a* ja *b* kujutatud skeemide kohaselt ehitatud traktorite juhtrattad valmistatakse kergemaks pööramiseks väiksemate mõõtmetega kui tagumised rattad. Suurendatud läbivusega traktorite (joon. 319, *b*) esirattad on haarderibidega, mis tagavad parema haardumise pinnasega.

Suurendatud läbivusega traktoritel, mis on ehitatud joonisel 319, *c* toodud skeemi kohaselt, on esi- ja tagarattad ühesuuruste mõõtmetega ning haarderibidega. See võimaldab ühtlaselt jaotada traktori kaalu ja saavutada paremaid haardeomadusi, kui need on joonisel 319, *b* esitatud skeemi kohaselt ehitatud traktoritel. Sellistel traktoritel on vedavad esirattad ning niisuguste traktorite pööramiseks kasutatakse roomik-



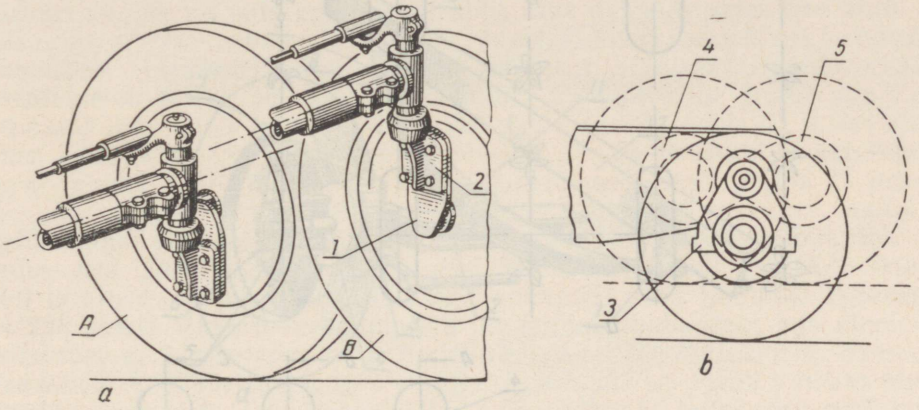
Joon. 318. Ratastraktorite kliirens ning rataste vahekaugus:
a — laialt asetatud esiratastega traktor; *b* — lähestikku asetsevate esiratastega traktor; *c* — ühe esirattaga traktor; *d* — portaalse kandeosaga traktor (*l* ja l_1 — traktori rataste jooksulaius; *h* — kliirens).

traktoritega ehituselt sarnaseid külgsidureid või planetaarseid pööramismehhanisme. Pöördemoment kantakse esiratastele üle kettülekandega tagumiste vedavate rataste pooltelgedelt. Niisuguse skeemi kohaselt valmistatakse mõningaid puksiirtraktoreid. Ratastraktoritel määrab esisilla konstruktsiooni traktori otstarve. Vaheltharimis- ja universaalsed ratastraktorid ei tohi vigastada taimi. Et seda ära hoida, peavad traktori esi- ja tagasild asetsema sobival kõrgusel. Suurimat vertikaalset vahekaugust maapinnast kuni traktori kõige madalamate osadeni (harilikult esi- või tagasillani) nimetatakse traktori *läbimiskõrguseks* (kliirensiks).



Joon. 319. Ratastraktorite käiguosa tüübid:
a — tagumise vedava sillaga traktor; *b* — vedava esi- ja tagasilla ning juhitavate esiratastega traktor; *c* — vedava esi- ja tagasilla ning mittejuhitavate esiratastega traktor: *1* — vedav tagasild; *2* — kettülekanded; *3* — vedavad esirattad; *4* — kardaanülekanne; *5* — vedav esisild; *6* — jaotuskast.

Suurema universaalsuse saavutamiseks on mõningate traktorite läbimiskõrgus muudetav (traktor ДТ-20). Selleks on neil esiratta telg *1* (joon. 320, *a*) valmistatud pöördtapist *2* lahus. Esiratta telge *1* võib läbimiskõrguse vähendamiseks kinnitada (pöördtapi külge) asendisse *A* või suurendamiseks asendisse *B*. Tagasilla läbimiskõrgust muudetakse lõppülekannete (joon. 320, *b*) paigutamisega horisontaal- (*4* ja *5*) või vertikaalasendisse (*3*). Esi- või tagarataste keskkohtade vahekaugust

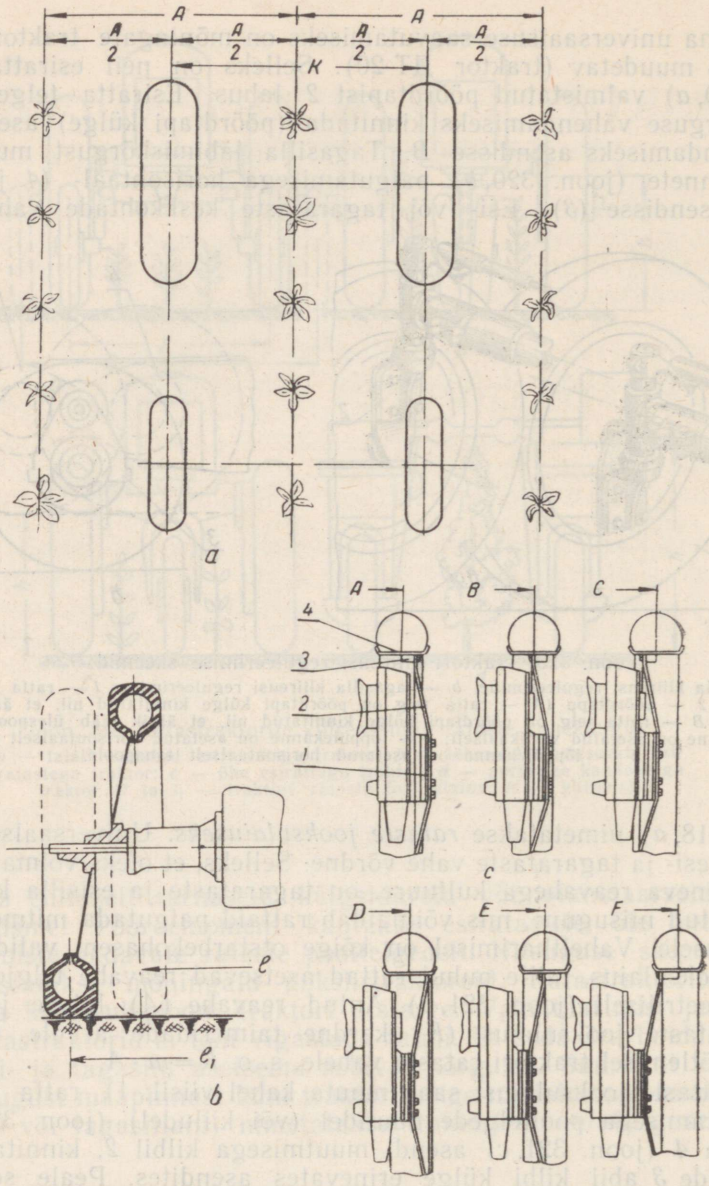


Joon. 320. Traktori kliirensi reguleerimise skeemid:

a — esisilla kliirensi reguleerimine; *b* — tagasilla kliirensi reguleerimine; *1* — ratta telg koos äärikuga; *2* — pöördtapp (*A* — ratta telg on pöördtapi külge kinnitatud nii, et äärik jääb allapoole; *B* — ratta telg on pöördtapi külge kinnitatud nii, et äärik jääb ülespoole); *3* — lõppülekanne on asetatud vertikaalselt; *4* — lõppülekanne on asetatud horisontaalselt ettepoole; *5* — lõppülekanne on asetatud horisontaalselt tahapoole.

1 (joon. 318, *a*) nimetatakse *rataste jooksulaiuseks*. Universaalsetel traktoritel on esi- ja tagarataste vahe võrdne. Selleks, et oleks võimalik vahelt harida erineva reavahega kultuure, on tagarataste ja esisilla konstruktsioon valitud niisugune, mis võimaldab rattaid paigutada mitmesugusele jooksulaiusele. Vahelharimisel on kõige otstarbekohasem valida selline rataste jooksulaius, mille puhul rattad asetsevad reavahe telgjoone suhtes sümmeetriliselt (joon. 321, *a*). Antud reavahe (*A*) laiuse juures on nõutav rataste jooksulaius (*K*) kordne taimeridade arvule (*m*), mis jäävad töötlemisel traktori rataste vahele, s. o. $K = m \cdot A$.

Tagarataste jooksulaiust saab muuta kahel viisil: 1) ratta rummude ümberasetamisega pooltelgede nuutidel (või kiiludel) (joon. 321, *b*), 2) ratta pöia *4* (joon. 321, *c*) asendi muutmisega kilbil *2*, kinnitades pöia kronsteinide *3* abil kilbi külge erinevates asendites. Peale selle saab ratta kilpi pöörata, kinnitades selle pooltelje ääriku *1* külge nõgusa poolega sissepoole (asendid *A*, *B*, *C*) või väljapoole (asendid *D*, *E*, *F*). Esirataste jooksulaiust reguleeritakse torutaolise esitelje ühendustappide väljatõmbamisega. Vahelharimistraktoritel (joon. 318, *b*, *c*, *d*) on esisild kohandatud pikavarreliste kultuuride harimiseks ning valmistatakse lähendatud esiratastega (joon. 318, *b*) või ühe esirattaga (joon. 318, *c*). Vahelharimistraktorite läbimiskõrgus, mida limiteerib tagasild, ulatub 815 mm (puuvillakasvatuses kasutatav traktor T-28X) ja rohkem, rataste jooksulaiust reguleeritakse aga tagarataste ümberasetamise teel. Spetsiaalsetel, portaalset konstruktsiooni kandeosaga vahelharimistraktoritel (joon. 318, *d*) ulatub läbimiskõrgus 1,5 meetrini.



Joon. 321. Tagarataste jooksulaiuse reguleerimise skeem:

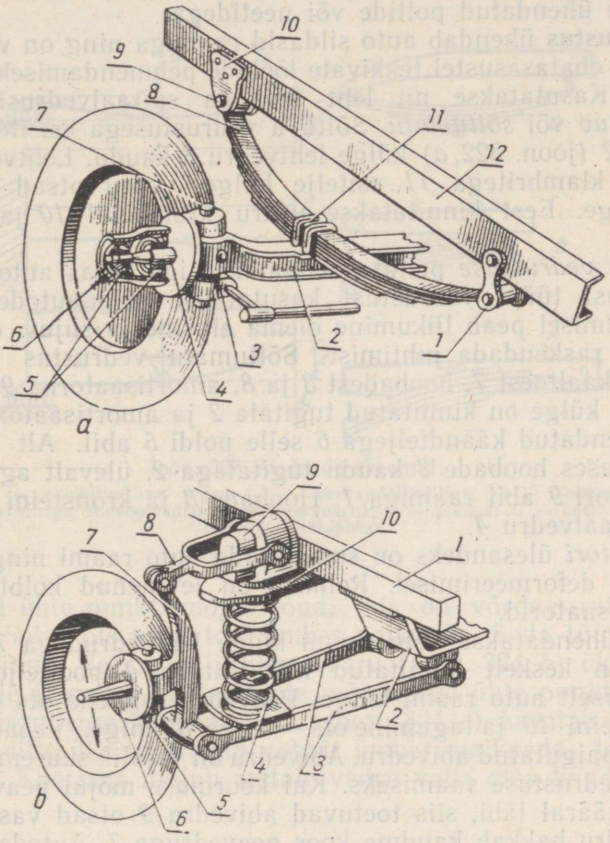
a — rataste asetamine sümmeetriliselt ridade vahe telgjoonele; *b* — rataste vahe reguleerimine ratta rummu ümberpalgutamisega poolteljel; *c* — rataste vahe reguleerimine ratta kilbi ümberasetamisega poolteljega suhtes ja põia ümberasetamisega kilbi suhtes; *1* — pooltelg; *2* — rattakilp; *3* — ratta põia kronstein; *4* — ratta põid (*A*, *B*, *C*, *D*, *E*, *F* — erinevad rataste jooksulaiused, mis saadakse ratta kilbi ümberasetamisega poolteljega suhtes ning põia ümberasetamisega kilbi suhtes).

§ 2. Auto käiguosa üldandmed

Auto käiguosa moodustavad kandeosa, sillad, vedrustus ja rattad. Veoautodel on raam, sõiduautod on raamita konstruktsiooniga, raami osa täidab neil *kandev kere.*

Sillad jaotatakse vedavateks ja juhtivateks. Sildade arvu järgi liigitatakse autod kahe-, kolme- ja neljateljelisteks. Kahe vedava sillaga

kaheteljelisi autosid ning kahe või kolme vedava sillaga kolmeteljelisi autosid nimetatakse *suurendatud läbivusega autodeks*. Telgede ja vedavate rataste arvu tähistatakse tinglikult kahe arvuga, millest esimene näitab rataste üldarvu, teine aga — vedavate rataste arvu. Nii näiteks tähistus «6×4» näitab, et auto on 6 rattaga (kolmeteljeline auto), milledest 4 ratast (kaks telge) on vedavad.



Joon. 322. Esisild ja vedrustus:

a — poolitamata ning sõltuva vedrustusega esisild; *1* — vedru kiik; *2* — tala; *3* — tugilaager; *4* — käändtelg; *5* — laagrid; *6* — ratta rumm; *7* — käändtelje polt; *8* — lehtvedru; *9* — vedru sõrm; *10* — vedru kronstein; *11* — klamber; *12* — auto raam; *b* — poolitatud teljega ning sõltumatu vedrustusega esisild; *1* — raam; *2* — tugitala; *3* — vedrustuse alumised hoovad; *4* — spiraalvedru; *5* — käändtelje polt; *6* — käändtelg; *7* — vertikaaltugi; *8* — hoob; *9* — amortisaator; *10* — kronstein.

Esineb *tervik-* ja *poolitatud* teljega esisildasid. Joonisel 322, *a* kujutatud esitelg koosneb I-kujulise ristlõikega talast ning selle külge käändtelje poltidega *7* ühendatud käändtelgedest *4*. Poolitatud teljega esisillad kindlustavad rataste sõltumatu vedrustuse ning neid kasutatakse sõiduautodel. Vedav sild on harilikult tervikteljega. Esineb aga ka poolitatud teljega vedavaid esisildasid, mis võimaldavad vedavate rataste asendi muutmist üksteisest sõltumata. Sel juhul on rataste poolteljed ja karterid ühendatud šarniirselt. Sellised konstruktsioonid on keerukad ja leiavad kasutamist spetsiaalsetel suure läbivusega autodel.

Tervikteljega vedav sild kujutab endast auto vedavate ratastega ühendatud karterite jäika süsteemi. Sõitmisel ebatasasel teel jääb terviktel-

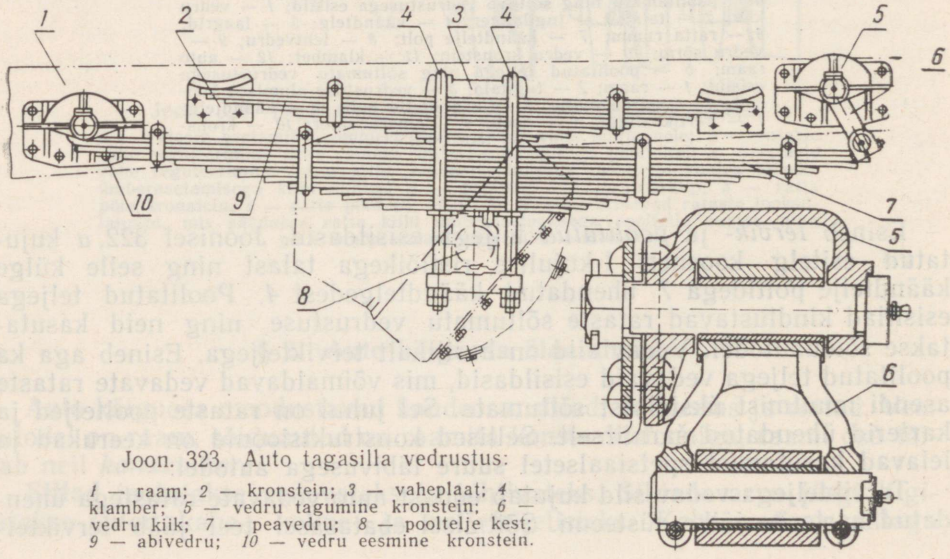
jega silla telgjoon perpendikulaarseks rataste pöörlemistasapinnale. Selle silla talad võivad olla *ühes tükis* või *lahtivõetavad*. Esimene kujutab endast monoliitset stantsitud või valatud tala. Valatud talad on suurema jäikusega ning neid kasutatakse veoautodel. Stantsitud keeviskonstruktsiooni talad on kerged ning rohkem levinud sõiduautodel. Lahtivõetavaid talasid kasutatakse nii sõidu- kui ka veoautodel. Need koosnevad mitmest osast, mis on ühendatud poltide või neetidega.

Auto vedrustus ühendab auto sildasid raamiga ning on vajalik rataste liikumisel tee ebatasasustel tekkivate löökide pehmendamiseks ja sujuvaks liikumiseks. Kasutatakse nii leht- kui ka spiraalvedrusid. Vedrustus võib olla *sõltuv* või *sõltumatu*. Sõltuva vedrustusega esisild ühendatakse auto raami *12* (joon. 322, *a*) külge lehtvedru *8* kaudu. Lehtvedru keskkoht kinnitatakse klambritega *11* esitelje külge, vedru otsad aga — auto raami *12* külge. Eest kinnitatakse vedru kronsteini *10* ja tagant kiige *1* külge.

Sõltumatu vedrustuse puhul ühendatakse iga ratas auto raami külge eraldi. Säärast tüüpi vedrustust kasutatakse sõiduautodel, kus suure kiirusega sõitmisel peab liikumine olema elastne ja sujuv, esisild ei tohi võnkuda ega raskendada juhtimist. Sõltumatu vedrustus (joon. 322, *b*) koosneb vertikaaltoest *7*, hoobadest *3* ja *8*, amortisaatorist *9* ja vedrust *4*. Auto raami *1* külge on kinnitatud tugitala *2* ja amortisaator *9*. Vertikaaltugi *7* on ühendatud käändteljega *6* selle poldi *5* abil. Alt on vertikaaltugi *7* ühenduses hoobade *3* kaudu tugitalaga *2*, ülevalt aga — hoova *8* ja amortisaatori *9* abil raamiga *1*. Hoobade *3* ja kronsteini *10* vahele on asetatud spiraalvedru *4*.

Amortisaatori ülesandeks on summutada auto raami ning kere võnkumisi vedrude deformeerimisel. Rohkem on levinenud kolbtüüpi hüdraulilised amortisaatorid.

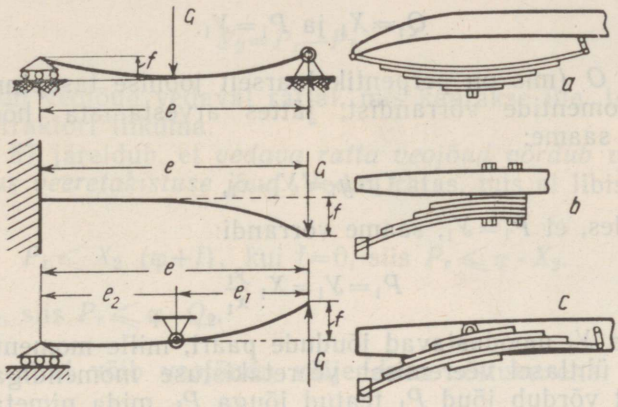
Tagasild ühendatakse auto raami külge lehtvedrudega *7* (joon. 323). Peavedru *7* on keskelt kinnitatud klambritega *4* pooltelje kesta *8* ja otstest šarniirselt auto raami külge. Peavedru esimene ots on kinnitatud raami kronsteini *10* ja tagumine ots — kiige *6* külge. Veoautodel on peavedru kohale paigutatud abivedru. Abivedru on vajalik suurema elastsuse ja tugevusega vedrustuse saamiseks. Kui koormuse mõjul peavedru *7* paindub teatud määral läbi, siis toetuvad abivedru *9* otsad vastu kronsteine *2* ning abivedru hakkab kandma koos peavedruga *7*. Autode vedrustustes



Joon. 323. Auto tagasilla vedrustus:

1 — raam; *2* — kronstein; *3* — vaheplaat; *4* — klamber; *5* — vedru tagumine kronstein; *6* — vedru kiik; *7* — peavedru; *8* — pooltelje kest; *9* — abivedru; *10* — vedru eesmine kronstein.

kasutatakse leht-, spiraal- ja varrasvedrusid (torsioone). Rohkem on levinud lehtvedrud, mis asetsevad piki auto raami. Lehtvedru koosneb reast erineva pikkuse ja paksusega õhukestest teraslehtedest. Olenevalt raamiga ühendamise viisist liigitatakse lehtvedrud: *poolelliptilisteks, veerandelliptilisteks* ja *kolme šarniiriga konsoolvedrudeks* (kantileverveduruks). Poolelliptiline vedru (joon. 324, *a*) asetseb kahel toel, mille keskele



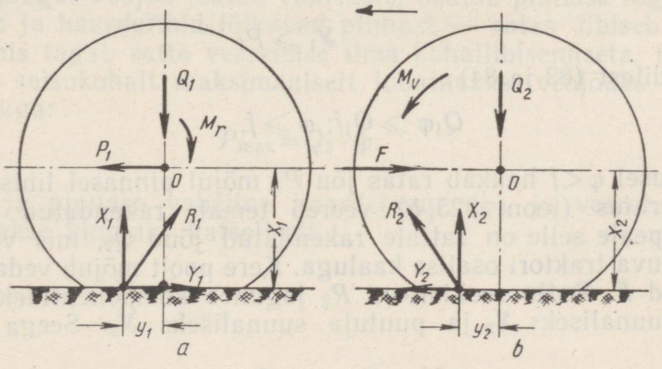
Joon. 324. Vedrude skeemid:
a — poolelliptiline vedru; *b* — veerandelliptiline; *c* — kolme šarniiriga konsoolvedru (kantilevervedru); *l* — pikkus; *G* — koormus; *f* — läbipaine.

on rakendatud ühte punkti mõjuv jõud, mis on võrdne rattale mõjuva koormusega. Vedru ots saab toel ümber paikneda. Seda tüüpi vedrud on võrdlemisi levinud. Veerandelliptilise vedru (joon. 324, *b*) üks ots on kinnitatud raamile jäigalt, vabale otsale mõjub aga ühte punkti rakendatud jõud. Kolme šarniiriga konsoolvedru (joon. 324, *c*) kujutab endast elastset konsooli, mille üks tugi saab vabalt ümber paikneda, teine tugi on aga šarniirne. Koormus mõjub rattale vedru vaba otsa kaudu.

§ 3. Ratta veeremine ja haardumine maapinnaga

Vaatleme õhukummiga ratta veeremist ühtlasel liikumisel, jättes arvestamata õhutakistuse.

Juhtratas (joon. 325, *a*) liigub pinnasel traktori kandeosalt ratta tel-



Joon. 325. Juht- ja vedavale rattale mõjuvate jõudude skeem.

jele ülekantava tõukejõu P_1 mõjul, selle jõu mõjumise suunas. Jõud Q_1 võrdub traktori osalise kaaluga, mis mõjub ühele rattale. Jõududele P_1 ja Q_1 mõjub vastu võrdne, kuid vastassuunaline reaktsioonjõud R_1. Jagame jõu R_1 kaheks komponendiks: teepinna normaali suunaliseks X_1 ja puutuja suunaliseks Y_1. Ratta telgjoone suhtes mõjub moment $M_c = X_1 \cdot Y_1$, mida nimetatakse ratta *veeretakistuse momendiks*. Projekteerides jõud vertikaal- ja horisontaalpinnale, saame:

$$Q_1 = X_1 \text{ ja } P_1 = Y_1.$$

Telgjoone O (mis on perpentikulaarselt joonise tasapinnaga) suhtes arvutatud momentide võrrandist, jättes arvestamata hõõrdemomendi laagrites M_r, saame:

$$X_1 \cdot y_1 = Y_1 \cdot x_1,$$

kuid arvestades, et $P_1 = Y_1$, saame võrrandi:

$$P_1 = Y_1 = X_1 \frac{y_1}{x_1}. \tag{82}$$

Jõud P_1 ja Y_1 moodustavad jõudude paari, mille moment tasakaalustatakse ratta ühtlasel veeremisel veeretakistuse momendiga M_c. Absoluutväärtuselt võrdub jõud P_1 teatud jõuga P_f, mida nimetatakse *veeretakistuse jõuks*:

$$P_1 = P_f,$$

kuna $X_1 = Q_1$, siis võrrandist (82) järgneb, et:

$$P_f = Q_1 \frac{y_1}{x_1}.$$

Suhe $\frac{y_1}{x_1}$ kujutab endast ratta veeretakistuse tegurit f, mis arvestab kõiki ratta veeremise protsessiga seosesolevaid kadusid, seega:

$$P_f = Q_1 \cdot f. \tag{83}$$

Jõud Y_1 on veeremist põhjustav haardejõud pinnasega. Viimane oleneb rattale mõjuvast koormusest ning kummi ja pinnase vahelisest haardetegurist:

$$Y_1 = Q_1 \cdot \varphi. \tag{84}$$

Ratta veeremistingimus määratakse võrratusega:

$$Y_1 \geqslant P_f$$

või võrranditest (83 ja 84):

$$Q_1 \varphi \geqslant Q_1 f;\ \varphi \geqslant f. \tag{85}$$

Tingimusel $\varphi < f$ hakkab ratas jõu P_1 mõjul pinnasel libisema.

Vedav ratas (joon. 325, *b*) veereb temale rakendatud veomomendi M_v mõjul. peale selle on rattale rakendatud jõud Q_2, mis võrdub ühele rattale mõjuva traktori osalise kaaluga. Kere poolt mõjub vedavale rattale takistusjõud F. Ratta reaktsiooni R_2 jaguneb komponentideks: teepinna normaali suunaliseks X_2 ja puutuja suunaliseks Y_2. Seega momentide võrrandi:

$$M_v = Y_2 \cdot x_2 + X_2 \cdot y_2$$

ehk (86)

$$\frac{M_v}{x_2} = Y_2 + X_2 \frac{y_2}{x_2} = Y_2 + P_f.$$

Suhe $\frac{M_v}{x_2}$ on jõud ratta piirdel P_r ja seepärast võib võrrandit (86) kirjutada järgmisel kujul:

$$Y_2 = P_r - P_f. \quad (87)$$

Jõud Y_2 on veojõud vedaval rattal, mis kantakse üle traktori kerele ning paneb traktori liikuma.

Valemist 87 järeldub, et *vedava ratta veojõud võrdub veojõuga ratta piirdel miinus veeretakistuse jõud.* Vedav ratas, mis ei libise, veereb tingimusel:

$$P_r \leqslant X_2 \ (\varphi + f), \text{ kui } f = 0, \text{ siis } P_r \leqslant \varphi \cdot X_2. \quad (87a)$$

kuna $X_2 = Q_2$, siis $P_r \leqslant \varphi \cdot Q_2$.

Vedaval rattal võib veojõudu väljendada sõltuvusena:

$$Y_2 = \mu \cdot Q_2 + \sigma \cdot F, \quad (88)$$

kus μ — kummi ja mulla vaheline hõõrdetegur;
μQ_2 — täielik hõõrdejõud kummi ja mulla vahel;
σ — mulla keskmine horisontaalne pinge;
F — kummi toetumispinna horisontaalne projektsioon mullale.

Võrrandi (88) parema poole esimene liige näitab, et mida suurem on hõõrdetegur kummi ja mulla vahel ning mida suurem on rattale mõjuv koormus, seda suurem on veojõud vedaval rattal. Kummi ja mulla vaheline hõõrdetegur sõltub mulla niiskusest ja mehaanilistest omadustest. Rattale mõjuv koormus määratakse kindlaks traktori konstruktsiooni ning ettenähtud kaalu jaotusega telgedele ja ratastele, samuti aga ka rataste täiendava koormamise teel mitmesugustel viisidel. Kummi toetumispinna suurendamine võimaldab suurendada veojõudu vedaval rattal, mis saavutatakse vastava õhurõhuga kummis, võttes arvesse rattale mõjuvat koormust.

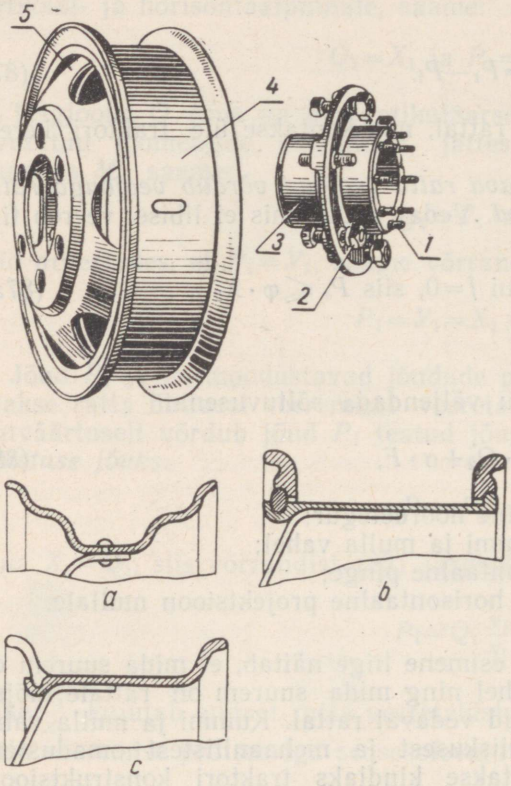
Ratta liikumisel mõjutavad selle haarderibid pinnast, surudes viimast horisontaal- ja vertikaalsuunas. Horisontaalsuunas surumine määrab ratta haardumise pinnasega, mis on suuruselt proportsionaalne rattale mõjuva veojõuga. Veojõu teatud väärtustel osutub pinnase tugevus mitteküllaldaseks ja haarderibid lõikavad pinnast — ratas libiseb. Suurimat veojõudu, mis tagab ratta veeremise ilma kohallibisemiseta, nimetatakse haardumise seisukohalt maksimaalselt lubatavaks veojõuks ja määratakse valemiga:

$$P_{max} = Q_2 \cdot \varphi. \quad (89)$$

Kummi ja pinnase vaheline haardetegur (φ) ja veeretakistustegur (f) määratakse kindlaks katseliselt.

§ 4. Traktorite ja autode rattad ning kummid

Ratas (joon. 326) on rummuga *3*, mille ääriku külge kinnitatakse kilp *5*. Ratta kilbi *5* küljes on põid *4*, millele monteeritakse pneumaatiline kumm. Rummu *3* tikkpoldid *1* on vajalikud laagreid kaitsva kaane kinnitamiseks. Rataste põidasid on kahte tüüpi: *sügavpõid* ja *lamepõid*.



Joon. 326. Auto ratta detailid:

1 — tikkpolt; *2* — polt koos mutriga; *3* — rumm; *4* — põid; *5* — kilp; *a*, *b*, *c* — põidade tüübid (*a* — sügavpõid; *c* — lamepõid äravõetava läbilõigatud äärisega; *b* — lamepõid äravõetava läbilõikamata äärisega ja läbilõigatud lukustusrõngaga).

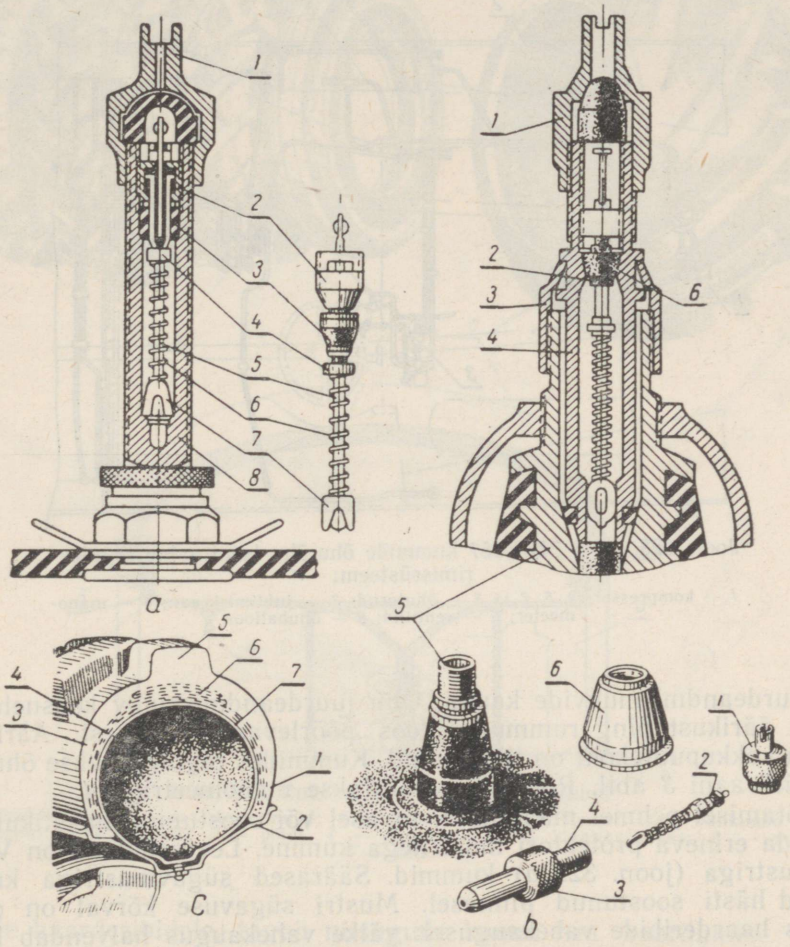
Sügavpõiad (joon. 326, *a*) ei ole lahtivõetavad ning on varustatud ääristega väliskummi jaoks. Sügavpõid needitakse ratta kilbi külge. Neid põidasid kasutatakse sõiduautodel ja traktoritel. Lamepõiad on lahtivõetavad, mis hõlbustab kummide monteerimist. Lamepõidasid on äravõetava läbilõigatud äärisega (joon. 326, c) ning äravõetava läbilõikamata äärisega ja läbilõigatud lukustusrõngaga (joon. 326, *b*). Neist esimest kasutatakse väikese kandejõuga autodel, teist — keskmise ja suure kandejõuga autodel (ГАЗ-51А, ЗИЛ-164, МАЗ-200).

Pneumaatiline kumm koosneb õhukummist koos ventiiliga ja väliskummist. Väliskumm tagab pinnasega haardumise, kaitseb sisekummi vigastuste eest ja hoiab viimast ratta põial. Sisekumm kujutab endast elastsest kummist valmistatud ning õhuga täidetud rõngakujulist voolikut. See on varustatud ventiiliga õhu pumpamiseks ja hoidmiseks õhukummis. Viimasel ajal on hakanud levima *õhukummita väliskummid*, milledel moodustub õhuruum väliskummi ja ratta põia hermeetilise ühendamise teel. Õhukummita väliskummil on ventiil ratta põial.

Autokummi ventiil (joon. 327, *a*) omab kummimetallist või metallist keret *8*, mis on hermeetiliselt kinnitatud õhukummi külge. Keresse *8* on keeratud ventiili südamik. Südamiku niplit *2* ja tihenduspuksi *3* läbib varras *5* koos klapiga *4*. Vedru *6* surub klapi *4* vastu niplit *2* ning õhule on väljapääs suletud. Õhu väljalaskmiseks keeratakse ära kaitsekübar *1* ning viimase otsaga surutakse vardale *5*, mis avab klapi *4*. Traktorikummi ventiil (joon. 327, *b*) on kohandatud õhukummi täitmiseks vedelikuga. Südamik *2* on keeratud selle kesta *4*, mis asetatakse keresse *5* tihendatult ja kinnitatakse mutriga *3*. Õhukummi täitmiseks veega eemaldatakse südamiku kest *4* ning kinnitatakse kere *5* külge spetsiaalne abinõu.

Väliskumm (joon. 327, *c*) koosneb karkassist *4*, rantidest *1* koos nendes asetsevate südamikega, aluskihist *6* ja protektorist *5* koos külgmikega *3*. Väliskummi aluseks on karkass *4*. Viimane koosneb kummeeritud riide (koordriide) kihtidest, mis vahelduvad kummikihtidega. Karkassi

külge kinnitatud randid on vajalikud väliskummi hoidmiseks ratta pöial. Väliskummi rantidesse on asetatud terastraadist valmistatud spetsiaalsed võrud, mis annavad rantidele vajaliku tugevuse ning hoiavad viimaseid ratta pöial. Karkassi ja protektori vahele on asetatud aluskiht *6*, mis pehmendab protektorilt karkassile ülekantavaid lööke. Protektoriks *5* nimetatakse väliskummi ülemist paksu kummikihti. See kaitseb väliskummi



Joon. 327. Pneumaatiline kumm:

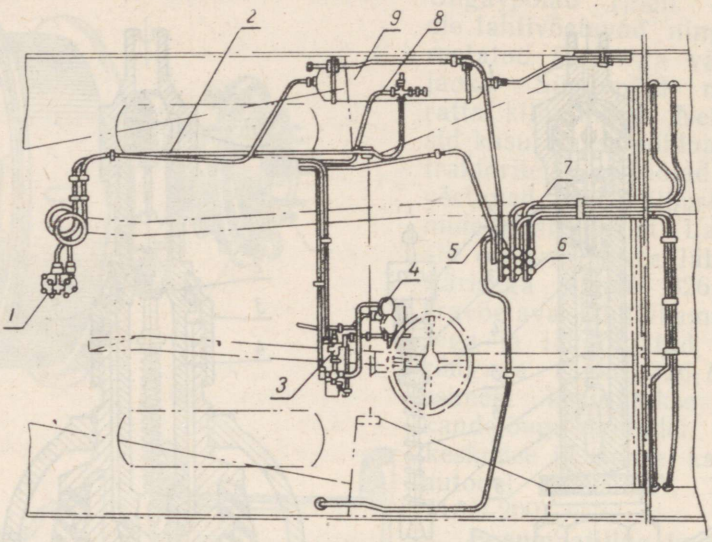
a — autokummi ventiil: *1* — kaitsekübar; *2* — sūdamiku nippel; *3* — kummist tihenduspuks; *4* — klapp; *5* — varras; *6* — vedru; *7* — vedru tugi; *8* — kere; *b* — traktorikummi ventiil: *1* — kaitsekübar; *2* — sūdamik; *3* — sūdamiku kesta kinnitusmutter; *4* — sūdamiku kest; *5* — kere; *6* — kummist tihenduspuks; *c* — kumm: *1* — väliskummi rant; *2* — ratta pöid; *3* — külgmik; *4* — karkass; *5* — protektor; *6* — aluskiht; *7* — õhukumm.

vigastuste eest, talub rattale mõjuvat koormust ning tagab väliskummi maapinnaga haardumise.

Suhteliselt väikeste erisurvete juures pinnasele peavad traktorite vedavate rataste kummid olema hea haardumise ja läbivusega. Nad on suure läbimõõduga ja laia profiiliga. Õhurõhk on neis kummides 0,8—1,2 kg/cm². Kummi suured mõõtmed ja madal õhurõhk tagavad küllaldase kontaktpinna väliskummi ja maapinna vahel ning head haardumisomadused.

Samade mõõtmetega kummidele vastavad erinevate mulla- ja teetingimuste juures erinevad optimaalsed õhurõhud. Seepärast tekib vajadus

õhurõhu kiireks muutmiseks kummides. Kummide õhurõhu reguleerimissüsteemi on kasutatud autol ЗИЛ-157. Kompressorist *1* (joon. 328) pumbatakse õhk rõhu regulaatoriga varustatud õhuballooni *9*. Õhuballoon on ühendatud juhtimiskraaniga *3*, viimane aga ventiilidega *6*. Õhk voolab kummidesse ventiilide, õhutorude 7, painduvate õhuvoolikute ja



Joon. 328. Auto ЗИЛ-157 kummide õhurõhu tsentraalne reguleerimissüsteem:

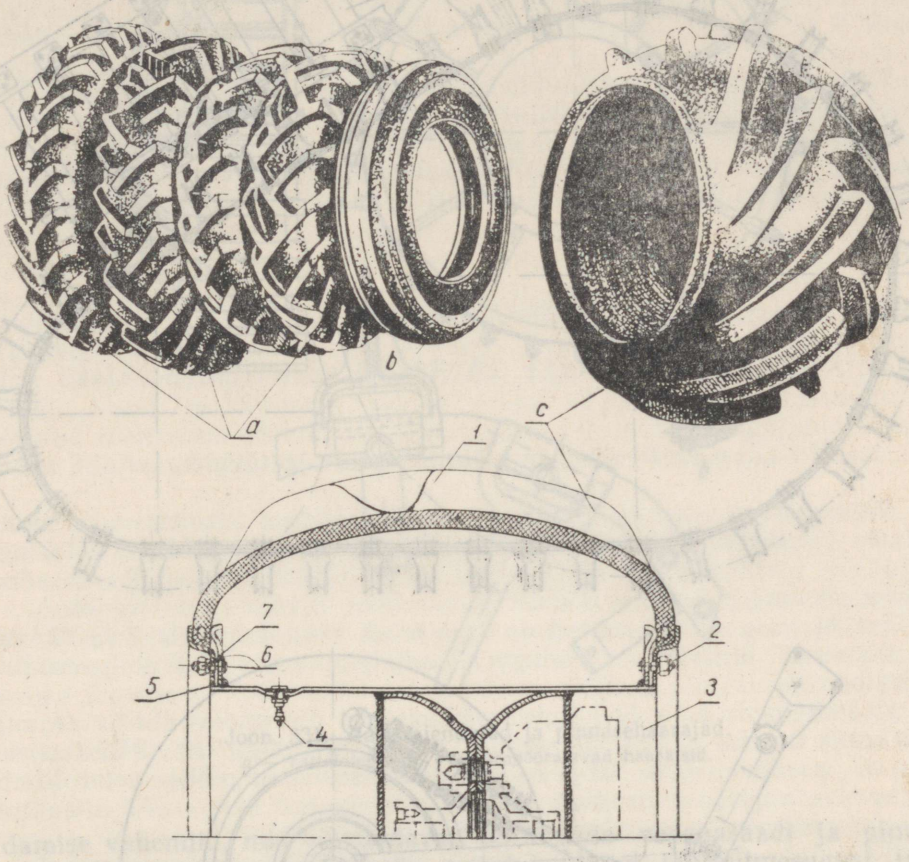
1 — kompressor; *2, 5, 7* ja *8* — õhutorud; *3* — juhtimiskraan; *4* — manomeeter; *6* — ventiilid; *9* — õhuballoon.

õhu juurdeandmismuhvide kaudu. Õhu juurdeandmismuhv koosneb liikumatust äärikust ning rummuga koos pöörlevast korpusest. Ääriku ja rummu kokkupuutekoht on tihendatud. Kummides reguleeritakse õhurõhku juhtimiskraani *3* abil. Rõhku kontrollitakse manomeetriga *4*.

Töötamisel pehmel maapinnal, liivasel või soostunud maastikul tuleb kasutada erineva protektori mustritega kumme. Levinenumad on V-kujulise mustriga (joon. 329, *a*) kummid. Säärased sügavmustriga kummid sobivad hästi soostunud pinnasel. Mustri sügavuse kõrval on oluline tähtsus haarderibide vahekaugusel: väike vahekaugus halvendab kummi protektori puhastamist ning suurendab libisemist, liiga suur vahekaugus suurendab samuti libisemist kummi ja pinnase vahelise kontaktpinna vähenemise tõttu.

Traktori juhtrattad peavad kindlustama stabiilse liikumise ning olema omadusega «hoida roobast». Juhtrataste kummide läbimõõdu valikul võetakse arvesse paremat juhitavust. Et vältida juhtratta külgsuunalist nihkumist ja vibamist, varustatakse nende kummide protektor kõrgete pikisuunaliste ribidega (joon, 329, *b*). Traktorite juhtrataste kummides on õhurõhk 2,0—2,5 kg/cm². Traktorite juht- ja vedavatel ratastel on madalrõhukummid, mis võimaldavad töötada pehmetel pinnastel. Autod sõidavad peamiselt kõva kattega teedel või suurema tihedusega pinnastel, seepärast erineb nende kummide profiil ja õhurõhk traktorikummide omast. Olenevalt otstarbest jaotatakse autokummid kõrgrõhu- ja madalrõhukummideks. Kõrgrõhukummides on õhurõhk 5—7 kg/cm². Need kummid on hästi kasutatavad kõva kattega teedel. Madalrõhukummide õhurõhk on 1,75—5,5 kg/cm². Nad on laia profiiliga ning kohandatud liiklemiseks halbadel teedel ja teede lagunemise ajal.

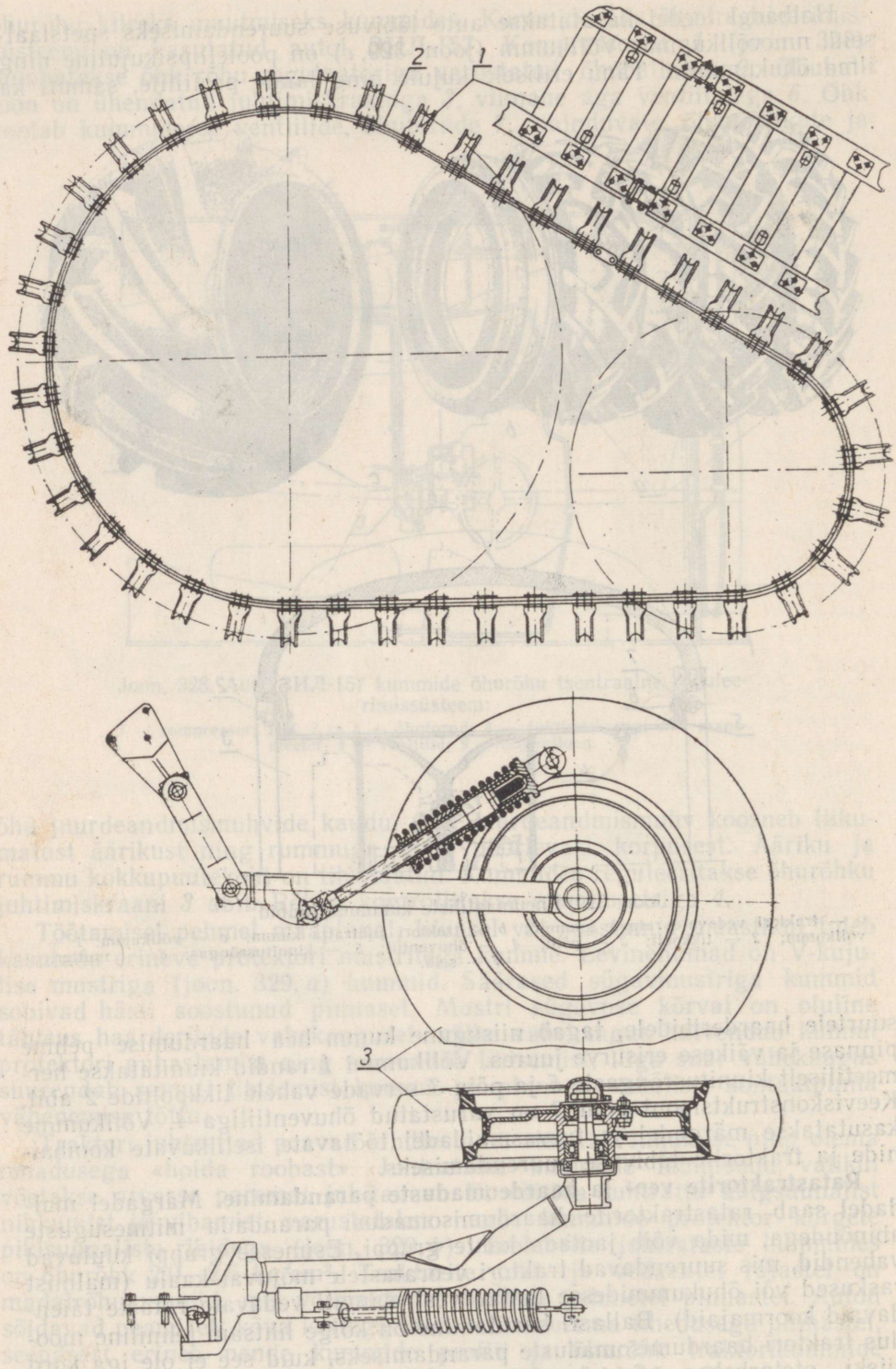
Halbadel teedel kasutatakse auto läbivuse suurendamiseks spetsiaalseid, nn. võllkumme. Võllkumm (joon. 329, *c*) on poolellipsikujuline ning ilma õhukummita. Tänu erilisele kujule ning laiale profiilile, samuti ka



Joon. 329. Pneumaatiliste kummide tüübid:
a — traktori vedavate rataste kummid; *b* — traktori juhtratta kumm; *c* — võllkumm: *1* — võllkumm; *2* — tikkpolt; *3* — põid; *4* — õhuventiil; *5* — kinnitusrõngas; *6* — mutter; *7* — seib.

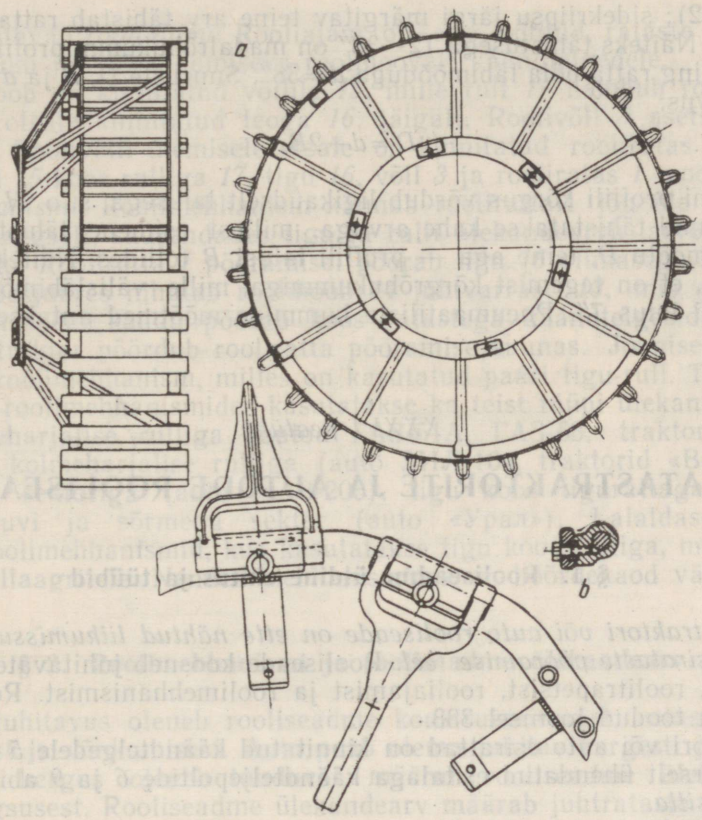
suurtele haarderibidele, tagab niisugune kumm hea haardumise pehme pinnase ja väikese erisurve juures. Võllkummi *1* randid kinnitatakse hermeetiliselt kinnitusrõngaste *5* ja põia *3* servade vahele tikkpoltide *2* abil. Keeviskonstruktsiooni põid *3* on varustatud õhuventiiliga *4*. Võllkumme kasutatakse märgadel ja turvasmuldadel töötavate iseliikuvate kombainide ja traktorite läbivuse suurendamiseks.

Ratastraktorite veo- ja haardeomaduste parandamine. Märgadel muldadel saab ratastraktorite haardumisomadusi parandada mitmesuguste abinõudega, mida võib jaotada kahte gruppi. Esimesse gruppi kuuluvad vahendid, mis suurendavad traktori veoratastele mõjuvat kaalu (malmist raskused või õhukummidesse lastav vesi, samuti vedavate rataste täiendavaid koormajaid). Ballasti kasutamine on kõige lihtsam tehniline moodus traktori haardumisomaduste parandamiseks, kuid see ei ole iga kord siiski otstarbekas. Seepärast on kasutatud traktoritel МТЗ-5МС, МТЗ-5ЛС ja Т-30 vedavate rataste täiendavaid koormajaid, mille töötamise põhimõte seisab selles, et osa rippmasina kaalust koormab traktori vedavaid rattaid. Nende abinõude konstruktsiooni kirjeldatakse allpool. Teise gruppi kuuluvad ratastraktorite haardumisomaduste paran-



Joon. 330. Poolroomik:

1 — haarderiibi; *2* — kummilint; *3* — juhtratas koos pingutusseadisega.



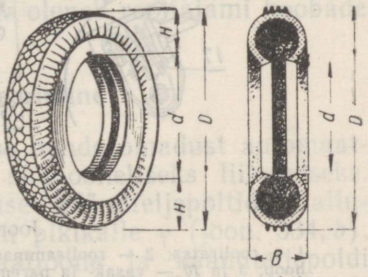
Joon. 331. Rattalaiendajad ja pinnasehaarajad.
a — rattalaiendaja; *b* — ärapööratavad haaratsid.

damise vahendid, mis võimaldavad parandada veoaparaadi ja pinnase vastastikust mõju (poolroomik, rattalaiendajad ja mitmesugust tüüpi haarderibid).

Poolroomik (joon. 330) on asetatud üle ratastraktori vedava ja juhtratta. Roomik koosneb ühendatud otstega kummilintidest *2*, mille külge on kinnitatud metallist stantsitud haarderibid *1*. Juhtratta *3* kasutamise tõttu on roomiku kandepind suur ning see haardub hästi pinnasega. Niisuguse konstruktsiooniga poolroomik on ehituselt lihtne, väikese kaaluga ning hõlpus peale ja maha monteerida.

Rattalaiendajad (joon. 331, *a*) ning ärapööratavad pinnasehaarajad (joon. 331, *b*) kinnitatakse vahetult ratta kilbi külge. Pinnasehaarajate konstruktsioon võimaldab neid hõlpsasti asetada mittetöötavasse asendisse juhul, kui nende kasutamine ei ole soovitav (näiteks sõitmisel kõva kattega teel). Kobedatel muldadel on efektiivsemateks rattalaiendajad, märgadel tihedatel muldadel aga ärapööratavad pinnasehaarajad.

Kummide tähistamine. Traktoritele ja autodele valitakse kummid õhurõhu ning lubatavate koormuste järgi. Kummide mõõtmed märgitakse nende külgpinnale. Madalrõhukummide tähistus on järgmine: esimene arv tähistab kummi profiili laiust *B*



Joon. 332. Kummi põhilised mõõtmed.

(joon. 332); sidekriipsu järgi märgitav teine arv tähistab ratta põia läbimõõtu *d*. Näiteks tähistusega 12—38″ on madalrõhukumm profiili laiusega *B*—12″ ning ratta põia läbimõõduga *d*=38″. Suuruste *D*, *B* ja *d* vahel kehtib sõltuvus:

$$D=d+2B. \qquad (90)$$

Kummi profiili kõrgus võrdub ligikaudselt laiusega, s. o. $H=B$. Kõrgrõhukummid tähistatakse kahe arvuga, millest esimene tähistab kummi välisläbimõõtu *D*, teine aga — profiili laiust *B* tollides. Näiteks 34×7,0″ tähendab, et on tegemist kõrgrõhukummiga, mille välisläbimõõt on 34″ ja profiili laius 7″. Pneumaatiliste kummide mõõtmed antakse tavaliselt tollides.

XXXVI peatükk

RATASTRAKTORITE JA AUTODE ROOLISEADE

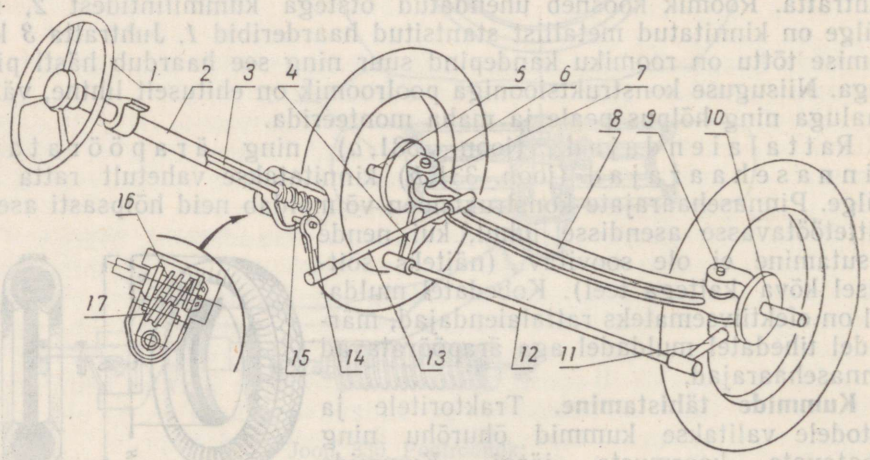
§ 1. Rooliseadme üldine ehitus ja tüübid

Ratastraktori või auto rooliseade on ette nähtud liikumissuuna muutmiseks esirataste pööramise teel. Rooliseade koosneb juhitavate ratastega esisillast, roolitrapetsist, rooliajamist ja roolimehhanismist. Rooliseadme skeem on toodud joonisel 333.

Traktori või auto esirattad on kinnitatud käändtelgedele *5* ja *10*, mis on šarniirselt ühendatud esitalaga käändteljepoltide *6* ja *9* abil, moodustades *esisilla*.

Käändtelgede *5* ja *10* külge on kinnitatud pöördhoovad *4* ja *11*, mis omakorda on šarniirselt ühendatud paralleelvardaga *12*. Pöördhoovad *4* ja *11*, paralleelvarras *12* ja esitelg *8* moodustavad roolitrapetsi. Roolitrapets on vajalik juhtrataste pööramiseks teatud nurga võrra traktori või auto mitmesuguste pöörderaadiuste juures.

Käändtelje *5* külge on kinnitatud juhthoob *7*, mis on šarniirselt ühendatud juhtvarda *13* eespoolse otsaga. Juhtvarda *13* teine ots on šarniirselt ühendatud roolihoovaga *14*. Juhthoob *7*, juhtvarras *13* ja roolihoob



Joon. 333. Rooliseadme skeem:

1 — rooliratas; *2* — roolisammas; *3* — roolivõll; *4* ja *11* — vasak- ja parempoolne pöördhoob; *5* ja *10* — vasak- ja parempoolne käändtelg; *6* ja *9* — vasak- ja parempoolne käändteljepolt; *7* — juhthoob; *8* — esitelg; *12* — paralleelvarras; *13* — juhtvarras; *14* — roolihoob; *15* — roolihoova võll; *16* — tigu; *17* — rull.

14 moodustavad *rooliajami*. Rooliajam on ette nähtud rataste pööramiseks vajaliku jõu ülekandmiseks roolihoovalt käändtelgedele.

Roolihoob on kinnitatud võllile *15*, mille rull *17* hambub roolivõlli *3* alumisele otsale kinnitatud teoga *16*, jäigalt. Roolivõll *3* asetseb roolisambas *2*. Roolivõlli ülemisele otsale on kinnitatud rooliratas *1*. Roolihoova võll *15* koos rulliga *17*, tigu *16*, võll *3* ja rooliratas *1* moodustavad *roolimehhanismi*. Roolimehhanism kannab roolirattalt jõu üle roolihoovale samaaegselt, suurendades tigu ja rulli ülekandearvu arvel ülekantavat jõudu. Rooliratta *1* pööramisel pöörab tigu *16* viimasega hambuvat rulli *17*. Seejuures nihutab roolihoob *14* juhtvarrast *13*, mis juhthoova ning roolitrapetsi kaudu pöörab koos ratastega käändtelgesid *5* ja *10*. Auto või traktor pöördub rooliratta pööramise suunas. Joonisel 333 on näidatud roolimehhanism, milles on kasutatud paari tigu-rull. Traktrorite ja autode roolimehhanismides kasutatakse ka teist tüüpi ülekandeid: tigu koos kaheharjalise rulliga (autod ГАЗ-51А, ГАЗ-63, traktor ДТ-20), tigu koos kolmeharjalise rulliga (auto ЗИЛ-164, traktorid «Belaruss»), tigu koos sektoriga (auto МАЗ-200), tigu koos tigurattaga (traktor Т-28), kruvi ja sõrmega sektor (auto «Урал»). Laialdasemalt on levinud roolimehhanismid, kus kasutatakse tigu koos rulliga, mis on asetatud kuullaagritele. Nendes mehhanismides on hõõrdekaod väiksemad.

§ 2. Roolimehhanismi ja rooliseadme ülekandearv

Auto juhitavus oleneb rooliseadme konstruktsioonist, rataste stabiliseerimisest ja võnkumisest. Auto peab olema juhitav kergesti ja ohutult. Juhtimise kergus oleneb tunduval määral rooliseadme ülekandearvu valiku õigsusest. Rooliseadme ülekandearv määrab juhtrataste pööramise suuruse. Mida suurem on rooliseadme ülekandearv, seda väiksema nurga võrra pööratakse juhtrattaid rooliratta ühe täispöörde jooksul ning seda väiksem on rooliratta pööramiseks vajalik jõud. Mida suurem on esirataste mõjuv koormus, seda suuremat jõudu on vaja esirataste pööramiseks. Järelikult, mida suurem on auto kandejõud, seda suurem peab olema ka rooliseadme ülekandearv. Juhtratastele mõjuvate võrdsete koormuste juures on pööramiseks vajalik jõud suurem laia profiiliga madalrõhukummide puhul.

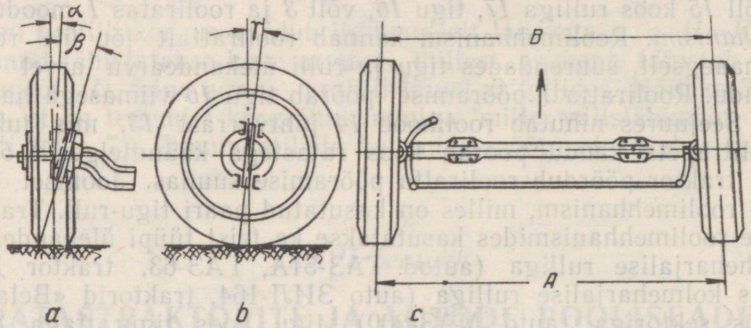
Rooliseadme ülekandearvu suurenemisel kulub rataste pööramiseks rohkem aega. Ülekandearvu piirväärtus määratakse ajaga, mis on vajalik auto ohutuks pööramiseks antud liikumiskiiruse juures. Traktoritel, autobussidel ja rasketel veoautodel, kus maksimaalsed ülekandearvud ei taga nõutavat kerget juhitavust, kasutatakse mitmesugust tüüpi spetsiaalseid võimendajaid.

Rooliseame üldine ülekandearv on rooliratta pöördenurga suhe juhtrataste pöördenurgaga. Üldist ülekandearvu võib käsitleda kahe mehhanismi ülekandearvude summana. Nendeks mehhanismideks on roolimehhanism ja rooliajam. Viimase ülekandearv oleneb rooliajami hoobade õlgade suhtest.

3. Juhtrataste stabiliseerimine

Juhtrataste stabiliseerimise all mõistetakse nende omadust automaatselt säilitada asendit, mis on vajalik auto sirgjooneliseks liikumiseks. Auto juhtrataste stabiliseerimine saavutatakse käändteljepoltide kallutamisega piki- ja põiksuunas. Käändteljepoldi pikikalle γ (joon. 334, *b*), moodustub ratta pöörlemistasapinnas vertikaaljoone ja käändteljepoldi telgjoone vahel. Käändteljepoldi pikikalle saavutatakse esitelje asetamisega teatud nurga all. Käändteljepoldi pikikalde suurus on traktoritel ja

autodel 0 kuni 8°. Juhtrataste pööramisel tekivad tsentrifugaal- ja põikjõud. Osa põikjõust, mis langeb juhtratastele, püüab kääntelјepoldi pikikalde olemasolu puhul pöörata juhtrattaid lähteasendisse, kergendades sellega juhtimist. Järelikult kääntelјepoltide pikikalle võimaldab kasutada juhtimise kergendamiseks tsentrifugaaljõudu. Kääntelјepoldi



Joon. 334. Juhtrataste ja kääntelјepoltide asetuse skeemid:
a — rataste kaldenurk ja kääntelјepoldi põikkalle; *b* — kääntelјepoldi pikikalle, *c* — rataste kokkujooks.

põikkallet β (joon. 334, *a*) mõõdetakse auto või traktori põiktasapinnas. Selle nurga suurus on 6—8°. Kääntelјepoldi põikkalde puhul kaasneb rataste pööramisega teatud määral auto esitelje tõstmine. Seetõttu pöörduvad auto kaalu mõjul rattad keskasendisse tagasi, säilitades stabiilsuse. Traktori või auto kääntelјepoltide kaldenurga suurus määratakse kääntelge ja seda ühendavate detailide konstruktsiooniga ning ekspluatatsiooni protsessis see reguleeritav ei ole.

§ 4. Juhtrataste kaldenurk ja kokkujooks

Juhtrataste kergeks pööramiseks ja libisemiseta veeremiseks asetatakse need teatud nurga alla. Kääntelјepoltide juba vaadeldud kaldenurkade kõrval esinevad veel juhtrataste kaldenurk ja kokkujooks (joon. 334, *a*, *c*). Juhtratta kaldenurk α, mida mõõdetakse auto põiktasapinnas, saadakse ratta teljetappide otste allapoole kallutamisega. Juhtratta kaldenurk võimaldab vähendada ratta välimisele laagrile mõjuvat koormust ning parandada auto juhitavust. Juhtratta kaldenurga suurus on kuni 2°.

Juhtrataste kokkujooks määratakse kummide vahekauguste erinevuse järgi (eespoolne kaugus *B* ja tagapoolne *A*) pealtvaates, kusjuures $A > B$. Juhtrataste kaldenurga ning lõtkude puhul kääntelјepoltide ühendustes, varrastes ja ratta laagrites tagab rataste kokkujooks

Tabel 10

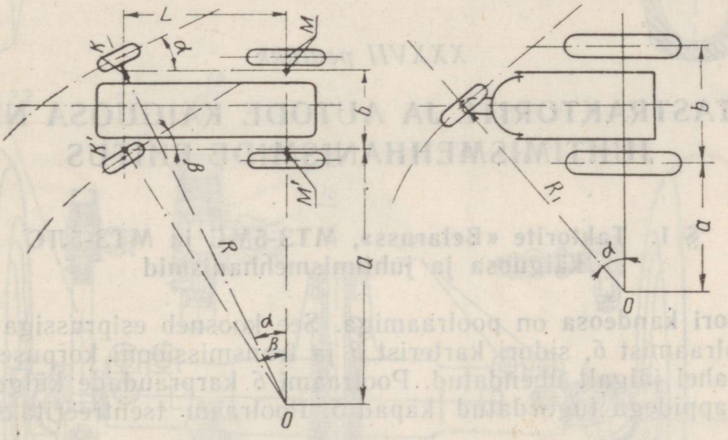
Autode ja traktorite juhtrataste kokkujooksu suurused

Masina mark	Rataste kokkujooks mm
ГАЗ-51А	1,5— 3,0
ЗИЛ-164	8,0—12,0
ЗИЛ-157	2,0— 5,0
МАЗ-200	3,0— 5,0
«Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС	8,0—12,0

juhtrataste õige paralleelse veeremise. Mõõtmete *A* ja *B* vahe on erinevate konstruktsioonide puhul 2—12 mm. Rataste kokkujooksu kontrollitakse spetsiaalse seadise abil ning reguleeritakse paralleelvarda pikkuse muutmisega. Juhtrataste kokkujooksu suurused on toodud tabelis 10.

§ 5. Traktori ja auto pööramise tingimused. Minimaalne pööramise raadius

Traktori või auto pööramiseks pööratakse esirattaid teatud nurga võrra esitelje suhtes. Seejuures traktori või auto kere suhtes esitelg oma asendit ei muuda. Pööramisega peab kaasnema rataste veeremine, ilma et esineks libisemist, sest libisemine raskendab juhtimist ja kutsub esile kummide kiirendatud kulumise. Rataste libisemiseta veeremiseks on tarvilik, et rataste geomeetrilised teljed lõikuksid rataste pööramise hetkelises tsentris — punktis *0* (joon. 335).



Joon. 335. Traktori pööramise skeem.

Punkti *0* nimetatakse *pööramise tsentriks*. Auto pööramisel punkti *0* ümber on iga ratta pöörlemistasapind puutujaks ratta poolt «joonestatavale» kaarele, ratta pööramise raadius on aga risti ratta pöörlemistasapinnaga. Välimine ratas joonestab suurema raadiusega kaare kui sisemine; välimise ratta pöördenurk on aga väiksem kui sisemisel rattal. Tähistame käändteljepoltide vahekauguse *b*-ga, mis on ligikaudselt võrdne ratastevahelise kaugusega. Esi- ja tagatelje vahekauguse, mida nimetatakse baasiks, tähistame *L*-ga ning määrame suuruste *b* ja *L* ning rataste pöördenurkade α ja β suhte.

Kolmnurkadest *OMK* ja *OM'K'* järeldub:

$$cot\ \alpha = \frac{a+b}{L} \text{ ja } cot\ \beta = \frac{a}{L},$$

kus *a* — lõik *OM'*.

Lõplikul kujul on nurkade α ja β ning suuruste *b* ja *L* vaheline sõltuvus:

$$cot\ \alpha - cot\ \beta = \frac{a+b}{L} - \frac{a}{L} = \frac{b}{L}. \qquad (91)$$

Selleks et vähendada külglibisemist, püütakse auto või traktori konstrueerimisel juhtrataste pööramise ajam ehitada nii, et juhtrattad pöörduksid nurkade võrra, mis oleksid ligilähedased teoreetilistele nurkadele α ja β. Seda saavutatakse käändteljehoobade kallutamisega auto pikitelgjoone suhtes ning käändteljehoobade ja paralleelvarda (mis moodustavad roolitrapetsi) pikkuste valikuga. Lõigud *OK* ja *OK'* on pööramisraadiused. Traktori või auto igal konstruktsioonil on oma minimaalne pööramisraadius. Viimane iseloomustab traktorit või autot läbivuse ja manööverdusvõime seisukohast.

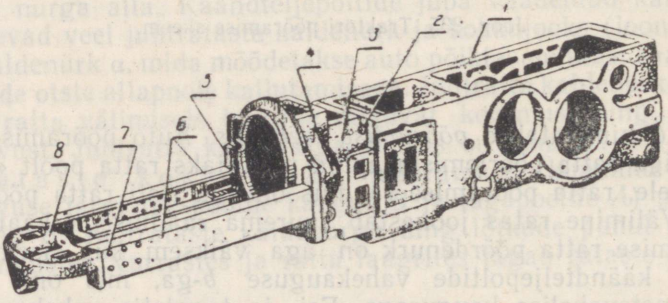
Ratastraktori minimaalne pööramisraadius oleneb muude võrdsete tingimuste juures koormusest veokonksul ning pidurite kasutamisest pööramisel. Pidurid võimaldavad pöörata väiksema raadiusega. Traktorite ühesuguste baaside puhul on väiksema pööramisraadiusega traktor, mis on väiksema rataste jooksulaiusega. Kõige väiksema pööramisraadiusega on ühe juhtrattaga traktor. Pööramisel joonestab üksik juhtratas, liikudes ümber hetkelise pööramistsentri *0* kaare raadiusega R_1. Väikese pööramisraadiuse tõttu kasutatakse ühe juhtrattaga traktoreid (T-28X) töödel, kus pööramisvõimalused väikeste pindalade tõttu on piiratud.

XXXVII peatükk

RATASTRAKTORITE JA AUTODE KÄIGUOSA NING JUHTIMISMEHHANISMIDE EHITUS

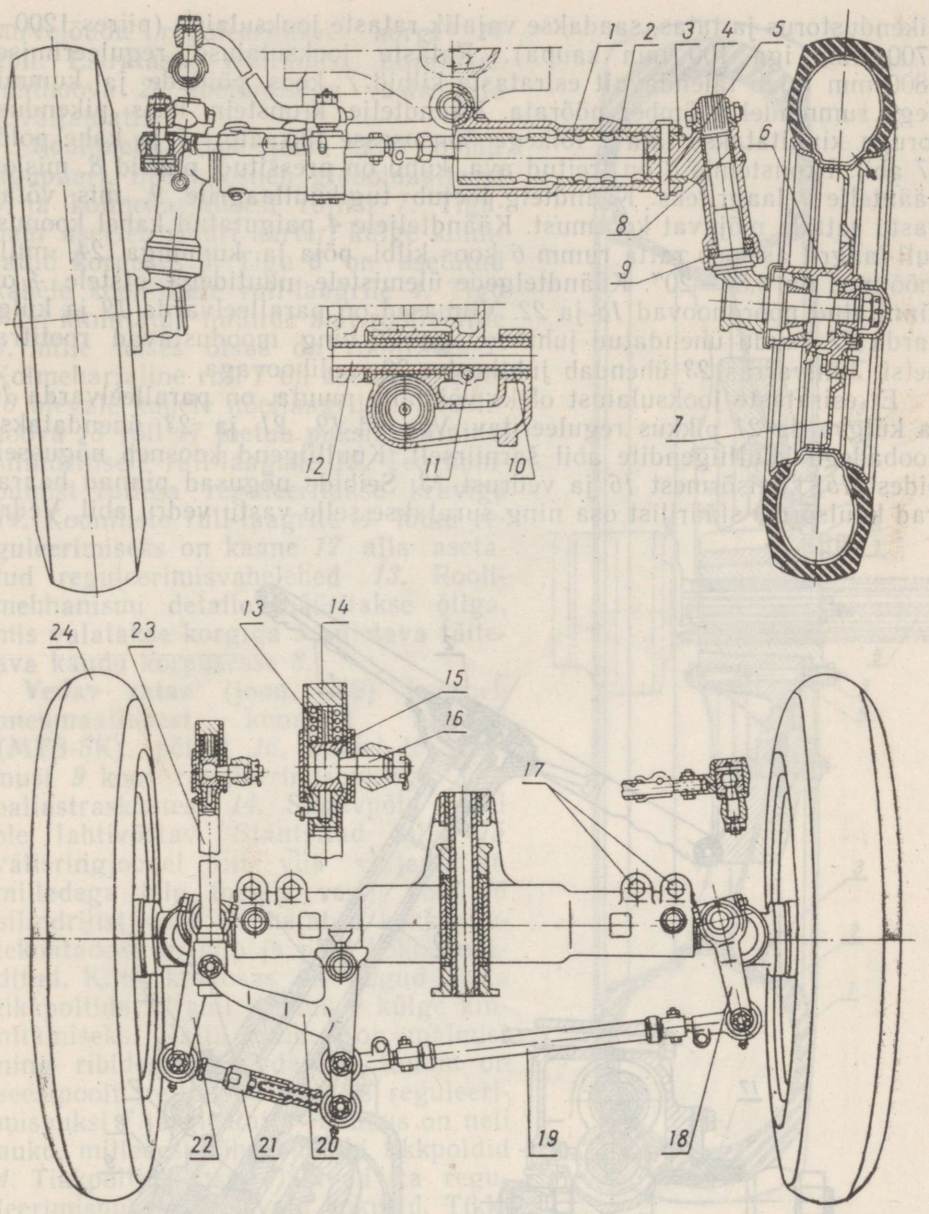
§ 1. Taktorite «Belaruss», MTZ-5MC ja MTZ-5ЛC käiguosa ja juhtimismehhanismid

Traktori kandeosa on poolraamiga. See koosneb esiprussiga *8* (joon. 336) poolraamist *6*, siduri karterist *3* ja transmissiooni korpusest *1*, mis on omavahel jäigalt ühendatud. Poolraami *6* karpraudade külge on keevitatud lappidega tugevdatud käpad *5*. Poolraam tsentreeritakse siduri



Joon. 336. Traktori «Belaruss» kandeosa:
1 — transmissiooni korpus; *2* — polt; *3* — siduri karter; *4* — polt; *5* — käpp; *6* — poolraam; *7* — polt; *8* — esipruss.

karteri suhtes tihvtide abil ja kinnitatakse selle külge käppadega *5*. Poolraami karpraudadesse on puuritud augud rippmasina kinnitamiseks. Valatud esipruss *8* on kinnitatud poltidega *7* poolraami karpraudade otste külge. Esiprussile toetuvad mootori esitugi, vee- ja õliradiaator ning nende kaitsevõre, samuti konks traktori pukseerimiseks. Esiprussi külge on kiilukujulise poldi *11* (joon. 337) abil kinnitatud ka balanssiirtelg *12*.



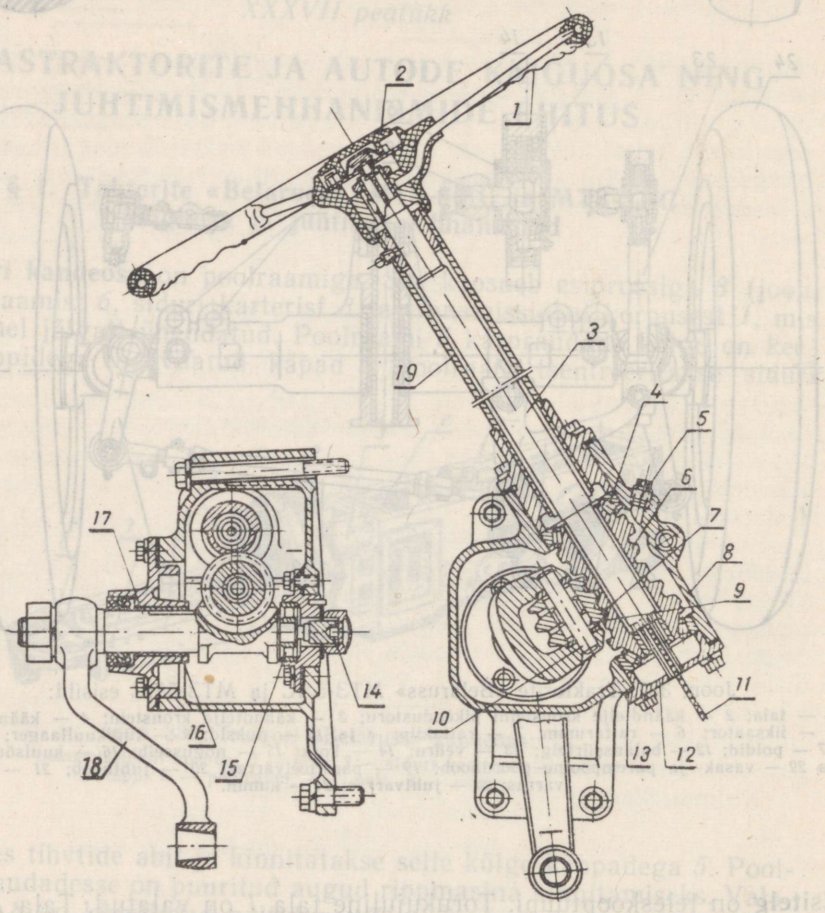
Joon. 337. Traktorite «Belaruss» МТЗ-5Л1С ja МТЗ-5МС esisild:

1 — tala; *2* — käändtelje kronsteini pikendustoru; *3* — käändtelje kronstein; *4* — käändtelg; *5* — liiksaator; *6* — rattarumm; *7* — rattakilp; *8* ja *10* — puksid; *9* — tugikuullaager; *11* ja *17* — poldid; *12* — balanssiirtelg; *13* — vedru; *14* — kork; *15* — nõgusseib; *16* — kuulsõrm; *18* ja *22* — vasak- ja parempoolne pöördhoob; *19* — paralleelvarras; *20* — juhthoob; *21* — külgvarras; *23* — juhtvarras; *24* — kumm.

Esitelg on teleskooptüüpi. Torukujuline tala *1* on valatud. Tala *1* keskosasse kinnitatud pukside kaudu on tala ühendatud balanssiirteljega *12*. Tala *1* kiikumist piiratakse spetsiaalsete tugedega. Tala *1* õõnsuses asetsevad käändtelje kronsteinid *3* koos viimaste külge keevitatud pikendustorudega *2*. Mõlemas pikendustorus on seitse auku, talas *1* on aga mõlema pikendustoru jaoks üks auk. Asetades kohakuti vastavad augud

pikendustorus ja talas, saadakse vajalik rataste jooksulaius (piires 1200—1700 mm, iga 100 mm kaupa). Rataste jooksulaiuse reguleerimisel 1800 mm tuleb täiendavalt esirataste kilbid *7* koos pöidade ja kummidega rummudel *6* ümber pöörata. Käändtelje kronstein koos pikendustoruga kinnitatakse tala *1* lõikega õõnsusesse fiksaatori *5* ja kahe poldi *17* abil. Kronsteinis *3* on treitud ava, kuhu on pressitud puksid *8*, mis on käändtelje *4* laagriteks. Käändtelg toetub tugikuullaagrile *9*, mis võtab vastu rattale mõjuvat koormust. Käändteljele *4* paigutatud kahel koonusrull-laagril asetseb ratta rumm *6* koos kilbi, pöia ja kummiga *24*, mille mõõtmed on 6,50—20″. Käändtelgede ülemistele nuutidega otstele *4* on kinnitatud pöördhoovad *18* ja *22*. Viimased on paralleelvarda *19* ja külgvarda *21* kaudu ühendatud juhthoovaga *20* ning moodustavad roolitrapetsi. Juhtvarras *23* ühendab juhthooba *20* roolihoovaga.

Et esirataste jooksulaiust oleks võimalik muuta, on paralleelvarda *19* ja külgvarda *21* pikkus reguleeritav. Vardad *19*, *21* ja *23* ühendatakse hoobadega kuulliigendite abil šarniirselt. Kuulliigend koosneb nõgusseibidest *15*, kuulsõrmest *16* ja vedrust *13*. Seibide nõgusad pinnad haaravad kuulsõrme sfäärilist osa ning surutakse selle vastu vedru abil. Vedru



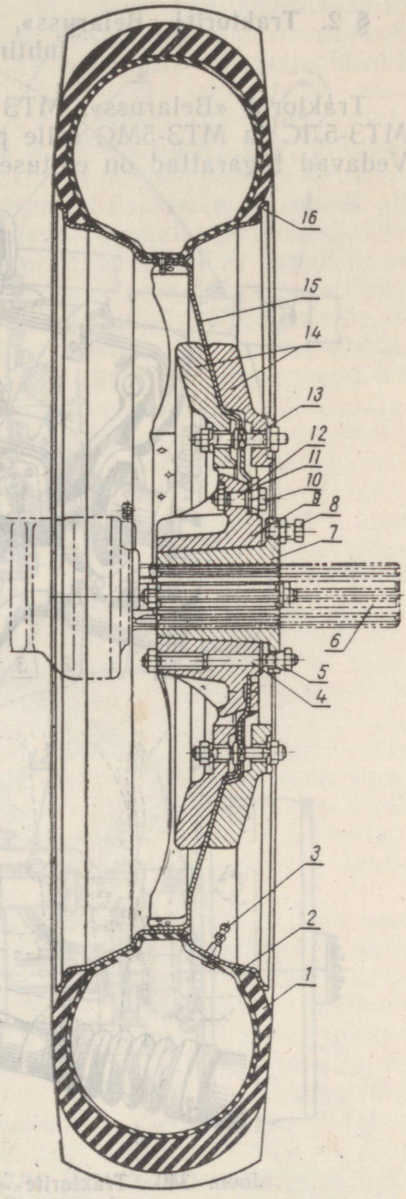
Joon. 338. Traktori «Belaruss» MTЗ-5MC roolimehhanism:

1 — rooliratas; *2* — signaalnupp; *3* — roolivõll; *4* — teo kooniline rull-laager; *5* — täiteava kork; *6* — tigu; *7* — kolmeharjaline rull; *8* — roolimehhanismi korpus; *9* — nõellaager; *10* — rulli telg; *11* — juhe; *12* — kaas; *13* — reguleerimisvahelehed; *14* — reguleerimiskruvi; *15* — silindriline rull-laager; *16* — puks; *17* — roolihoova võll; *18* — roolihoob; *19* — roolisammas.

survejõudu reguleeritakse korgi *14* abil. Esirataste pööramist piiratakse juhthoova *20* toetumisega vastu tala *1* väljaulatist.

Roolimehhanism (joon. 338) omab tigupaari, mis koosneb globoidaalteost *6* ja kolmeharjalisest rullist *7*. Tigupaar asetseb siduri karteri külge kinnitatud korpuses *8*. Tigu *6* on asetatud kahele koonilisele rull-laagrile *4*. Tigu *6* on kinnitatud nuutide abil roolivõllile *3*, mille teises otsas on rooliratas *1*. Kolmeharjaline rull *7* on asetatud teljel *10* olevale kahele nõellaagrile *9*. Roolihoova *18* võll *17* toetub puksile *16* ning silindrilisele rull-laagrile *15*. Teo hambumist rulliga reguleeritakse kruviga *14*. Kooniliste rull-laagrite *4* lõtku reguleerimiseks on kaane *12* alla asetatud reguleerimisvahelehed *13*. Roolimehhanismi detaile määritakse õliga, mis valatakse korgiga *5* suletava täiteava kaudu korpusesse *8*.

Vedav ratas (joon. 339) koosneb pneumaatilisest kummist 11—38″ (МТЗ-5К), pöiast *16*, kilbist *15*, rummust *9* koos reguleerimispuksiga *7* ja ballastraskustest *14*. Sügavpöid *16* ei ole lahtivõetav. Stantsitud kilbi *15* välisringjoonel on viis väljaulatist, milledega kilp toetub vastu pöia *16* silindrilist vööd. Nimetatud kokkupuutekohtadest on kilp ja pöid kokku needitud. Kilbi keskosas on augud ratta tikkpoltide *12* abil rummu *9* külge kinnitamiseks. Ratta rumm *9* on malmist ning ribidega tugevdatud. Rumm on seestpoolt treitud kooniliseks reguleerimispuksi *7* järgi. Ratta rummus on neli auku, milledest lähevad läbi tikkpoldid *4*. Tikkpoltide otsad läbivad ka reguleerimispuksis *7* olevaid aukusid. Tikkpoltide *4* mutrite *5* abil tõmmatakse rumm *9* reguleerimispuksile *7*.



Joon. 339. Traktori «Belaruss» МТЗ-5К vedav ratas:

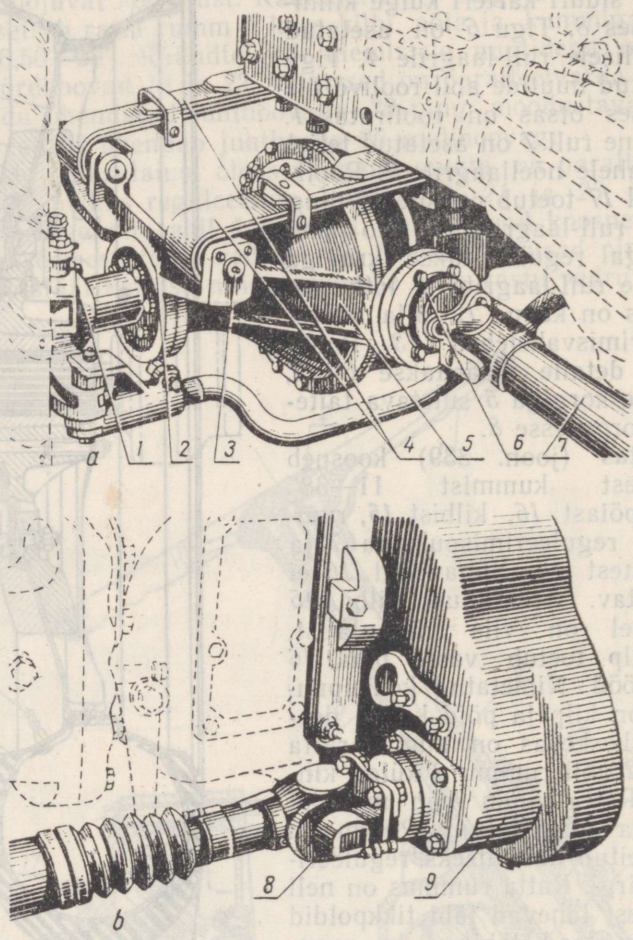
1 — väliskumm; *2* — sisekumm; *3* — ventiil; *4* — tikkpolt; *5* — mutter; *6* — vedav pooltelg; *7* — reguleerimispuks; *8* — polt rummu lahtisurumiseks; *9* — rumm; *10* — ratta kilbi kinnitusmutter; *11* — tugevdusvõru; *12* ja *13* — tikkpoldid; *14* — ballastraskused; *15* — rattakilp; *16* — pöid.

Reguleerimispuksi äärikus on kaks keermetatud auku, kuhu on keeratud rummu lahtisurumiseks kontramutritega poldid *8*. Kui ratast on vaja ära võtta või selle kinnitust poolteljel nõrgendada, lastakse kontramutreid järele ning keeratakse polte *8*, mille otsad toetuvad vastu rummu. Poldid suruvad rummu reguleerimispuksi koonuspinnast lahti.

Traktorite «Belaruss», МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС rataste rummud kinnitatakse pooltelgedele liudade abil. Pooltelg pingutatakse poltidega liua ning rummu vahele. Nende traktorite kummide mõõtmed on 12—38″.

§ 2. Traktorite «Belaruss», МТЗ-7ЛС ja МТЗ-7МС käiguosa ning juhtimismehhanismid

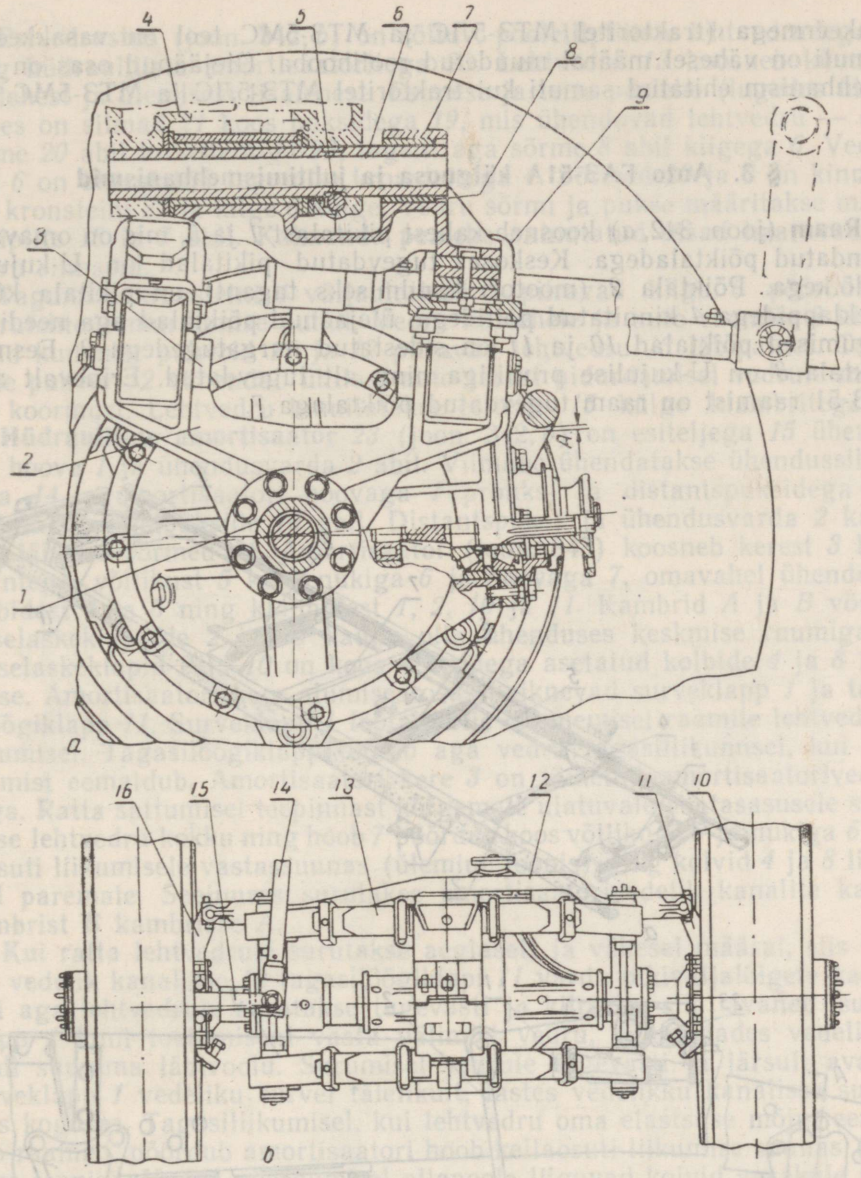
Traktorid «Belaruss», МТЗ-7ЛС ja МТЗ-7МС erinevad traktoritest МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС selle poolest, et nende esirattad on vedavad. Vedavad tagarattad on ehituselt samasugused kui traktoritel МТЗ-5ЛС



Joon. 340. Traktorite «Belaruss» МТЗ-7ЛС ja МТЗ-7МС vedava esisilla ja selle ajami üldvaade:

a — esisild; *b* — esisilla ajam; *1* — võrdsete nurkkiirustega kardaanliigend; *2* — pooltelje kesta kronstein; *3* — vedru sõrm; *4* — lehtvedrud; *5* — vedav esisild; *6* — eesmine kardaanliigend; *7* — kardaanvõll; *8* — tagumine kardaanliigend; *9* — kaitsesiduriga jaotuskast.

ja МТЗ-5МС, kuid on ilma ballastraskusteta. Traktoril on kasutatud vedrustatud vedavat esisilda *5* (joon. 340). Esirataste sügava mustriga kummide mõõtmed on 9,00—20″. Esisild *5* käitatakse jaotuskasti *9* ja kardaanvõlli *7* kaudu. Vedav esisild *5*, võrdsete nurkkiirustega kardaanliigendid *1* ja kardaanvõll *7* on autotüüpi. Esisild on traktori kandeosaga ühendatud lehtvedrude abil. Vedrustus (joon. 341) koosneb kahest põiksuunas asetsevast poolelliptilisest lehtvedrust *13*, mis on keskelt vedruklambrite *9* abil kinnitatud vedrude kronsteini *7* külge. Vedrude kronstein *7* on balanssiirtelje *6* kaudu ühendatud traktori raami esiprussiga *4*.



Joon. 341. Traktorite «Belaruss» МТЗ-7ЛС ja МТЗ-7МС esisild:

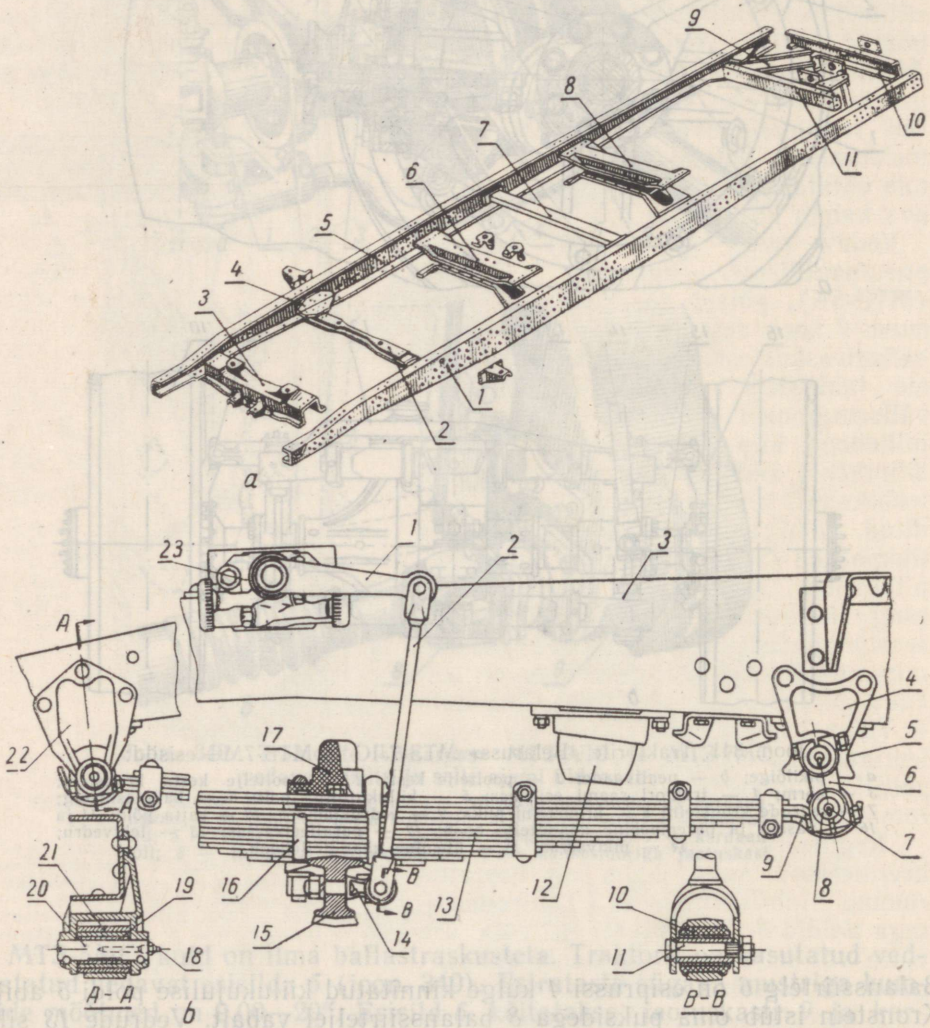
a — pikilõige; *b* — pealtvaade; *1* — pooltelje kest; *2* — pooltelje kesta kronstein; *3* — sõrm; *4* — traktori raami esipruss; *5* — kiilukujuline polt; *6* — balanssiirtelg; *7* — vedrude kronstein; *8* — kronsteini puks; *9* — vedruklamber; *10* — ratta põid; *11* ja *16* — vasak- ja parempoolne käändtelje hoob; *12* — paralleelvarras; *13* — lehtvedru; *14* — pikivarras; *15* — ülemine käändteljehoob.

Balanssiirtelg *6* on esiprussi *4* külge kinnitatud kiilukujulise poldi *5* abil. Kronstein istub oma puksidega *8* balanssiirteljel vabalt. Vedrude *13* silmad on sõrmede *3* abil ühendatud kronsteinidega *2*. Viimased on keevitatud esisilla pooltelgede kestade *1* külge. Käändtelgede korpuste sisemiste pooltega on ühes tükis valatud käändtelje hoovad *11* ja *16*. Viimased on kuulliigenditega ühendatud paralleelvardaga *12* ning ülemise käändteljehoova *15* kaudu pikivardaga *14*. Roolimehhanismi tigu on pa-

remkeermega (traktoritel МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС teol on vasakkeere). Samuti on vähesel määral muudetud roolihooba. Ülejäänud osas on roolimehhanism ehitatud samuti kui traktoritel МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС.

§ 3. Auto ГАЗ-51А käiguosa ja juhtimismehhanismid

Raam (joon. 342, *a*) koosneb kahest pikitalast *1* ja *5*, mis on omavahel ühendatud põiktaladega. Keskosas tugevdatud pikitalad on U-kujulise ristlõikega. Põiktala *2* (mootori kandmiseks tagant) on pikitala külge sideklappidega *4* kinnitatud poltidega, ülejäänud põiktalad aga needitud. Tagumised põiktalad *10* ja *11* on sidestatud nurgatugedega *9*. Eesmine põiktala *3* on U-kujulise profiiliga ning alt tugevdatud. Erinevalt auto ГАЗ-51 raamist on raam tugevdatud põiktalaga *7*.



Joon. 342. Auto ГАЗ-51А raam ja esivedrustus:

a — raam: *1* ja *5* — pikitalad; *2*, *3*, *6*, *7*, *10* ja *11* — põiktalad; *4* — sidelapp; *9* — nurgatugi; *b* — esivedrustus: *1* — amortisaatori hoob; *2* — ühendusvarras; *3* — auto raam; *4* — vedru tagumine kronstein; *5* — tagumine kronsteini väljaulatis; *6* — vedru kiik; *7* — määrdenippel; *8* — vedru sõrm; *9* — kolmas vedruleht (pealeht); *10* — ühendusvarda kummipuks; *11* — sõrm; *12* — kummipuhver; *13* — lehtvedru; *14* — ühendussilmus; *15* — auto esitelg; *16* — klamber; *17* — kummipuhver; *18* — määrdenippel; *19* — puks; *20* — vedru sõrm; *21* — vedru silm; *22* — vedru eesmine kronstein; *23* — amortisaator.

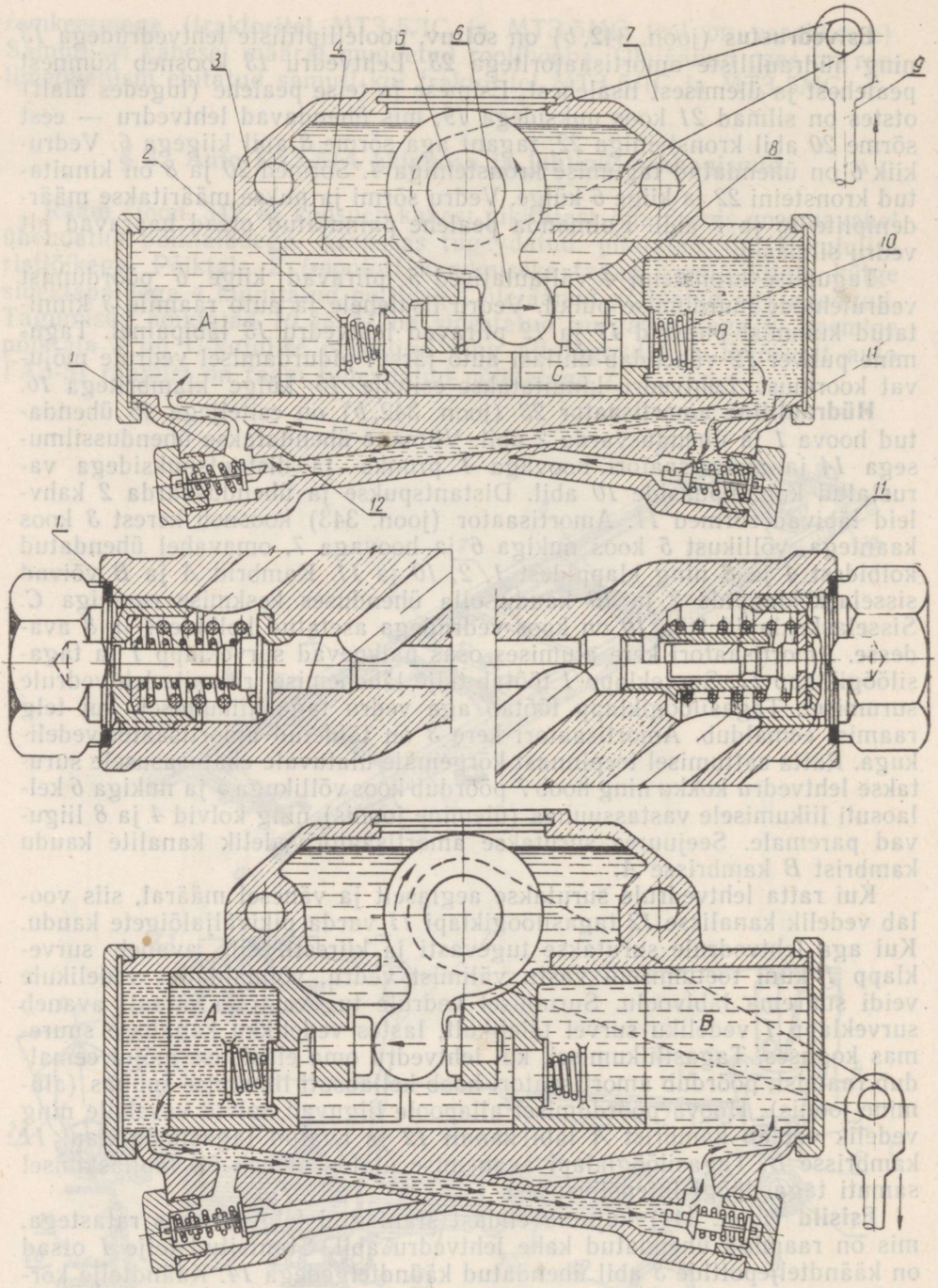
Esivedrustus (joon. 342, *b*) on sõltuv, poolelliptiliste lehtvedrudega *13* ning hüdrauliliste amortisaatoritega *23*. Lehtvedru *13* koosneb kümnest pealehest ja ülemisest lisalehest. Esimese ja teise pealehe (lugedes ülalt) otstes on silmad *21* koos puksidega *19*, mis ühendavad lehtvedru — eest sõrme *20* abil kronsteiniga *22*, tagant aga sõrme *8* abil kiigega *6*. Vedrukiik *6* on ühendatud tagumise kronsteiniga *4*. Sõrmed *20* ja *8* on kinnitatud kronsteini *22* ja kiige *6* külge. Vedru sõrmi ja pukse määritakse määrdeniplite *18* ja *7* abil. Kolmanda pealehe painutatud otsad haaravad alt vedru silmasid.

Tagumise kronsteini *4* väljaulatised *5* piiravad kiige *6* pöördumist vedrulehtede murdumise puhul. Vedru lisalehele ja auto raamile *3* kinnitatud kummist puhvrid *17* ja *12* piiravad lehtvedru *13* läbipainet. Tagumine puhver *12* vähendab ühtlasi auto järsul pidurdamisel vedrule mõjuvat koormust. Lehtvedru kinnitatakse esitelje *15* külge klambritega *16*.

Hüdrauliline amortisaator *23* (joon. 342, *b*) on esiteljega *15* ühendatud hoova *1* ja ühendusvarda *2* abil. Viimane ühendatakse ühendussilmusega *14* ja amortisaatori hoovaga *1* pronks- ja distantspuksidega varustatud kummipukside *10* abil. Distantspukse ja ühendusvarda *2* kahvleid läbivad sõrmed *11*. Amortisaator (joon. 343) koosneb kerest *3* koos kaantega, võllikust *5* koos nukiga *6* ja hoovaga *7*, omavahel ühendatud kolbidest *4* ja *8* ning klappidest *1*, *2*, *10* ja *11*. Kambrid *A* ja *B* võivad sisselaskeklappide *2* ja *10* kaudu olla ühenduses keskmise ruumiga *C*. Sisselaskeklapid *2* ja *10* on koos vedrudega asetatud kolbide *4* ja *8* avadesse. Amortisaatori kere alumises osas paiknevad surveklapp *1* ja tagasilöögiklapp *11*. Surveklapp *1* töötab telje lähenemisel raamile lehtvedrule surumisel. Tagasilöögiklapp töötab aga vedru tagasiliikumisel, kui telg raamist eemaldub. Amortisaatori kere *3* on täidetud amortisaatorivedelikuga. Ratta sattumisel teepinnast kõrgemale ulatuvale ebatasasusele surutakse lehtvedru kokku ning hoob *7* pöördub koos võllikuga *5* ja nukiga *6* kellaosuti liikumisele vastassuunas (ülemine joonis) ning kolvid *4* ja *8* liiguvad paremale. Seejuures surutakse amortisaatorivedelik kanalite kaudu kambrist *B* kambrisse *A*.

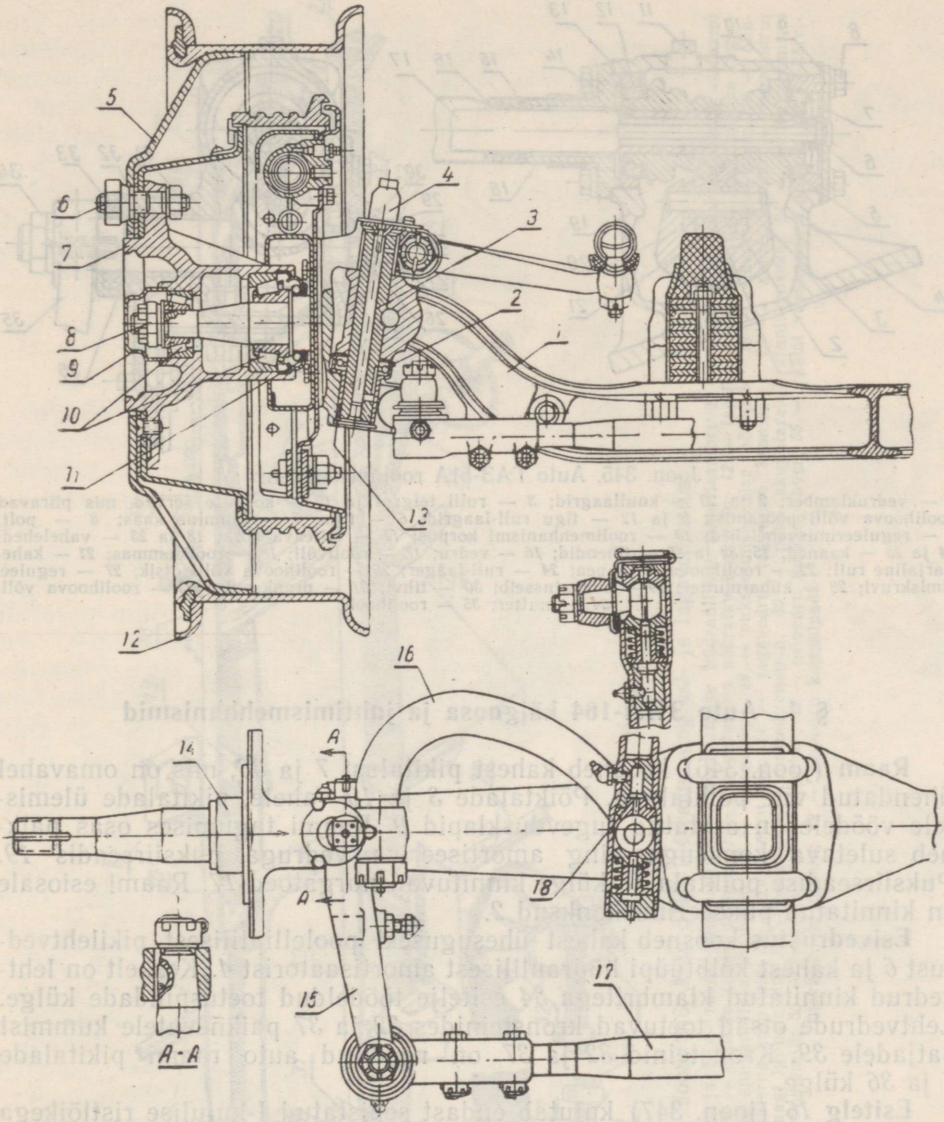
Kui ratta lehtvedrule surutakse aeglaselt ja vähesel määral, siis voolab vedelik kanalisse *12* tagasilöögiklapi *11* varda pikiväljalõigete kaudu. Kui aga lehtvedrule surutakse tugevasti ja kiiresti, siis avaneb surveklapp *1* kuni toetumiseni vastu välimist vedru, võimaldades vedelikule veidi suurema läbivoolu. Surumisel vedrule tugevasti ja järsult avaneb surveklapp *1* vedeliku survel täielikult, lastes vedelikku kanalisse suuremas koguses. Tagasiliikumisel, kui lehtvedru oma elastsuse mõjul eemaldub raamist, pöördub amortisaatori hoob kellaosuti liikumise suunas (alumine joonis). Hoova pöördumisel allapoole liiguvad kolvid vasakule ning vedelik voolab kambrist *A* läbi kanali *12* ja avatud tagasilöögiklapi *11* kambrisse *B*. Tagasilöögiklapi avanemise ulatus oleneb õli läbilaskmisel samuti tagasilöögi intensiivsusest.

Esisild (joon. 344) kujutab endast stantsitud telge *1* koos ratastega, mis on raamiga ühendatud kahe lehtvedru abil. Stantsitud telje *1* otsad on käändteljepoltide *3* abil ühendatud käändtelgedega *14*. Käändtelje kõrvadesse on pressitud kaks puksi *13*, kuhu on kinnitatud käändteljepolt *3*. Käändteljepoldid on kinnitatud telje *1* otstesse liikumatult. Telje *1* ots toetub käändteljele *14* tugikuullaagrile *2*. Vasakpoolse käändtelje *14* külge on kinnitatud paralleelvardaga *17* ühendatud pöördhoob *15* ja juhthoob *16* juhtvardaga *18*, parempoolse käändtelje külge aga ainult paralleelvardaga *17* ühendatud pöördhoob. Käändtelje tapile on asetatud kahele koonilisele rull-laagrile *10* rumm *7*. Laagreid *10* reguleeritakse käändtelje *14* tapi keermetatud otsale keeratud mutriga *8*. Käändtelje tapi ots on kaetud kapsliga *9*. Sisemist laagrit *10* kaitseb tihend *11*. Ratta rummu *7* külge on poltidega *6* kinnitatud kilp *5* ja piduritrummel. Ratta kilbi *5* välimise



Joon. 343. Kolbtüüpi hüdraulilise amortisaatori töötamise skeem:
1 — surveklapp; *2* ja *10* — sisselaskeklapp; *3* — amortisaatori kere; *4* ja *8* — kolvid; *5* — võllik; *6* — nukk; *7* — amortisaatorihoob; *9* — ühendusvarras; *11* — tagasilöögiklapp; *12* — kanal.

silindrilise osa külge on keevitatud pöid, millel on äravõetav ääris *12*. Telg *1*, vasak- ja parempoolsed pöördhoovad *15* ning paralleelvarras *17* moodustavad roolitrapetsi. Juhthoob *16*, juhtvarras *18* ja roolihoob (joonisel ei ole näidatud) moodustavad rooliajami.

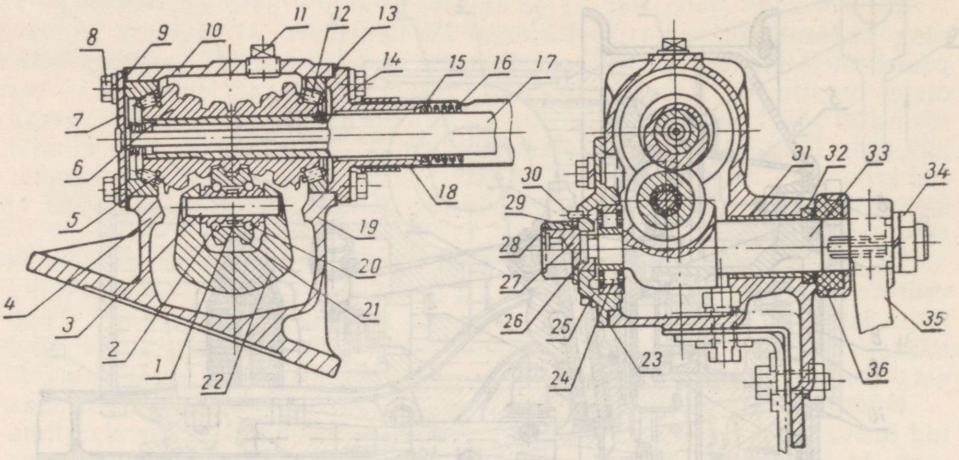


Joon. 344. Auto ГАЗ-51А esisild:

1 — tala; *2* — tugikuullaager; *3* — käändteljepolt; *4* — määrdenippel; *5* — rattakilp; *6* — polt; *7* — rattarumm; *8* — mutter; *9* — kapsel; *10* — koonilised rull-laagrid; *11* — tihend; *12* — põla äravõetav ääris; *13* — käändteljepoldi puks; *14* — käändtelg; *15* — pöördhoob; *16* — juhthoob; *17* — paralleelvarras; *18* — juhtvarras.

Roolimehhanism (joon. 345) koosneb korpusest *10*, roolivõllist *17* koos globoidaaltoega *6*, kaheharjalisest rullist *21* ja roolirattast. Teo globoidaalne (nõgus) pind võimaldab roolimehhanismi töötamisel rullil mööda pöörlevat tigu veereda, mis tunduvalt suurendab roolimehhanismi töökindlust ja iga. Malmist korpus *10* on poltidega kinnitatud auto raami vasakpoolse pikitala külge. Korpusesse on koonilistel rull-laagritel *5* ja *12* asetatud tigu *6* koos roolivõlliga *17*. Teo nihkumist telgsuunas reguleeritakse korpuse *10* ja alumise kaane *7* vahele asetatud reguleerimisvahelehtedega *9*. Kaheharjaline rull *21* on asetatud roolihoova võlli pea *22* külge kinnitatud teljele *3*. Telg *3* on kinnitatud roolihoovale liikumatult. Rull *21* pöörleb kahel radiaal-tugikuullaagril *2* ja *20*.

Samasuguse konstruktsiooniga on ka traktori ДТ-20 roolimehhanism.



Joon. 345. Auto ГАЗ-51А roolimehhanism:

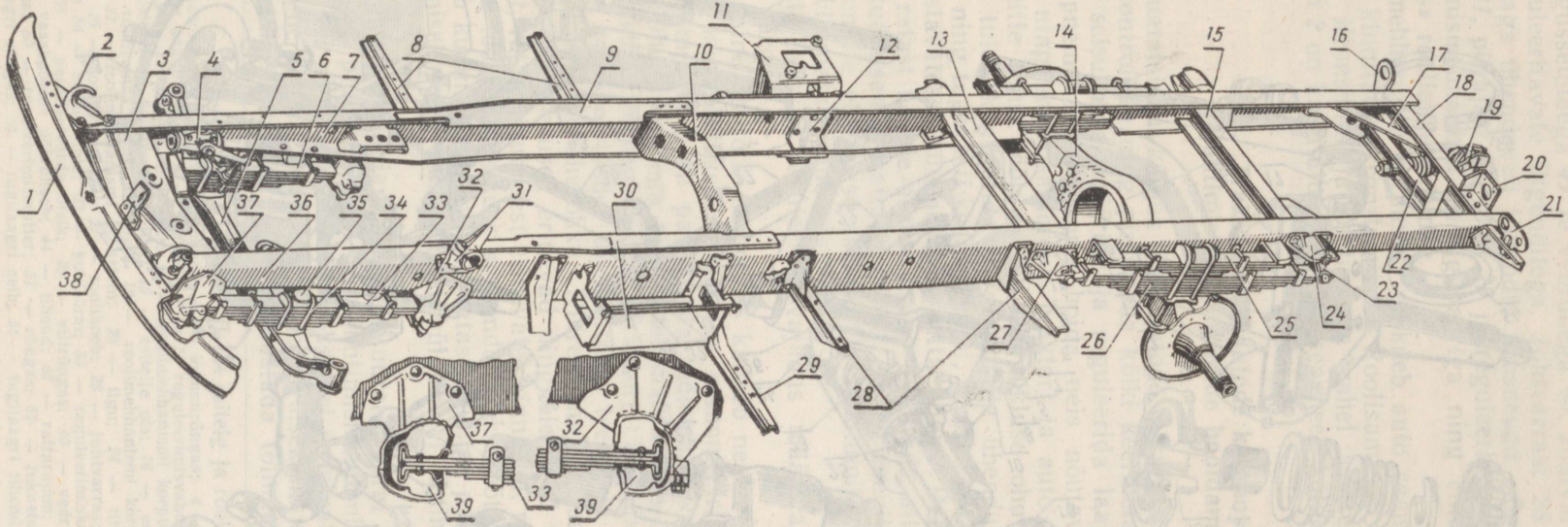
1 — vedruklamber; *2* ja *20* — kuullaagrid; *3* — rulli telg; *4* ja *19* — korpuse servad, mis piiravad roolihoova võlli pööramist; *5* ja *12* — tigu rull-laagrid; *6* — tigu; *7* — alumine kaas; *8* — polt; *9* — reguleerimisvahelehed; *10* — roolimehhanismi korpus; *11* — täiteava kork; *13* ja *23* — vahelehed; *14* ja *25* — kaaned; *15*, *32* ja *36* — tihendid; *16* — vedru; *17* — roolivõll; *18* — roolisammas; *21* — kaheharjaline rull; *22* — roolihoova võlli pea; *24* — rull-laager; *26* — roolihoova võlli otsik; *27* — reguleerimiskruvi; *28* — kübarmutter; *29* — lukustusseib; *30* — tihvt; *31* — pronkspuks; *33* — roolihoova võlli; *34* — mutter; *35* — roolihoob.

§ 4. Auto ЗИЛ-164 käiguosa ja juhtimismehhanismid

Raam (joon. 346) koosneb kahest pikitalast *7* ja *36*, mis on omavahel ühendatud viie põiktalaga. Põiktalade *3* ja *10* vahele, pikitalade ülemistele vöödele on asetatud tugevdusklapid *9*. Raami tagumises osas paikneb suletava konksuga ning amortiseeriva vedruga puksiirseadis *19*. Puksiirseadise põiktala *18* külge kinnituvad nurgatoed *17*. Raami esiosale on kinnitatud pukseerimiskonksud *2*.

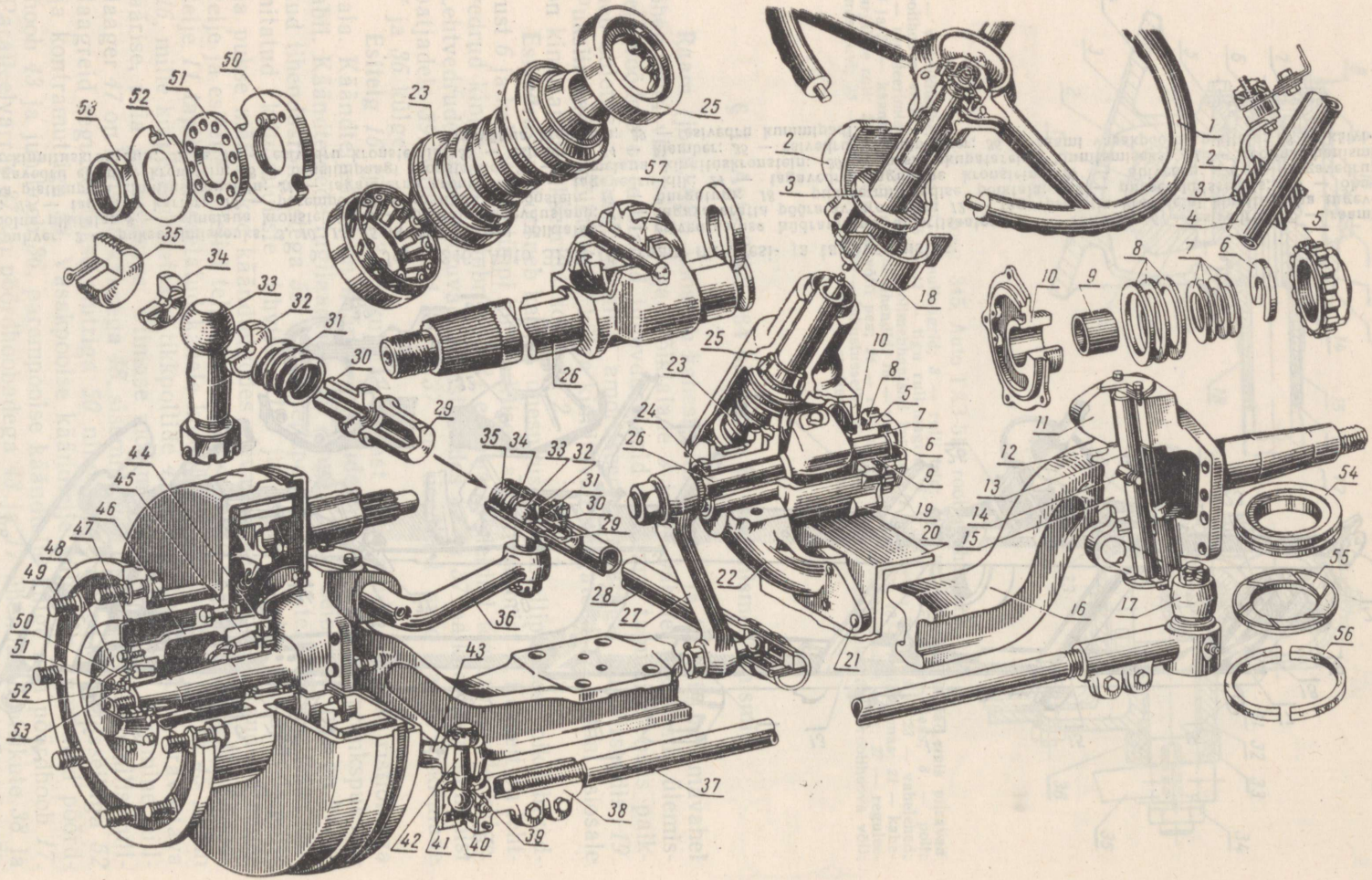
Esivedrustus koosneb kahest ühesugusest poolelliptilisest pikilehtvedrust *6* ja kahest kolbtüüpi hüdraulilisest amortisaatorist *4*. Keskelt on lehtvedrud kinnitatud klambritega *34* esitelje töödeldud toetuspindade külge. Lehtvedrude otsad toetuvad kronsteinides *32* ja *37* paiknevatele kummist patjadele *39*. Kronsteinid *32* ja *37* on needitud auto raami pikitalade *7* ja *36* külge.

Esitelg *16* (joon. 347) kujutab endast sepistatud I-kujulise ristlõikega tala. Käändteljed *11* on käändteljepoltidega *13* ühendatud pronkspukside abil. Käändtelgede tugilaagrites on rõngas *54* ja seibid *55*, mis on kaitstud tihendusrõngastega *56*. Käändteljepoldid *13* on telje *16* avadesse kinnitatud kiilukujuliste tihvtide *14* ja mutrite abil. Käändteljepolte ja pukse määritakse käändtelgedes olevate määrdeniplite kaudu. Käändtelje ja esitelje vahelist telglõtku reguleeritakse vahelehtedega *12*. Käändtelje *11* tapile on asetatud kahele koonilisele rull-laagrile *47* ja *45* rumm *46*, mille külge kinnitatakse tikkpoltide *49* abil ratta kilp koos äravõetava äärise, pöia ja kummiga. Viimase mõõtmed on 9,00—20″. Välimine rull-laager *47* on kaitstud kaanega *48*, sisemine aga tihendiga *44*. Koonilisi rull-laagreid reguleeritakse mutriga *50* ning fikseeritakse lukustusseibiga *52* ja kontramutriga *53*. Vasakpoolse käändtelje külge on kinnitatud pöördhoob *43* ja juhthoob *36*, parempoolse käändtelje külge aga pöördhoob *17*. Paralleelvarras *37* on pöördhoobadega *43* ja *17* ühendatud otsikute *38* ja kuulsõrmede *42* abil. Otsikud *38* on keeratud paralleelvardale *37* ning võimaldavad muuta viimase pikkust rataste kokkujooksu reguleerimisel. Kuulsõrme *42* sfääriline ots asetseb otsikus *38* ning fikseeritakse ekstsent-



Joon. 346. Auto ЗИЛ-164 raam ning esi- ja tagavedrustus:

1 — esipuhver; *2* — pukseerimiskonks; *3, 10, 13, 15* ja *22* — raami põiktalad; *4* — esivedrustuse hüdrauliline amortisaator; *5* — esitelg; *6* — esivedru; *7* — raami parempoolne pikitala; *8* — astmelaua kronsteinid; *9* — pikitala tugevduslapp; *11* — tagavararatta pööratav kronstein; *12* — tagavararatta kronsteini kinnituskoha tugevduslapp; *14* — tagasilla karter; *16* — parempoolse suunanäitaja kronstein; *17* — nurgatugi; *18* — pukseermisseadise põiktala; *19* — pukseerimisseadis; *20* — õhukraani ja pistikupesa kinnituskronstein; *21* — tagalaterna kronstein; *23* — tagavedru kiik; *24* — tagavedru tagumine kronstein; *25* — abivedru; *26* — tagavedru; *27* — tagavedru eesmine kronstein; *28* — bensiinipaagi kronsteinid; *29* — astmelaua kinnituskronstein; *30* — pesa akupatareide kinnitamiseks; *31* — roolimehhanismi korpuse kinnituskronstein; *32* ja *37* — esivedru kronsteinid; *33* — esivedru; *34* — klamber; *35* — esivedru kummipuhver; *36* — raami vasakpoolne pikitala; *38* — käivitusvända kronstein; *39* — esivedru kummipadi.



Joon. 347. (Tähistused vt. lk. 469.)

riliste nõgusseibidega *41* ja vedrudega *40*. Juhtvarras *28* on torukujuline ning reguleeritavate liigenditega. Juhtvarrast *28* juhthoovaga *36* ning roolihoovaga ühendavad liigendid koosnevad nõgusseibidest *32* ja *34*, vedrust *31*, piirajast *30*, toest *29* ja reguleerimiskorgist *35*.

Roolimismehhanism on tigupaariga ning ehituselt sarnane traktori «Belaruss» roolimehhanismile.

Roolimehhanismi korpus *19* paikneb auto raami vasakpoolse pikitala *20* külge kinnitatud kronsteinil *22*. Roolisammas *4* on kinnitatud kronsteinile *2*. Kronsteini ja roolisamba vahel asetseb kummist rõngas *3*. Kronstein *2* on kinnitatud kabiini sisepaneeli külge.

§ 5. Traktorite ja autode käiguosa ning juhtimismehhanismide hooldamine

Ekspluatatsiooni käigus tuleb autode ja ratastraktorite käiguosa õigeaegselt kontrollida ning pingutada kõiki keermetatud liiteid, kontrollida tihendite seisukorda, määrida ja reguleerida laagreid, regulaarselt üle vaadata pneumaatilisi kumme, hoida neis nõutav õhurõhk, kontrollida vedrusid ning amortisaatoreid. Traktori ja auto käiguosa korrasolekust oleneb mitte ainult tööiga, vaid ka liikluse ohutus. Regulaarselt ning hoolikalt tuleb kontrollida ja pingutada ühendusi. Ratta mutrid tuleb ühtlaselt ning tugevasti keerata kinni, nende koonilised otsad peavad toetuma vastavatesse süvenditesse ratta kilbis. Paarisrataste puhul võib välimist ratast kohale asetada ning kinnitada alles pärast seda, kui on kontrollitud sisemise ratta kinnitust. Õli läbiimmitsemine tihendite vahelt tekib tihendite ebaõigest asetusest või kulumisest. Mittekorras tihendid tuleb viivitamatult vahetada.

Rataste laagrite reguleerimisvajadus määratakse ülestõstetud ratta telglõtku järgi.

Normaalne õhurõhk kummides kaitseb neid enneaegse kulumise eest. Õhurõhku kontrollitakse spetsiaalse manomeetriga. Kummide ülekoormuse vältimiseks peab paarisratta mõlemas kummis olema ühesugune õhurõhk. Õhukummidega traktoritel määratakse õhurõhk kummides olenevalt traktori töötingimustest. Traktori töötamisel raskete rippmasinatega ning transporttöödel kõva kattega teedel ja kõval pinnasel suurendatakse kummides õhurõhku. Üldreeglina on sama traktori või auto kummide töötingimused erinevad ning olenevad tee profiilist, koormuse suurusest, ratta liikumisest erinevatel pinnastel, nagu näiteks künnil jne. Kummide töötamiskestvuse suurendamiseks töötingimuste võrdsustamise teel tuleb kumme perioodiliselt ratastel ümber paigutada. Kummi ümberpaigutamisel peab nool kummi külgpinnal ühtima ratta pöörlemissuunaga.

Kummide vastupidavus oleneb suurel määral auto või traktori juhtimisoskusest, pidurisüsteemi ning juhtimismehhanismide seisukorrast. Kui traktorit või autot pikema aja jooksul ei ekspluateerita, tuleb sise- ning väliskumme õigesti hoida. Välis- ning sisekumme hoitakse eraldi. Enne hoiuleasetamist tuleb kummid puhastada tolmust ja porist ning hooli-

Joon. 347. Auto ЗИЛ-164 esitelg ja rooliseade:

1 — rooliratas; *2* — roolisamba kronstein; *3* — kummirõngas; *4* — roolisammas; *5* — roolimehhanismi korpuse kaane mutter; *6* — tugiseib; *7* ja *12* reguleerimisvahelehed; *8* — korpuse kaane tihendusrõngad; *9* — roolihoova võlli puks; *10* — roolimehhanismi korpuse kaas; *11* — käändtelg; *13* — käändtelje polt; *14* — kiilukujuline tihvt *15* — esitelje ots; *16* — esitelg; *17* — parempoolne pöördhoob; *18* — roolisamba kronsteini kaas; *19* — roolimehhanismi korpus; *20* — auto raami pikitala; *21* — neet; *22* — roolimehhanismi kronstein; *23* — tigu; *24* — tihend; *25*, *45* ja *47* — koonilised rull-laagrid; *26* — roolihoova võll; *27* — roolihoob; *28* — juhtvarras; *29* — tugi; *30* — piiraja; *31* — vedru; *32* ja *34* — nõgusseibid; *33* — kuulsõrm; *35* — reguleerimiskork; *36* — juhthoob; *37* — paralleelvarras; *38* — paralleelvarda otsik; *39* — viltrõngas; *40* — vedru; *41* — nõgusseib; *42* — kuulsõrm; *43* — vasakpoolne pöördhoob; *44* — tihend; *46* — rattarumm; *48* — kaas; *49* — tikkpolt ratta kinnitamiseks; *50* — reguleerimismutter; *51* — rõngas; *52* — lukustusseib; *53* — kontramutter; *54* — tugilaagri rõngas; *55* — tugilaagri seib; *56* — tugilaagri tihend; *57* — kolmeharjaline rull.

kalt kuivatada õhu käes. Hoidmiseks tuleb valida päikesekiirte eest varjatud pime ruum. Ruumi temperatuur peab olema miinus 10° — pluss 20° piires, relatiivne niiskus aga 50—80%. Väliskumme hoitakse puitriiulitel vertikaalasendis, sisekumme aga kergelt täispumbatult spetsiaalsetel puitvarnadel. Ruumis, kus hoitakse kumme, ei tohi olla vedelkütust, õli ega kemikaale.

Iga päev tuleb kontrollida kõiki kinnitusi. Rooliseadet tuleb regulaarselt määrida ning perioodiliselt reguleerida. Roolimehhanisme määritakse vastavalt aastaaegadele nõutava viskoossusega transmissiooniõlidega. Töötamisel suurenevad lõtkud rooliseadme ühendustes ja liigendites ning rooliratta vabakäik suureneb. Selle põhjuseks võib olla roolimehhanismi tigupaari või selle laagrite, rooliajami ja roolitrapetsi liigendite ning käändteljepoltide ühenduste kulumine. Rooliajami ja roolitrapetsi liigendeid reguleeritakse pingutamise teel kuni märgatava lõtku kõrvaldamiseni ühendustes. Reguleerimiseks tuleb liigendi reguleerimiskork splindist vabastada, lõpuni kinni keerata ja siis lahti keerata, kuni soon reguleerimiskorgis ühtib kõige lähemate aukudega vardas ning seejärel splintida.

Traktorite «Belaruss» roolimehhanismi reguleeritakse sel juhul, kui pärast lõtkude kõrvaldamist rooliajami liigendites rooliratta vabakäik on üle 15°. Reguleerimiseks eraldatakse roolihoovast juhtvarras. Pööratakse rooliratast, viiakse rull teoga hambumisest välja. Liigutades roolivõlli, määratakse teo laagrite telglõtk. Kui esineb tuntav lõtk, tuleb osa reguleerimisvahelehti *13* eemaldada (joon. 338) kaane *12* alt. Laagrite õige reguleerimise puhul peab tigu pöörlema roolirattale (õla pikkus 240 mm) rakendatud 0,3—0,8 kg jõu mõjul. Pärast laagrite reguleerimist viiakse rull teoga hambumisse ning kontrollitakse hambumise õigsust. Selleks pööratakse tigu nii, et rull jääb teo suhtes keskasendisse, mis vastab traktori otseliikumisele. See asend leitakse järgmiselt: pööratakse rooliratast ühele poole, kuni rull väljub teoga hambumisest ning seejärel, pöörates tigu teise äärmisse asendisse, loetakse, mitu ringi rooliratas tegi. Seejärel pööratakse rooliratast tagasi loetud ringide arvust poole võrra ning märgitakse rooliratta asend. Kõigutades roolihooba, kontrollitakse lõtku rulli ja teo vahel. Lõtku suurust hinnatakse roolihoova *18* alumise otsa liikumise järgi, mis ei tohi olla üle 0,15 mm.

Hambumise reguleerimiseks võetakse roolimehhanism traktorilt maha, keeratakse reguleerimiskruvi *14* mutter ära ning eemaldatakse lukustusseib. Lõtk rulli ja teo vahel kõrvaldatakse reguleerimiskruvi keeramise teel, kui rull on keskasendis. Õigesti reguleeritud hambumise korral on rooliratta pööramiseks vajalik jõud 1,5—2,2 kg.

Auto ГАЗ-51 roolimehhanismi tuleb reguleerida siis, kui auto otseliikumisele vastavas asendis rooliratta vabakäik põial ületab 40 mm.

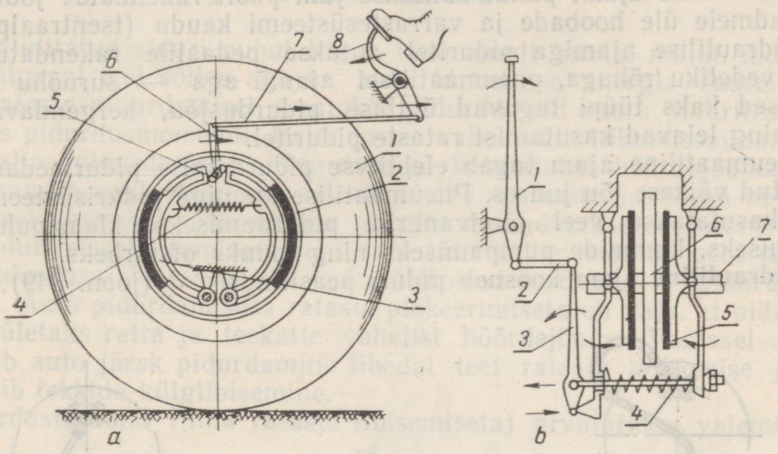
Reguleerimisele asutakse pärast seda, kui on kõrvaldatud lõtkud rooliajami ja roolitrapetsi liigendites. Teo laagrite telglõtku reguleeritakse alumise kaane alla asetatud reguleerimisvahelehtedega. Õigesti reguleeritud telglõtku juures ratta pööramiseks vajalik jõud ei tohi ületada 0,3—0,5 kg. Rulli ja teo hambumist kontrollitakse roolihoova kõigutamise teel pöördumistasapinnas. Rulli ja teo hambumise puhul ei tohi roolihoova ots liikuda üle 0,8 mm. Rulli ja teo hambumist reguleeritakse kruviga *27* (joon. 345). Õige reguleerimise puhul ei tohi roolihoova otsa liikumine ületada 0,15 mm ning auto otseliikumisele vastavas asendis peab rooliratas pöörduma jõuga 1,6—2,2 kg.

AUTODE PIDURISÜSTEEMID

§ 1. Pidurisüsteemid ja piduritc tüübid

Auto liikumise ajal on sageli vaja vähendada liikumiskiirust või masinat peatada. Auto liikumiskiiruse vähendamiseks või peatamiseks on selle juhtimismehhanismides pidurisüsteem. Auto tuleb pidurdada võimalikult lühikesel teepikkusel, mis on vajalik liikumise ohutuse tagamiseks. Pidurisüsteem võimaldab ka peatustel autot paigal hoida.

Pidurisüsteem koosneb pidurist või *pidurimehhanismist* ja selle *ajamist*. Esimene on vajalik rataste pidurdamiseks, teine aga jõu ülekandmiseks piduripedaalilt või hoovalt pidurile. Pidurid asetsevad vahetult auto



Joon. 348. Pidurite skeemid:

a — klotspidur: *1* — ratas; *2* — piduritrummel; *3* — friktsioonkatetega piduriklotsid; *4* — piduriklotside vedru; *5* — nukkvõllik; *6* — hoob; *7* — ühendusvarras; *8* — pedaal; *b* — ketaspidur: *1* — pidurihoob; *2* — ühendusvarras; *3* — hoob; *4* — vedru; *5* — piduriklotsid; *6* — piduriketas; *7* — transmissiooni võll.

ratastel (rataste pidurid) ja transmissiooni vahevõllidel (tsentraalpidurid). Pidurid asetatakse kõigile ratastele. Nendega arendatav summaarne pidurdusmoment on suurem tsentraalpiduri vastavast pidurdusmomendist. Seepärast on rataste pidurid põhilisteks piduriteks, tsentraalpidurid aga — abistavateks (pidurdamiseks seisakutel või rataste pidurite rikke puhul). Tööelementide tüüpide järgi pidurid jagunevad klots-, lint- ja ketaspiduriteks.

Klotspiduri (joon. 348, *a*) tööelementideks on rattaga *1* koos pöörlev piduritrummel *2* ning ratta suhtes paigalseisvad piduriklotsid *3*. Surudes pedaalile *8*, pöörab ühendusvarras *7* hooba *6* koos nukkvõllikuga *5*, mis surub piduriklotsid *3* vastu piduritrumlit *2*. Piduriklotside *3* ja trumli *2* vaheline hõõrdejõud tekitab rattal *1* pidurdusmomendi. Pedaali *8* vabastamisel pöördub laialisuruv nukk *5* lähteasendisse ning vedru *4* mõjul eemalduvad piduriklotsid *3* trumlist *2*. Ratta *1* pidurdamine lakkab.

Ketaspiduri (joon. 348, *b*) tööelementideks on transmissioonivõllile *7* kinnitatud piduriketas *6* ning auto raami kronsteinidega ühendatud piduriklotsid *5*. Kui piduri hooba *1* pöörata noolega tähistatud suunas, surutakse vedru *4* kokku ning piduriklotsid *5* vastu piduriketast *6*; kusjuures

tekib pidurdusmoment. Kui aga hoob *1* lasta lähteasendisse, eemalduvad piduriklotsid *5* vedru *4* survel kettast *6* ning pidur lülitub välja. Lintpiduri puhul tekib pidurdusjõud pöörleva trumli ja paigalseisva lindi vahel. Pidurite klotsid ja lindid varustatakse friktsioonmaterjalidest (raibest, vask-asbest) katetega.

Pidureid juhitakse pedaaliga (jalgpidur) või käsihoovaga (käsipidur). Kõigil autodel on üksteisest sõltumata juhtimisega jalg- ja käsipidur. Jalaga juhitakse iga tüüpi rataste pidureid, mis on ette nähtud auto pidurdamiseks liikumisel. Käsijuhtimist kasutatakse tsentraal- või tagarataste pidurite puhul, mis on ette nähtud auto pidurdamiseks seisu ajal.

§ 2. Pidurite ajamid

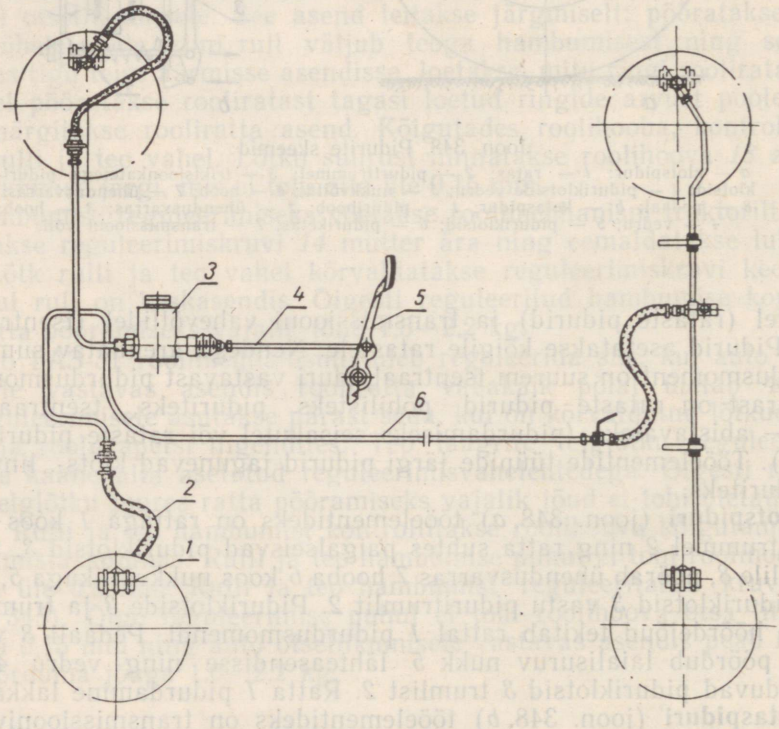
Ajami tüübi järgi jagunevad pidurisüsteemid mehaanilisteks, hüdraulilisteks ja pneumaatilisteks.

Mehaanilise ajami puhul kantakse juhi poolt rakendatav jõud pidurdusseadmele üle hoobade ja varrastesüsteemi kaudu (tsentraalpidurid).

Hüdraulilise ajamiga piduritel antakse pedaalile rakendatud jõud edasi vedeliku rõhuga, pneumaatilisel ajamil aga — suruõhu rõhuga. Viimased kaks tüüpi tagavad ühtlase pidurdusjõu, kergendavad juhi tööd ning leiavad kasutamist rataste piduritel.

Pneumaatiline ajam tagab efektiivse pidurdamise piduripedaalile rakendatud väikese jõu juures. Pneumaatilise ajamiga pidurisüsteemi suruõhku kasutatakse veel järelvankrite pidurdamiseks, klaasipuhastajate käitamiseks, kummide pumpamiseks ning muuks otstarbeks.

Hüdrauliline ajam koosneb piduri peasilindrist *3* (joon. 349), rataste



Joon. 349. Pidurite hüdrauliline ajam:
1 — ratta pidurisilinder; *2* — voolik; *3* — piduri peasilinder; *4* — varras; *5* — pedaal; *6* — toru.

pidurisilindritest *1* (rataste arvu järgi), torudest *6*, voolikutest *2* ja piduripedaalist *5*. Piduri peasilinder *3* on ette nähtud pidurivedelikule vajaliku rõhu andmiseks surumisel pedaalile *5*. Rataste pidurisilindrid võtavad vastu pidurivedeliku rõhu ja annavad selle edasi piduri tööelementidele rataste pidurdamisel.

Pneumaatiline ajam koosneb kompressorist *11* (joon. 350) ja rõhuregulaatorist *12*; õhuballoonidest *15* koos kaitseklapiga *14* ja õhuvõtukraaniga *16* kummide pumpamiseks; pidurikraanist *7* ning esi- ja tagarataste pidurikambritest *4*; torustikust ja piduripedaalist *10*. Kompressor *11*, mis käitatakse mootorilt, on ette nähtud vajaliku õhurõhu tekitamiseks pidurisüsteemis. Rõhuregulaator *12* hoiab pidurisüsteemis vajalikku õhurõhku. Õhuballoonid *15* on ühendatud pidurikraaniga *7*, mis on ette nähtud balloonidest suruõhu reguleeritud juurdeandmiseks pidurikambritesse *4*. Pidurikraani *7* juhitakse hoova ja varda kaudu piduripedaaliga *10*. Õhurõhku kontrollitakse balloonides manomeetri järgi.

§ 3. Pidurdusteekond

Väljalülitatud siduri puhul liigub auto ainult inertsi mõjul, mäe kallakul kulgeval teel sõites aga ka auto kineetilise energia suurenemise tõttu. Rataste pidurdamisel surutakse piduriklotsid vastu piduritrumleid, tekitades pidurdusmomendi. Ratta ja tee vahel tekib liikumissuunale vastassuunaline pidurdusjõud. Pidurdamisel kulutatakse hõõrdejõudude töö auto liikumise aeglustamiseks või täielikuks peatamiseks, seega auto kiirendamisel omandatud kineetiline energia muundatakse soojusenergiaks. Aega piduri sisselülitamisest kuni auto täieliku seismajäämiseni nimetatakse pidurdusajaks, selle aja jooksul läbitud teed aga — pidurdusteekonnaks. Auto pidurdamiseks rataste plokeerimiseta on vaja, et pidurdusjõud ei ületaks ratta ja teekatte vahelist hõõrdejõudu. Vastasel korral põhjustab auto järsk pidurdamine libedal teel rataste libisemise ja sel juhul võib tekkida külglibisemine.

Pidurdusteekond (ilma rataste libisemiseta) arvutatakse valemiga:

$$S = 0{,}004 \frac{V_a^2}{\varphi}, \qquad (92)$$

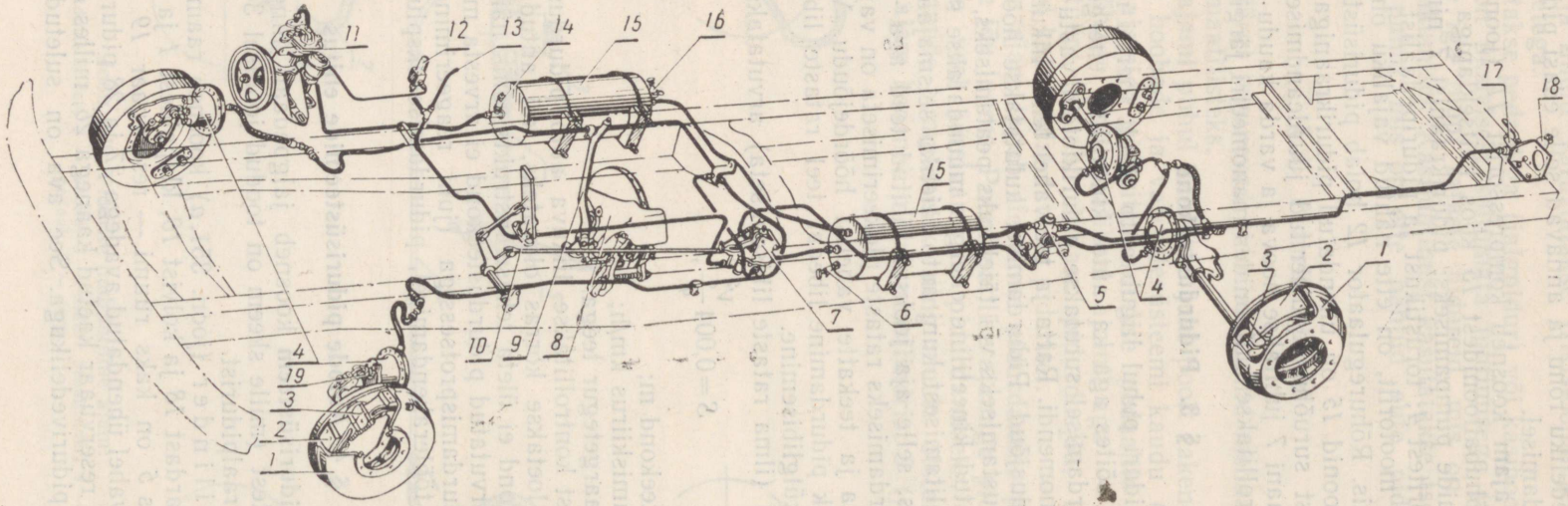
kus S — pidurdusteekond m;
V_a — auto liikumiskiirus km/h;
φ — kummi haargetegur teega.

Pidurite töötamist kontrollitakse liikuva auto pidurdusteekonna pikkuse järgi. Pidurid loetakse korras olevateks, kui antud liikumistingimustel pidurdusteekond ei ületa tehase instruktsioonis näidatud suurust. Valemi (92) järgi arvutatud pidurdusteekond ei arvesta mitut tingimust, mis on seotud pidurdamisprotsessiga (juhi reageerimine, piduriajami hilinemine pidurite töölerakendamisel, pidurdamise ekspluatatsioonilised tingimused jt.).

§ 4. Autode pidurisüsteemide ehitus

Auto ГАЗ-51А pidurisüsteem koosneb jalgpedaali ning hüdraulilise ajamiga rattapiduritest (mille skeem on toodud joonisel 349) ja mehaanilise ajamiga tsentraalpidurist.

Piduri peasilinder (joon. 351, *a*) koosneb raami külge kinnitatud korpusest *5*, vardast *18* ja kolvist *10*, klappidest *1* ja *2* ning vedrudest *3* ja *4*. Korpuses *5* on kaks ruumi — reservuaar *19* ja peasilindri ruum *6*, mis on omavahel ühendatud avadega *27* ja *28* pidurivedeliku läbilaskmiseks. Pealt on reservuaar kaetud kaanega *26*, milles on ava pidurisüsteemi täitmiseks pidurivedelikuga. See ava on suletud korgiga *24*.

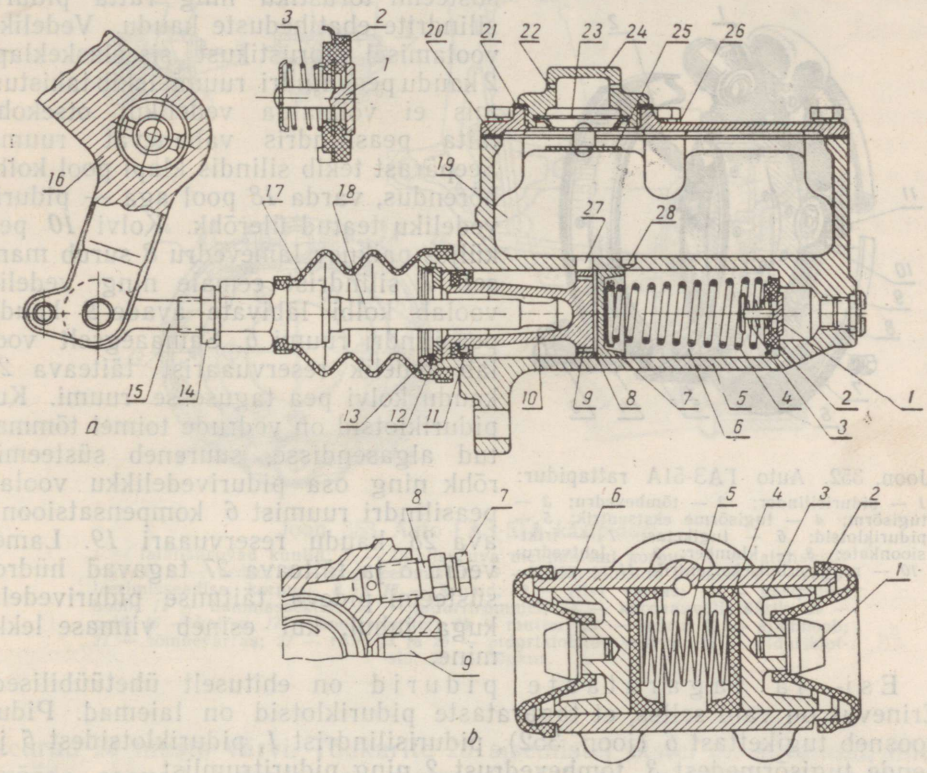


Joon. 350. Pneumaatilise ajamiga pidurisüsteemi skeem (auto ЗИЛ-164):

1 — piduritrummel; *2* — piduriklots; *3* — laialisuruv nukk; *4* — pidurikambrid; *5* — järelvankri pidurikraan; *6* — õhuballooni kondensaadi väljalaskekraan; *7* — auto pidurikraan; *8* — käsipidur; *9* — käsipiduri (tsentraalpiduri) hoob; *10* — piduripedaal; *11* — kompressor; *12* — rõhuregulaator; *13* — manomeetri ja klaasipuhastajate õhutoru; *14* — kaitseklapp; *15* — õhuballoon; *16* — õhuvõtukraan (kummide pumpamiseks); *17* — õhukraan; *18* — ühendusmuhv; *19* — pidurikambri varras.

Reservuaari *19* atmosfääriga ühendamiseks on korgis *24* ventilatsiooniavad *22*.

Silindris paikneb kummist tihendusmansettidega *7* ja *11* kolb *10*. Kolvi ja klappide vahele on asetatud vedru *4*. Kolvi varda *18* külge on keeratud ühendusvarras *15*, mis on sõrme abil ühendatud piduripedaaliga *16*. Piduripedaali hoitakse algasendis spiraalvedru abil. Väljalaskeklapp *1* on koormatud vedruga *3*, sisselaskeklapp *2* aga — kolvi *10* vedruga *4*.



Joon. 351. Auto ГАЗ-51А piduri peasilinder ja ratta pidurisilinder:

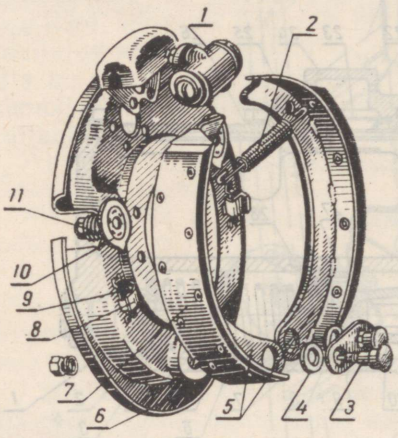
a — piduri peasilinder: *1* — väljalaskeklapp; *2* — sisselaskeklapp; *3* ja *4* — vedrud; *5* — korpus; *6* — peasilindri ruum; *7* ja *11* mansetid; *8* — lamevedru; *9* — kolvi ava; *10* — kolb; *12* — seib; *13* — rõngas; *14* — kontramutter; *15* — ühendusvarras; *16* — piduripedaal; *17* — lõdvik; *18* — varras; *19* — reservuaar; *20* ja *21* — vahetihendid; *22* — ventilatsiooniava; *23* — sõel; *24* — kork; *25* — õlitõrjeseib; *26* — kaas; *27* — täiteava; *28* — kompensatsiooniava; *b* — ratta pidurisilinder: *1* — tõukur; *2* — kaitsekate; *3* — kolb; *4* — mansett; *5* — vedru; *6* — pidurisilindri kere; *7* — kork; *8* — ventiil; *9* — keermetatud ava stutsri kinnitamiseks.

Väljalaskeklapp *1* laseb pidurivedeliku silindrist torustikku, sisselaskeklapp *2* aga torustikust silindrisse kolvi vastaval liikumisel.

Ratta pidurisilinder (joon. 351, *b*) kinnitatakse poltidega piduri tugiketta külge. See koosneb kerest *6*, kahest kolvist *3* koos vedruga *5* ja kahest tõukurist *1*. Silindri keskosas on kaks ava. Avasse *9* on keeratud peasilindriga ühendatud torustiku stutser, kõrvalolevasse avasse aga ventiil *8*. Viimane on vajalik hüdraulilisest ajamist õhu väljalaskmiseks. Kolbide *3* vahele on asetatud vedru *5* koos mansettidega *4*. Väljastpoolt on kolvid kaetud kaitsekatetega *2*. Kolbidesse on pressitud tõukurid *1*. Viimaste kaudu suruvad kolvid vastu piduriklotside otsi. Piduripedaalile vajutades surub piduri peasilindri varras *18* (joon. 351, *a*) kolbi *10* klappide suunas. Niipea kui kolb suleb kalibreeritud kompensatsiooniava *28*, avaneb silindris oleva vedeliku rõhu mõjul väljalaskeklapp *1*. Vedelik surutakse torustikku mööda rataste pidurisilindritesse, kus

rõhu mõjul surutakse kolvid *3* (joon. 351, *b*) laiali ning tõukurid *1* suruvad piduriklotsid vastu trumleid. Pedaali vabastamisel võtab piduri peasilindri varras *18* (joon. 351, *a*) vedru *4* mõjul algasendi. Seejuures rõhk süsteemis langeb, sisselaskeklapp *2* avaneb ning pidurivedelik voolab tagasi peasilindrisse. Vedru *2* mõjul eemalduvad piduriklotsid *5* (joon. 352) piduritrumlitest.

Klapi *2* (joon. 351, *a*) vedru pingus on valitud nii, et vedeliku rõhk torustikus ületab veidi rõhu piduri peasilindris. Sellega välditakse õhu imemist süsteemi torustiku ning ratta pidurisilindrite ebatiheduste kaudu. Vedeliku voolamisel torustikust sisselaskeklapi *2* kaudu peasilindri ruumi tekib takistus, mis ei võimalda vedelikul otsekohe täita peasilindris vabanevat ruumi. Seepärast tekib silindis klapi pool kolbi hõrendus, varda *18* pool aga — pidurivedeliku teatud ülerõhk. Kolvi *10* pea küljes paiknev lamevedru *8* surub manseti *7* silindrist eemale ning vedelik voolab kolbi läbivate avade *9* kaudu peasilindri ruumi *6*. Samaaegselt voolab vedelik reservuaarist täiteava *27* kaudu kolvi pea tagusesse ruumi. Kui piduriklotsid on vedrude toimel tõmmatud algasendisse, suureneb süsteemis rõhk ning osa pidurivedelikku voolab peasilindri ruumist *6* kompensatsiooniava *28* kaudu reservuaari *19*. Lamevedru *8* ja täiteava *27* tagavad hüdrosüsteemi pideva täitmise pidurivedelikuga juhul, kui esineb viimase lekkmine.



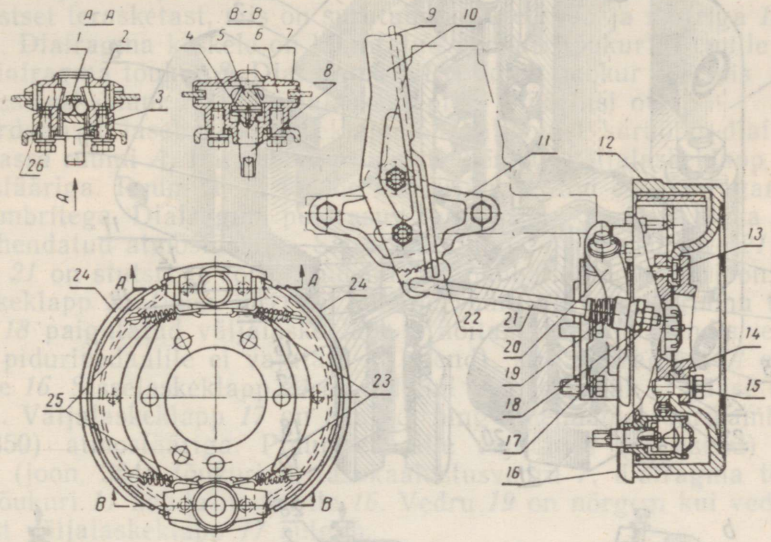
Joon. 352. Auto ГАЗ-51А rattapidur: *1* — pidurisilinder; *2* — tõmbevedru; *3* — tugisõrm; *4* — tugisõrme ekstsentrik; *5* — piduriklotsid; *6* — tugiketas; *7* — friktsioonkate; *8* — klamber; *9* — lehtvedru; *10* — reguleerimisekstsentrik; *11* — vedru.

Esi- ja tagarataste pidurid on ehituselt ühetüübilised. Erinevus on vaid selles, et tagarataste piduriklotsid on laiemad. Pidur koosneb tugikettast *6* (joon. 352), pidurisilindrist *1*, piduriklotsidest *5* ja nende tugisõrmedest *3*, tõmbevedrust *2* ning piduritrumlist.

Esirataste pidurite tugikettad kinnitatakse käändtelgede äärikute külge, tagarataste piduritel aga — pooltelgede kestade äärikute külge. Tugiketta ülemise osa külge on kinnitatud pidurisilinder *1*, alumise külge aga pronksist ekstsentrikutega *4* tugisõrmed *3*. Ekstsentrikutele *4* on asetatud piduriklotsid *5*. Tugisõrmede *3* pööramisega saab reguleerida piduriklotside ja piduritrumli vahelist pilu. Piduriklotsidele on kinnitatud friktsioonkatted *7*. Piduriklotside ribide ülemised otsad lähevad pidurisilindri tõukurite väljalõigetesse. Piduriklotsid asetsevad piduritrumlis, mis on kruviga kinnitatud ratta rummu külge. Piduritrumli äärikus on ava piduriklotside ja trumli vahelise pilu kontrollimiseks (lehtkaliibriga). Vedru *2* tõmbab klotsid *5* vastu reguleerimisekstsentrikut *10*. Ekstsentrikut takistab pöördumast vedru *11*. Tugiketta *6* külge kinnitatud spetsiaalsed lehtvedrud *9* ja klambrid *8* takistavad klotside *5* nihkumist külgsuunas. Klotse tsentreeritakse trumli suhtes ekstsentrikutega *10* ja tugisõrmede *3* ekstsentrikutega *4*.

Käsipidur (joon. 353) koosneb tugikettast koos piduriklotsidega, laialisuruvast mehhanismist, reguleerimisseadisest, piduritrumlist ja käsipiduri ajamist. Tugiketas on kinnitatud poltidega käigukasti külge. Piduritrummel on tsentreeritud ning kinnitatud poltidega *15* kardaanvõlli kinnitusääriku ning laialisuruva mehhanismi korpuse *2* tugiketta külge. Korpuse *2* avades asetsevad tõukurid *26*. Tõukurites *26* on väljalõiked piduriklot-

side *24* ülemiste otstega ühendamiseks. Piduriklotside *24* alumised otsad asetsevad ujuvate sõrmede *6* väljalõigetes. Piduriklotsid *24* surutakse tõukurite *26* ja sõrmede *6* vastu vedrudega *23* ja *25*. Need vedrud ei ole ühesuguse tugevusega ning sellepärast on need eraldamise otstarbel värvitud erinevat värvi: nõrgemad vedrud *25* on punast ning tugevamad



Joon. 353. Auto ГАЗ-51А käsipidur:

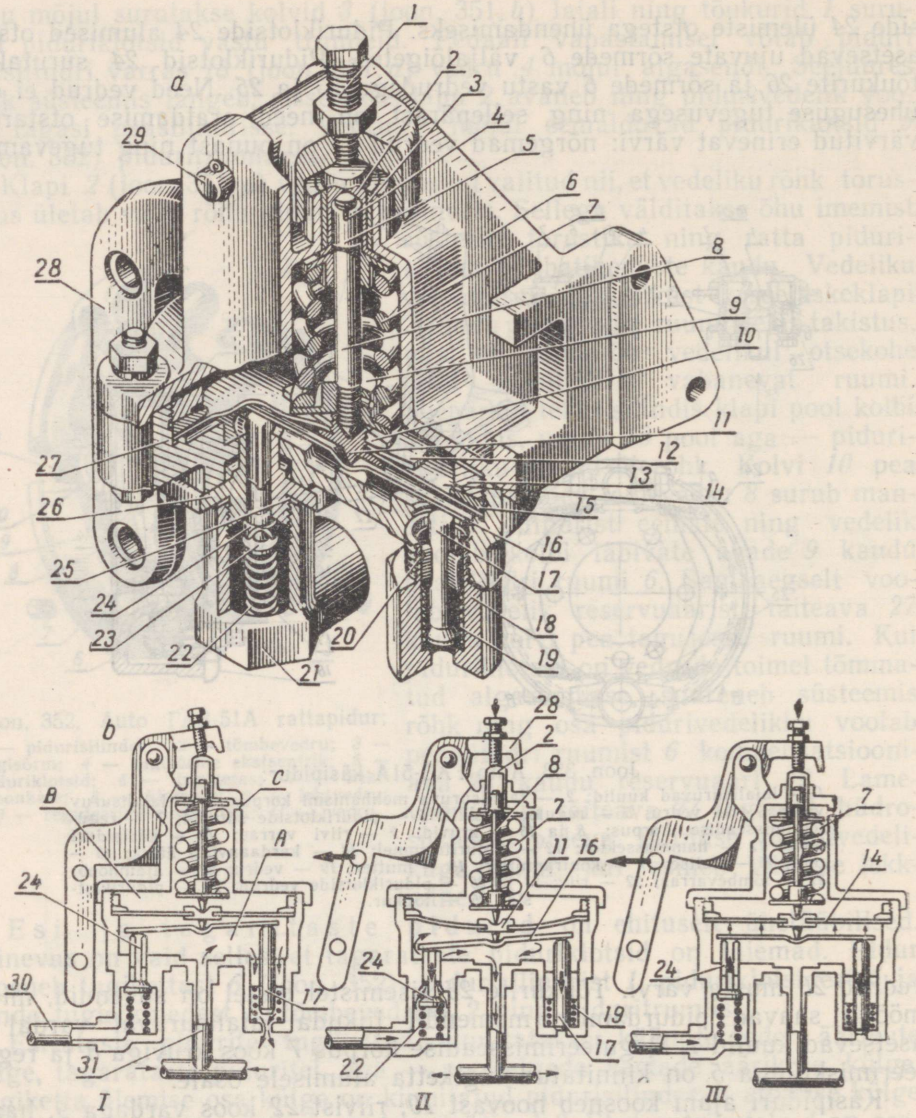
1 — laialisuruvad kuulid; *2* — laialisuruva mehhanismi korpus; *3* — laialisuruv varras; *4* — vedru; *5* — reguleerimiskiil; *6* — piduriklotside sõrmed; *7* — reguleerimisseadise korpus; *8* ja *13* — kruvid; *9* — riivi varras; *10* — käsipiduri hoob; *11* — hammassektor; *12* — piduritrummel; *14* — kardaanvõlli äärik; *15* — polt; *16* — kaitse; *17* — kontramutter; *18* — mutter; *19* — vedru; *20* — ajamhoob; *21* — tõmbevarras; *22* — riiv; *23* ja *25* — piduriklotside vedrud; *24* — piduriklotsid; *26* — tõukur.

vedrud *23* musta värvi. Tõukurite *26* sisemistel otstel on süvendid, mida mööda saavad pidurdamise momendil liikuda laialisuruval vardal *3* asetsevad kuulid *1*. Reguleerimisseadise korpus *7* koos kruviga *8* ja reguleerimiskiiluga *5* on kinnitatud tugiketta alumisele osale.

Käsipiduri ajam koosneb hoovast *10*, riivist *22* koos vardaga *9*, hammassektorist ja tõmbevardast *21*. Pidurdamisel surub ajamhoob *20* oma lühikese õlaga laialisuruvale vardale *3*, nihutades viimast noole *А* suunas. Kuulid *1* suruvad tõukurite *26* kaudu piduriklotsid vastu piduritrumlit *12*. Et vedru *25* on nõrgem, surutakse algul vastu piduritrumlit *12* nõrgemate vedrudega ühenduses olev piduriklots. Seejuures nihkub viimane piduritrumli *12* pöörlemise suunas, surudes sõrmede *6* ja reguleerimiskiilu *5* kaudu teisele piduriklotsile ning saavutatakse täielik pidurdusjõud.

Auto ЗИЛ-164 pidurisüsteem koosneb rataste jalgpidurist ja tsentraalpidurist (käsipidurist). Ratastel on pneumaatilise ajamiga klotspidurid. Ketas-käsipidur *8* (joon. 350) on aga mehaanilise ajamiga. Kompressor *11* pumpab pneumaatilise, ajamile vajaliku suruõhu balloonidesse *15*. Piduripedaalile *10* vajutades voolab suruõhk pidurikraani *7* kaudu pidurikambritesse *4*. Õhurõhu mõjul pööravad pidurikambri vardad pöörasid *3*, kusjuures piduriklotsid *2* surutakse vastu rataste piduritrumleid *1*.

Kompressor on kahe silindriga kolbtüüpi ja vesijahutusega. Kompressor on kinnitatud mootori plokikaanele ning seda käitatakse ventilaatori rihmarattalt kiilrihmaga. Kompressori põhilisteks osadeks on silindriplokk, plokikaas koos klapimehhanismiga, karter koos kaantega,



Joon. 354. Auto ЗИЛ-164 pidurikraan:

a — ehitus: *1* — reguleerimispolt; *2* — tõukur; *3* — puks; *4* — tikkpolt; *5, 9* ja *10* — mutrid; *6* — kaas; *7* — diafragma tasakaalustusvedru; *8* — diafragma tõukur; *11* — nookuri tõukur; *12* — diafragma seib; *13* — mutter; *14* — diafragma; *15* — diafragma surveseib; *16* — nookur; *17* — väljalaskeklapp; *18* — väljalaskeklapi kere; *19* — väljalaskeklapi vedru; *20* — lukustusrõngas; *21* — sisselaskeklapi kere; *22* — sisselaskeklapi vedru; *23* — klapi tõukur; *24* — sisselaskeklapp; *25* — vahetihend; *26* — sisselaskeklapi pesa; *27* — pidurikraani kere; *28* — pidurikraani hoob; *29* — sõrm; *30* — õhuballoonidega ühendav toru; *31* — pidurikambrite ühendustoru; *b* — töötamise skeem: *I* — piduripedaalile ei vajutata; *II* — piduripedaal on alla vajutatud; *III* — õhu juurdevool pidurikraani on katkestatud.

väntmehhanism, õhufilter ja tühikäiguseadis. Sisselasketaktil imetakse õhk silindrisse õhufiltri, sisselaskekanali ja silindri seina avade kaudu, mis avanevad kolvi lähenemisel alumisele surnud seisule. Samaaegselt läheneb teises silindris kolb ülemisele surnud seisule. Seejuures surutakse õhk pneumaatilise süsteemi ballooni. Õhurõhu suurenemisel süsteemis kuni 7—7,35 kg/cm² avaneb regulaatori kuulklapp ning suruõhk voolab tühikäigu diafragma kambrisse. Õhu survel diafragma paindub ning

avab nookuri kaudu möödavooluklapid. Selliselt lülitatakse kompressor pneumaatilisest süsteemist välja ning hakkab tööle tühikäigul.

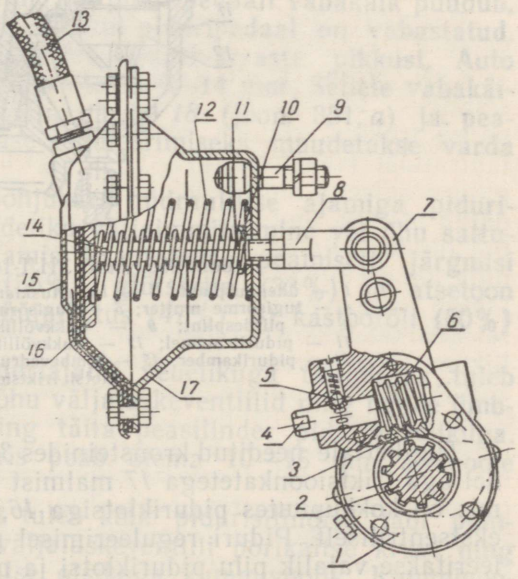
Pidurikraan (joon. 354) on kinnitatud raami põiktala külge vasakpoolse pikitala juures. Pidurikraan koosneb järgmistest põhilistest osadest: kerest *27*, hoovast *28*, diafragma tõukurist *8*, diafragma tasakaalustusvedrust *7*, difragmast *14* koos nookuri tõukuriga *11*, nookurist *16*, sisselaskeklapist *24* ja väljalaskeklapist *17*. Diafragma *14* kujutab endast kaht elastset terasketast, mis on surutud surveseibi *15* ja mutriga *13* kere *27* vastu. Diafragma keskele on kinnitatud nookuri tõukur *11*, mille vastu toetub diafragma tõukur *8*. Diafragma all paikneb nookur *16*, mis toetub vastu sisselaskeklapi *24* ja väljalaskeklapi *17* sfäärilisi otsi.

Pidurdamisel laseb sisselaskeklapp õhuballoonist suruõhu diafragma all asuvasse ruumi *A*. Pärast pidurdamist ühendab väljalaskeklapp ruumi *A* atmosfääriga. Ruum *A* on torude kaudu ühendatud esi- ja tagarataste pidurikambritega. Diafragma peal asuv ruum *B* on kaanes *6* oleva ava *C* kaudu ühendatud atmosfääriga. Sisselaskeklapp *24* paikneb kere *21* pesas *26*. Kere *21* on stutsri ja toruga ühendatud õhuballooniga *15* (joon. 350). Sisselaskeklapp *24* (joon. 354) on suletud vedru *22* ning suruõhu toimel. Keresse *18* paigutatud väljalaskeklapp *17* hoitakse avatud asendis vedruga *19*. Kui piduripedaalile ei vajutata (*I* asend), siis diafragma *14* ei suru nookurile *16*. Sisselaskeklapp *24* on suletud ning suruõhk ei pääse kraani ruumi *A*. Väljalaskeklapp *17* on avatud ning ühendab pidurikambrid *4* (joon. 350) atmosfääriga. Piduripedaalile vajutades (*II* asend) surub hoob *28* (joon. 354) tõukuri *2*, tasakaalustusvedru *7*, diafragma tõukuri *8* ning tõukuri *11* kaudu nookurile *16*. Vedru *19* on nõrgem kui vedru *22*, seepärast väljalaskeklapp *17* sulgub.

Edasisel surumisel nookurile *16* avab see sisselaskeklapi *24* ning suruõhk voolab õhuballoonidest pidurikambritesse. Suruõhu juurdevoolamisel ruumi *A* tasakaalustusvedru *7* surve ületatakse ning diafragma paindub ülespoole (*III* asend). Sisselaskeklapp *24* sulgub ning suruõhu juurdevool ruumi *A* ning pidurikambritesse lakkab.

Pidurikambrid on ehituselt ühetüübilised ning erinevad vaid mõõtmete poolest — ühtlaseks pidurdamiseks on esirataste pidurikambrid väiksema läbimõõduga kui tagarataste omad.

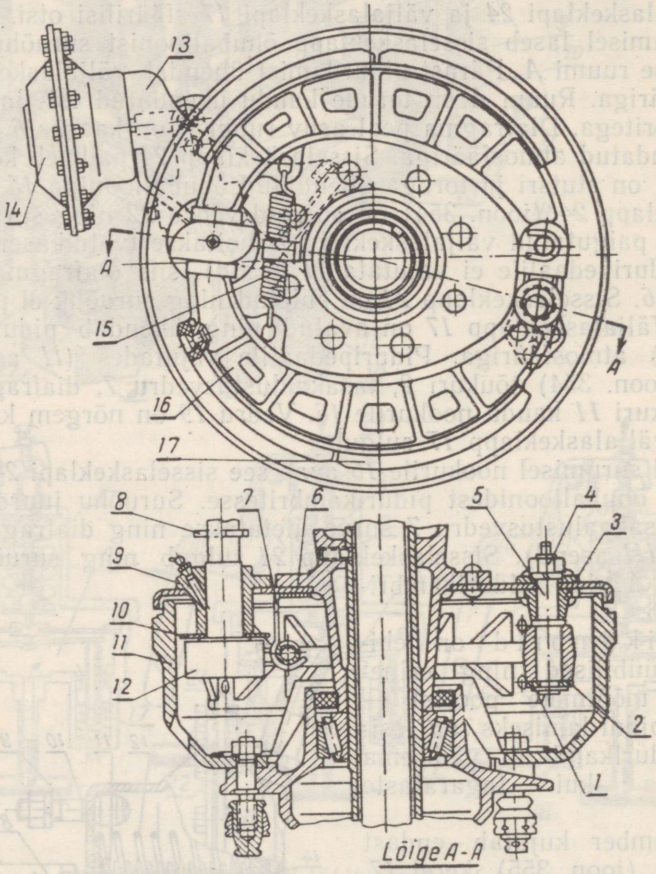
Pidurikamber kujutab endast kaanega *15* (joon. 355) keret *17*, nende vahel paikneb kummist diafragma *16*. Diafragma on ühendatud vardaga *14*, millele on asetatud vedrud *11* ja *12*. Need vedrud suruvad diafragmat kaane *15* poole. Vedru *11* surub seibi *10* vastu keret *17*, mis väldib pori sattumise pidurikambrisse. Varda *14* välimisele otsale on keeratud kahvel *8*, mis on sõrme abil ühendatud nukkvõlliku *2* hoovaga *7*. Pidurikambri kaane *15* külge on kinnitatud pidurikraani õhutoru painduv voolik *13*. Pedaalile vajutamisel voolab suruõhk pidurikambri kaane *15* ja diafragma *16*



Joon. 355. Auto ЗИЛ-164 pidurikamber:
1 ja *15* — kaaned; *2* — nukkvõllik; *3* — tiguhammasratas; *4* — tigu võllik; *5* — fiksaator; *6* — tigu; *7* — nukkvõlliku hoob; *8* — kahvel; *9* — tikkpolt; *10* — kaitseseib; *11* ja *12* — vedrud; *13* — õhuvoolik; *14* — varras; *16* — diafragma; *17* — kere.

vahele moodustatud ruumi. Suruõhu toimel liigub diafragma *16*, ületades vedrude *12* ja *11* vastupanu, koos vardaga *14* kaanest eemale. Seejuures pöörab varras *14* piduri nukkvõlliku hooba ning ratas pidurdatakse. Esirataste pidurikambrid kinnitatakse rataste tugiketaste külge, tagarataste pidurikambrid aga auto tagasilla tala külge.

Tagaratta pidur (joon. 356) koosneb piduritrumlist *11*, tugiketast *6*, piduriklotsidest *16*, tugisõrmedest *5* ja nukkvõllikust *12*. Piduritrummel *11* on kinnitatud ratta rummu, tugiketas *6* aga auto tagasilla tala külge.



Joon. 356. Auto ЗИЛ-164 tagaratta pidur:

1 — ühendusplaat; *2* — lukustusklamber; *3* — tugisõrme kronstein; *4* — tugisõrme mutter; *5* — tugisõrm; *6* — tugiketas; *7* — klamber; *8* — piirdesplint; *9* — nukkvõlliku kronstein; *10* — tugiseib; *11* — piduritrummel; *12* — nukkvõllik; *13* — pidurikambri kronstein; *14* — pidurikamber; *15* — tõmbevedru; *16* — piduriklots; *17* — piduriklotsi friktsioonkate.

Tugikettale needitud kronsteinides *3* asetsevad tugisõrmed *5*, tugisõrmedel aga friktsioonkatetega *17* malmist piduriklotsid *16*. Tugisõrme *5* tapp, mis on kokkupuutes piduriklotsiga *16*, asub kronsteinis *3* kaela suhtes ekstsentriliselt. Piduri reguleerimisel pööratakse tugisõrmi *5* ning reguleeritakse vajalik pilu piduriklotsi ja piduritrumli vahel.

Tõmbevedruga *15* surutakse piduriklotsid *16* vastu nukkvõlliku *12* nukke. Piduriklotside külgnihkumist piiratakse ühendusplaadiga *1* ja klambriga *7*. Nukkvõllik *12* asetseb tugiketta külge kinnitatud kronsteinis *9* ja pidurikambri kronsteinis *13*. Nukkvõlliku määrimiseks määrdepritsiga on kronsteinides *9* ja *13* määrdeniplid. Rattapiduri nukk-

võlliku välimine ots on ühendatud hoova *7* (joon. 355) kaudu pidurikambriga. Hoova *7* asendit saab nukkvõlliku *2* suhtes tigupaariga *3* ja *6* reguleerida. Tiguhammasratas *3* on kinnitatud nukkvõlliku nuutidele, tigu *6* aga hoovale *7*. Teo pöördumist välditakse kuulfiksaatoriga *5*. Piduriklotside ja piduritrumli vahelist pilu reguleeritakse nukkvõlliku asendi muutmisega, teo pööramisega nelikantpea võtme abil.

Esirataste pidurid tagarataste piduritest oluliselt ei erine. Piduri tugiketas on kinnitatud poltidega käändtelje ääriku külge, nukkvõlliku kronstein ja pidurikambri kronstein aga poltidega tugiketta külge.

Tsentraalne käsipidur on ketastüüpi. Tema töötamise skeem ja ehitus on näidatud joonisel 348, *b*.

§ 5. Pidurisüsteemide hooldamine

Et auto pidurisüsteem oleks korras, tuleb seda regulaarselt kontrollida, hooldada ja reguleerida. Pidurite korrasolekut tuleb kohustuslikult kontrollida iga väljasõidu eel. Pidurite korrasolekut hinnatakse pidurdusteekonna pikkuse järgi.

Pidurite põhilisteks riketeks on mitteküllaldane pidurdamine piduripedaalile või -hoovale vajutamisel, katkendlik pidurdamine, auto külglibisemine pidurdamisel ning piduripedaali lubamatult suur vabakäik. Mitteküllaldase pidurdamise põhjuseks on piduriklotside, -lintide või -ketaste friktsioonkatete õlitumine, mustumine või kulumine. Õlitunud friktsioonkatted puhastatakse ning pestakse, kulunud vahetatakse. Friktsioonkatted õlituvad määrdeaine tihenditest läbiimitsemisel. Määrdeainet läbilaskvad tihendid tuleb vahetada. Piduri kokkupanekul tuleb hoolikalt kontrollida piduriklotsid, vedrud, tugisõrmede kinnitused ning teised detailid.

Auto mitteküllaldane pidurdamine või pidurdamine täiesti allavajutatud pedaali puhul on tingitud pidurivarraste ebaõigest reguleerimisest: varda ebaõige pikkuse puhul suureneb pedaali vabakäik ning ei saavutata täielikku pidurdamist. Vastupidi, kui piduripedaali vabakäik puudub, võib pidurdamine kesta ka pärast seda, kui piduripedaal on vabastatud. Rikke kõrvaldamiseks tuleb reguleerida pidurivarraste pikkust. Auto ГАЗ-51А piduripedaali vabakäik peab olema 8—14 mm. Sellele vabakäigule vastab 1,5—2,5 mm suurune pilu varda *18* (joon. 351, *a*) ja peasilindri kolvi *10* vahel. Pilu suuruse reguleerimiseks muudetakse varda pikkust.

Mitteküllaldase pidurdamise põhjuseks hüdraulilise ajamiga pidurisüsteemi puhul võib olla pidurivedeliku väljaimmitsemine või õhu sattumine süsteemi. Hüdraulilises ajamis kasutatakse peamiselt järgmisi pidurivedelikke: 1) etüülpiiritus (55%), glütseriin (33%) ja atsetoon (12%); 2) kastoorõli (53%) ja etüülpiiritus (47%); 3) kastoorõli (50%) ja atsetoon (50%).

Auto ГАЗ-51А hüdraulilise piduriajami vedelikuga täitmiseks tuleb puhastada mustusest peasilinder, õhu väljalaskeventiilid ning nende ümbrus, ära keerata täiteava kork ning täita peasilinder pidurivedelikuga. Pidurivedeliku tasapind peasilindris peab olema 10—15 mm allapoole täiteava serva.

Õhu eemaldamiseks süsteemist tuleb kõik pidurisilindrid läbi pumbata. Selleks eemaldatakse õhu väljalaskeventiili porikaitse kruvi ning keeratakse selle asemele spetsiaalse otsikuga kummivoolik. Kummivooliku ots lastakse poolest saadik pidurivedelikuga täidetud 0,5 l mahutavusega klaaspurki. Seejärel keeratakse ventiili $^1/_2$—$^1/_4$ pööret lahti ning vajutatakse mõned korrad piduripedaalile. Piduripedaalile tuleb vajutada järsult, tagasi lasta aga sujuvalt. Pumbata tuleb niikaua, kuni õhumullide väljumine voolikust lakkab. Pumpamise ajal tuleb jälgida

vedeliku tasapinda piduri peasilindris ning vajaduse korral vedelikku juurde valada. Pärast pumpamist keeratakse ventiil kinni, kusjuures piduripedaal peab olema alla vajutatud. Pärast kõigi pidurisilindrite läbipumpamist kontrollitakse veel kord pidurivedeliku tasapinda peasilindris.

Auto katkendlik pidurdamine võib toimuda piduritrumli tööpinna ebaühtlase kulumise tagajärjel. Auto külglibisemine pidurdamisel on põhjustatud vasak- ja parempoolsete rataste pidurite ebaühtlasest reguleerimisest.

Auto ЗИЛ-164 pneumaatilise ajamiga pidurisüsteemi puhul tuleb kontrollida manomeetri järgi õhurõhku. Garaažist väljumisel või pärast pikemat seisakut sõidu alustamisel peab õhurõhk olema vähemalt 5,5 kg/cm². Auto töötamisel peab õhurõhk olema 5,65—7,35 kg/cm². Kontrollida tuleb ka pidurisüsteemi ühenduste hermeetilisust.

Õhu algrõhul 7—7,35 kg/cm² peab õhutagavara reservuaaris tagama mittetöötava mootori puhul 8—10 täielikku pidurdamist. Seisatud mootori puhul õhurõhu kiire langemine 2—2,5 kg/cm²-ni näitab, et pidurisüsteem ei ole hermeetiline.

Pneumaatilise ajami hooldamisel kontrollitakse kompressori kiilrihma pingust, kinnitusi, pidurikraani töötamist, reguleeritakse pidurikambrites maksimaalne õhurõhk ning kondensaat lastakse õhuballoonidest välja. Rattad peavad täielikult pidurduma, kui vajutamisel pedaal või hoob on liikunud poole võrra oma käigu pikkusest.

XXXIX peatükk

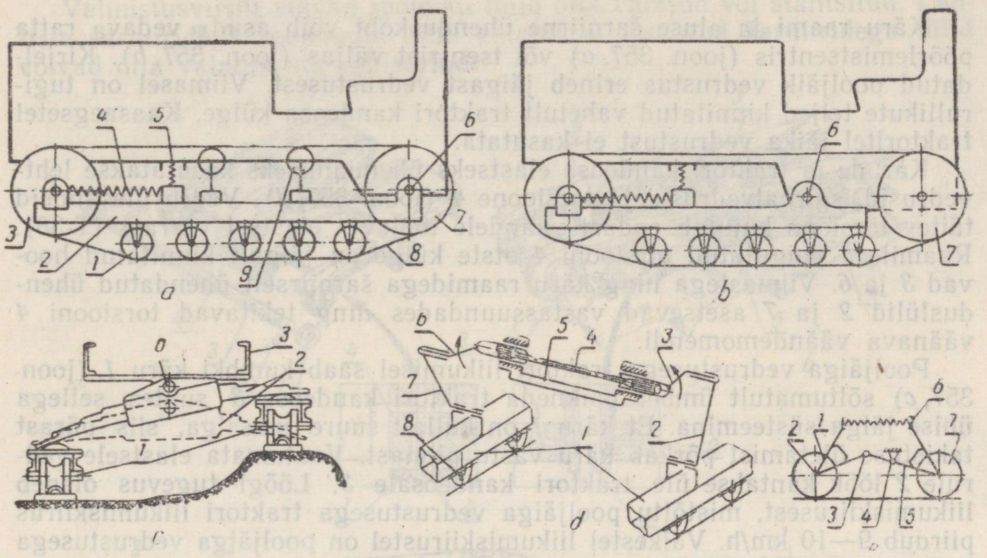
ROOMIKTRAKTORITE KÄIGUOSA

§ 1. Roomiktraktori käiguosa üldine ehitus

Roomiktraktori käiguosa koosneb kandeosast, vedrustusest ja roomikkäigust. Kandeosa ühendab roomikkäiguga vedrustus, kandes viimasele üle traktori kaalu ning pehmendades tõukeid ebatasasel maapinnal sõitmisel. Roomikkäik kannab maapinnale üle traktori raskuse ning paneb traktori liikuma. Roomikkäik koosneb roomikust *8* (joon. 357, *a*), tähtrattast (vedavast rattast) *7*, tugirullikutest *1*, juhtrattast *3* koos pingutusseadisega ning kanderullikutest *9*. Roomik *8* kujutab endast ühendatud otstega lõputut ketti, mis koosneb šarniirselt või elastselt ühendatud lülidest. Roomik liigub üle tähtratta *7*, juhtratta *3*, tugirullikute *1* ning kanderullikute *9*. Tähtrattale rakendatud veomomendi mõjul liikudes laotub roomik tugirullikute alla. Roomiku ja pinnase vahelisel vastastikusel haardel tekkiv veojõud mõjub traktori kandeosale ja paneb traktori liikuma, kusjuures tugirullikud veerevad mööda roomikuid. Kanderullikud *9* vähendavad traktori liikumisel roomiku *8* läbiripet ning hoiavad teda külgsuunas kiikumast. Pingutusseadis võimaldab suurendada roomiku pingust. Aja jooksul ühenduste kulumise tagajärjel roomik venib, roomiku pingust saab taastada pingutusseadise abil. Peale selle asendab pingutusseadis amortisaatorit. Takistusele sõitmisel roomikut pingutatakse, mis kompenseeritakse juhtratta elastse liikumisega vedru *4* kokkusurumise teel. Sama seadisega pehmendatakse ka traktori kandeosale mõjuvaid liikumissuunalisi tõukeid ning välditakse traktori detailide purunemist põhjustavate ülekoormuste tekkimine.

Roomiktraktori käiguosa konstruktsioonile esitatakse järgmised nõuded:

a) vedrustuse elastsus, mis tagab traktori sujuva liikumise;



Joon. 357. Roomikkäik ja vedrustuste tüübid:

a ja *b* — pooljäik vedrustus: *1* — tugirullik; *2* — käruraam; *3* — juhtratas; *4* — juhtratta vedru (amortiseeriv vedru); *5* — vedru; *6* — vedrustuse tagumine šarniir; *7* — tähtratas (vedav ratas); *8* — roomik; *9* — kanderullik; *c* — lehtvedruga pooljäik vedrustus (takistusele sõitmisel): *1* — käru; *2* — lehtvedru; *3* — traktori kandeosa; *d* — pooljäik vedrustus torsioonvedruga: *1* — käruraamid; *2* — parempoolne ühenduslüli; *3* — torsiooni parempoolne hoob; *4* — torsioon; *5* — traktori kandeosa; *6* — torsiooni vasakpoolne hoob; *7* — vasakpoolne ühenduslüli; *8* — tugirullik; *e* — elastne vedrustus: *1* — balanssiir; *2* — tugirulliku telg; *3* — balanssiiride telg; *4* — käru telg; *5* — balanssiir; *6* — balanssiiride vedru; *7* — tugiratas.

b) roomikkäigu hea haardumine pinnasega väikeste veeremis- ja pööramistakistuste juures;

c) roomiku hea puhastumine (pinnase külgekleepumise puudumine) ning töökindlus pööramisel;

d) roomiku, tugirullikute, tähtrataste ja teiste liikuvate detailide pikk iga;

e) ekspluatatsiooni, reguleerimise ja lülide vahetamise lihtsus ning võimalikult vähem müra liikumisel.

Nõuded käigu sujuvuse ja vähese müra kohta on erilise tähtsusega suurendatud kiirustel töötamisel ning transporttöödel.

§ 2. Vedrustuste tüübid

Traktori liikumise sujuvust mõjutab vedrustuse konstruktsioon. Ebaõnnestunud vedrustuse konstruktsioon võib põhjustada traktori kõikumist liikumisel, halvendab traktori töötamistingimusi ja nõuab täiendavat võimsusekulu. Vedrustuse tüübi valik oleneb töö- ja transpordikiiruste suurustest, milledele antud traktor on arvestatud. Seepärast on väiksemate transpordikiirustega traktorid lihtsama vedrustusega kui suurte transpordi- ning töökiirustega traktorid. Vedrustuse tüüp määrab roomikkäigu ehituse. Vedrustusi on kaht tüüpi: *pooljäik* ja *elastne*. Pooljäiga vedrustusega traktoritel (T-38, C-100) kinnitatakse tugirullikute *1* teljed (joon. 357, *a*) käruraami *2* külge ning moodustavad ühise jäiga süsteemi. Käruraamil *2* paiknevad ka tähtrattad *7* ning juhtrattad *3* koos pingutusseadisega. Käruraam *2* on traktori kandeosa külge kinnitatud šarniirselt ning saab kiikuda traktori pikitasapinnas. Eestpoolt toetub kandeosa käru raamile spiraalvedrul *5* või lehtvedrul *2* (joon. 357, *c*).

Käru raami ja aluse šarniirne ühenduskoht võib asuda vedava ratta pöörlemistsentris (joon. 357, *a*) või tsentrist väljas (joon. 357, *b*). Kirjeldatud pooljäik vedrustus erineb jäigast vedrustusest. Viimasel on tugirullikute teljed kinnitatud vahetult traktori kandeosa külge. Kaasaegsetel traktoritel jäika vedrustust ei kasutata.

Kärude ja traktori kandeosa elastseks ühendamiseks kasutatakse lehtvedrusid, spiraalvedrusid ja torsioone *4* (joon. 357, *d*). Vedru ülesandeid täitev torsioon kujutab endast väändele töötavat elastset varrast (T-38). Raamile *5* paigutatud torsiooni *4* otste külge on jäigalt kinnitatud hoovad *3* ja *6*. Viimastega ning käru raamidega šarniirselt ühendatud ühenduslülid *2* ja *7* asetsevad vastassuundades ning tekitavad torsiooni *4* väänava väändemomendi.

Pooljäiga vedrustusega traktori liikumisel saab kumbki käru *1* (joon. 357, *c*) sõltumatult ümber paikneda traktori kandeosa *3* suhtes sellega ühise jäiga süsteemina. Et käru *1* on küllalt suure massiga, siis pärast takistuse ületamist põrkab käru vastu pinnast. Vaatamata elastsele vedrule *2* löök kantakse üle traktori kandeosale *3*. Löögi tugevus oleneb liikumiskiirusest, mistõttu pooljäiga vedrustusega traktori liikumiskiirus piirdub 9—10 km/h. Väikestel liikumiskiirustel on pooljäiga vedrustusega traktori energiakaod väiksemad kui elastse vedrustusega traktoril.

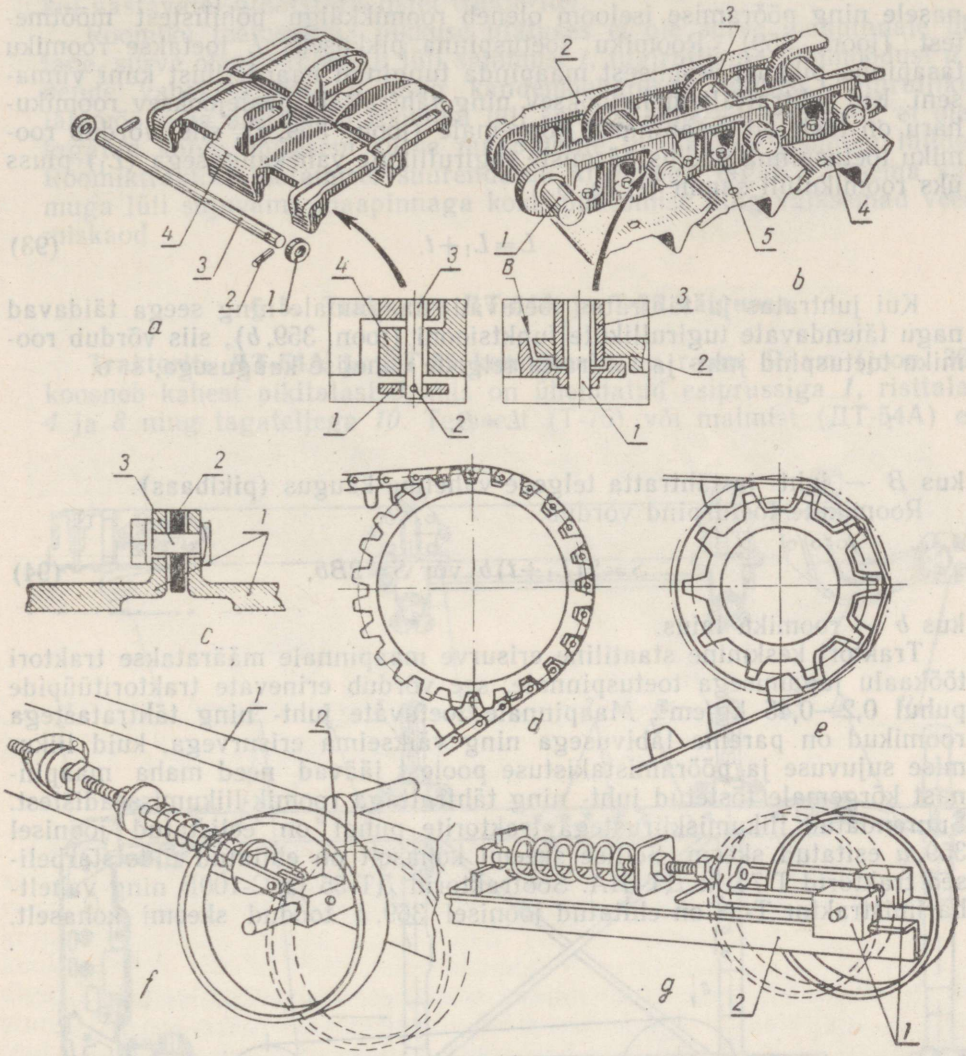
Elastse vedrustusega traktorites ühendatakse tugirullikud või tugirataste *7* (joon. 357, *e*) grupid traktori kandeosaga sõltumatu vedrustuse kaudu. Elastseid vedrustusi, kus on ühendatud kaks või rohkem tugirullikut, nimetatakse *balanssiirseteks*. Sellise vedrustuse puhul kasutatakse lehtvedrusid, spiraalvedrusid või torsioone. Elastsed vedrustused on pooljäikadest konstruktsioonilt keerukamad, kuid need leevendavad paremini tõukeid ning on sujuva käiguga. Joonisel 357, *e* näidatud elastsel vedrustusel on traktori mõlemal küljel (ДТ-54А, Т-75) kaks balanssiirkäru. Igal kärul on kaks paari tugirattaid. Telje *4* abil traktori raami külge ühendatud käru koosneb kahest balanssiirist *1* ja *5*. Tugirattad *7* asetsevad balanssiiride telgedel *2* ning saavad teineteisest sõltumata ümber paikneda. Balanssiiride ülemises osas on spiraalvedrude *6* kronsteinid. Vedrud tagavad tugirullikute suhteliselt elastse liikumise.

§ 3. Roomikute tüübid

Roomikud liigitatakse šarniiride töötamise iseloomu järgi *lahtisteks* ja *kinnisteks* ehk *kaitstud šarniiridega roomikuteks*. Lahtiste šarniiridega roomikutel (joon. 358, *a*) pärast lülide valamist sõrme avasid ei töödelda, sõrm aga valmistatakse lattmaterjalist ilma mehaanilise töötlemiseta (ДТ-54А, Т-75). Säärase roomiku eeliseks on lihtne valmistatavus. Kuid selle tööiga (eriti aga liivastel pinnastel) on väike. Kaitstud šarniiridega roomikute (joon. 358, *b*) ketilülide *2* avad on töödeldud. Avadesse on paigutatud töödeldud puksid *3* ja sõrmed *1*. Ketilülide sõrmede ja pukside tihe ist ning labürint *B* kaitsevad šarniiri abrasiivosakeste eest, mille tulemusena roomiku iga suureneb (С-100).

Lülide ühendamisviisi järgi liigitatakse roomikud *sõrmedega* ning *sõrmedeta* roomikuteks. Sõrmedega roomiku lüli *1* (joon. 358, *c*) servades on ovaalsed avad. Nende avade kummipatjade *2* ja piirdeseibide abil ühendatakse kaks järjestikku asetsevat lüli poltidega *3*. Kummipadjad on vajalikud elastsete elementidena, mis tagavad roomikule liikumisel vajaliku painduvuse. Viimasel ajal otsitakse võimalusi kummi-metallroomikute loomiseks, mis on tingitud püüdest vältida metallist šarniirühenduste suurt kuluvust ning müra roomiku töötamisel. Kummi-metallroomiku näidiseks ongi sõrmedeta roomik. Kummi-metallroomikud võivad olla ka sõrmedega.

Valmistusviisilt võivad roomiku lülid olla valatud või stantsitud. Lahtiste šarniiridega roomikute lülid valatakse. Kaitstud šarniiridega lülid võivad olla valatud või sepistatud.



Joon. 358. Roomikute elemendid:

a — lahtiste šarniiridega roomik: *1* — seib; *2* — splint; *3* — sõrm; *4* — lüli; *b* — kaitstud šarniiridega roomik: *1* — sõrm; *2* — ketilüli; *3* — puks; *4* — lindikilp; *5* — polt; *B* — labürint; *c* — sõrmedeta roomik: *1* — lülid; *2* — kummipadi; *3* — polt; *d* — roomiku ketthambumine tähtrattaga; *e* — roomiku tapphambumine tähtrattaga; *f* — vändatüüpi pingutusseadisega juhtratas: *1* — traktori kandeosa; *2* — pingutusseadise vänt; *g* — liugurtüüpi pingutusseadisega juhtratas: *1* — liugurid; *2* — käruraam.

Tähtrattaga hambumisviisilt jaotatakse roomikud *kett-* ja *tapphambumisega* roomikuteks. Ketthambumisega roomikul (ДТ-54А, Т-75, С-100) hambub tähtratta hammas puksiga või lüli kaelaga (joon. 358, *d*). Tapphambumisel (Т-38) hambub tähtratta pesa roomiku lüli tapi või harjaga (joon. 358, *e*). Juhtrataste pingutusseadised on vända- või liugurtüüpi (joon. 358, *f* ja *g*). Liugurtüüpi pingutusseadisega juhtrattad (Т-38, С-100) asetatakse käru raamile, kusjuures juhtrattad liiguvad koos liguritega *1*. Vändatüüpi pingutusseadisega juhtrattad monteeritakse traktori kandeosa külge. Kandeosa suhtes saab juhtrataste asendit muuta vända *2* abil (ДТ-54А, Т-75).

§ 4. Roomikute põhiliste mõõtmete suhe

Roomiktraktori haardeomadused, läbivus, liikumiskiirus, erisurve pinnasele ning pööramise iseloom oleneb roomikkäigu põhilistest mõõtmetest (joon. 359). Roomiku toetuspinna pikkuseks L loetakse roomiku tasapinna pikkust eesmisest maapinda tunginud haarderibist kuni viimaseni. Kui juhtrattalt mahajooksev ning tähtrattale pealejooksev roomikuharu on tõstetud maapinnast kõrgemale (joon. 359, *a*), siis võrdub roomiku toetuspinna pikkus äärmiste tugirullikute vahekaugusega (L_1) pluss üks roomikulüli samm (t), s. o.

$$L = L_1 + t. \tag{93}$$

Kui juhtratas ja tähtratas toetuvad maapinnale ning seega täidavad nagu täiendavate tugirullikute funktsiooni (joon. 359, *b*), siis võrdub roomiku toetuspind juht- ja tähtratta telgede vahelise kaugusega, s. o.

$$L = B,$$

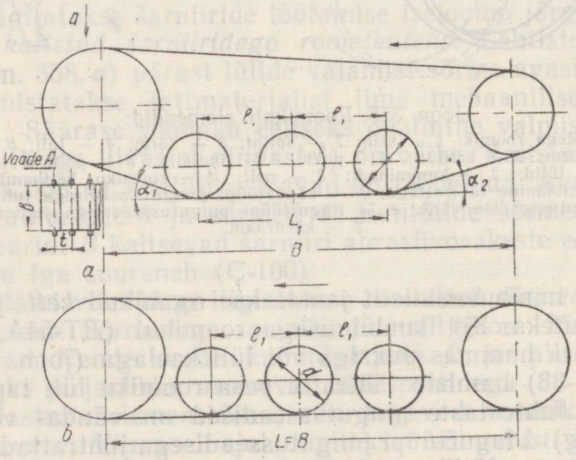
kus B — juht- ja tähtratta telgede vaheline kaugus (pikibaas).

Roomikute toetuspind võrdub:

$$S = 2(L_1 + t)b \text{ või } S = 2Bb, \tag{94}$$

kus b — roomiku laius.

Traktori keskmine staatiline erisurve maapinnale määratakse traktori töökaalu jagamisega toetuspinnale, see võrdub erinevate traktoritüüpide puhul 0,2—0,45 kg/cm². Maapinnale toetuvate juht- ning tähtratastega roomikud on parema läbivusega ning väikseima erisurvega, kuid liikumise sujuvuse ja pööramistakistuse poolest jäävad need maha maapinnast kõrgemale tõstetud juht- ning tähtrattaga roomik-liikumisseadistest. Suurendatud liikumiskiirustega traktorite puhul on eelistatud joonisel 359, *a* esitatud skeem. Sellise skeemi kohaselt on ehitatud üldotstarbelised traktorid T-75 ja ДТ-54А. Sootraktorid ДТ-55 ja С-100Б ning vahelt-harimistraktor T-38 on ehitatud joonisel 369, *b* toodud skeemi kohaselt.



Joon. 359. Roomikkäigu põhilised mõõtmed:

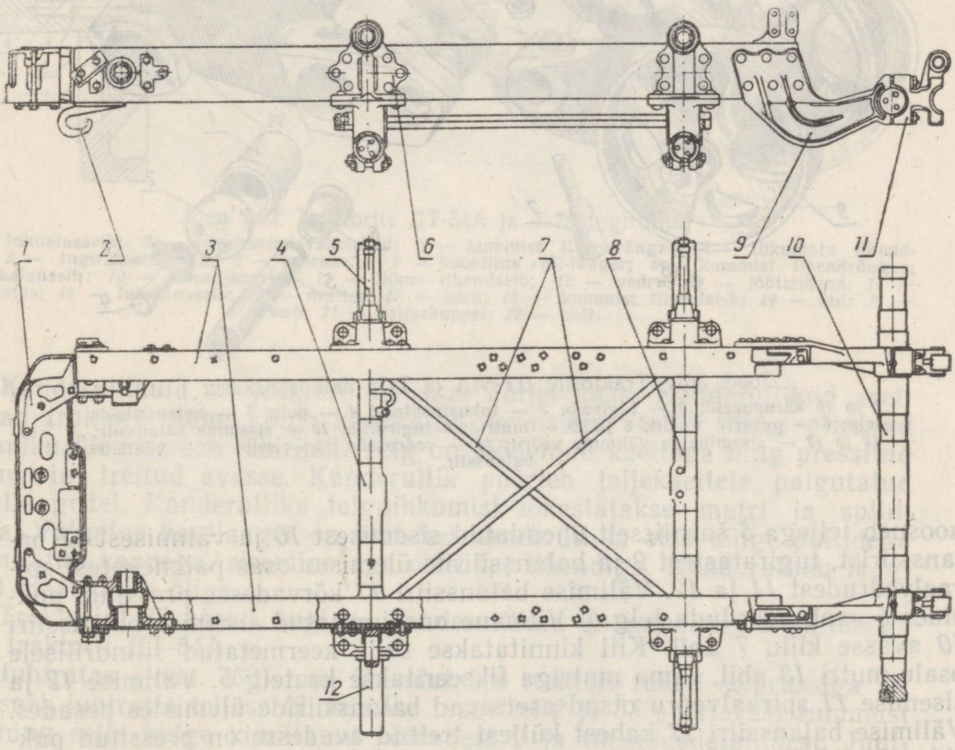
a — pinnasest kõrgemale tõstetud juht- ning tähtrattaga roomikkäik; *b* — pinnasele toetuvate juht- ning tähtrattaga roomikkäik.

Sootraktoritel on nõutav võimalikult väike erisurve maapinnale, mis saavutatakse roomiku tasapinna pikkuse L ning roomiku laiuse b suurendamise teel. Sootraktorite roomikute laius on umbes kaks korda suurem kui vastavatel üldotstarbelistel traktoritel.

Roomiku toetuspinna pikkuse ulatuses ei ole surve maapinnale ühtlane, surve oleneb roomiku lüli sammust t, tugirullikute läbimõõdust d ja nende vahekaugusest l_1 ning kandemehhanismi tüübist. Tugirullikute läbimõõdu ja arvu ning roomiku lüli sammu suhe valitakse nii, et oleks tagatud kõige ühtlasem surve maapinnale toetuvatele roomiku lülidele. Roomiktraktori töötamisel suurendatud kiirustega tagab väiksema sammuga lüli sujuvama maapinnaga kokkupuutumise ning väiksemad veeremiskaod.

§ 5. Traktorite ДТ-54A ja T-75 käiguosa

Traktorite ДТ-54A ja ДТ-55 kandeosaks on raam. Raam (joon. 360) koosneb kahest pikitalast *3*, mis on ühendatud esiprussiga *1*, risttalade *4* ja *8* ning tagateljega *10*. Terasest (T-75) või malmist (ДТ-54A) esi-



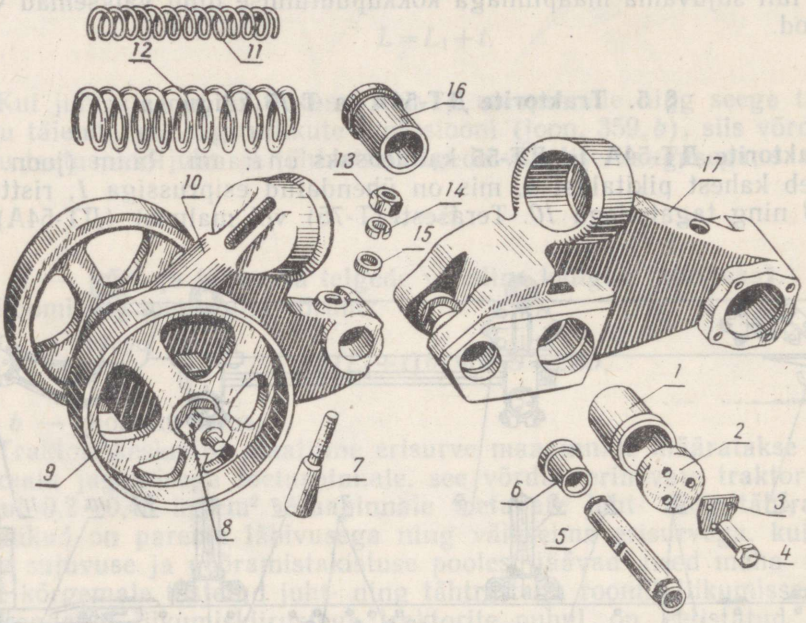
Joon. 360. Traktorite ДТ-54A ja T-75 raam:

1 — esipruss; *2* — pukseerimiskonks; *3* — raami pikitalad; *4* ja *8* — risttalad; *5* — kanderulliku telg; *6* — kanderulliku telje kronstein; *7* — diagonaalid; *9* — tagatelje kronstein; *10* — tagatelg; *11* — kronsteini kaas; *12* — vahetatav pooltelg.

pruss *1* on poltidega kinnitatud pikitalade *3* külge. Esiprussil on töödeldud pinnad mootori esitoe ning radiaatori kinnitamiseks. Esiprussi otstes olevatesse avadesse kinnitatakse juhtrataste teljed. Risttalad *4* ja *8* on needitud pikitalade *3* ning kanderullikute telgede *5* kronsteinide *6* külge. Risttalade *4* ja *8* külge on kinnitatud poolteljed *12*, mis on kärude telgedeks. Poolteljed *12* on vahetatavad. Risttalal *4* on silindriliselt töö-

deldud pinnad mootori hooratta karteri kinnitamiseks ning seadetihvt mootori õige asendi fikseerimiseks raami suhtes. Risttala *8* töödeldud pinnale kinnitatakse käigukasti korpus. Pikitalade tagumiste otste külge on ühendatud tagatelje kronsteinid *9*. Tagatelg *10* on kronsteinide *9* külge kinnitatud kaante *11* abil. Raami gabariidist väljaulatuvatel tagatelje otstel on toetuspinnad tähtratta laagrite jaoks. Pikitalade *3* eespoolsete otste alumisele poolele on kinnitatud pukseerimiskonksud *2*. Traktori ДТ-54А vanemat konstruktsiooni raamil diagonaalid *7* puudusid.

Balanssiirkärusid on neli, need asetsevad kahekaupa traktori mõlemal küljel ning on elastse vedrustusega. Balanssiirkäru (joon. 361)

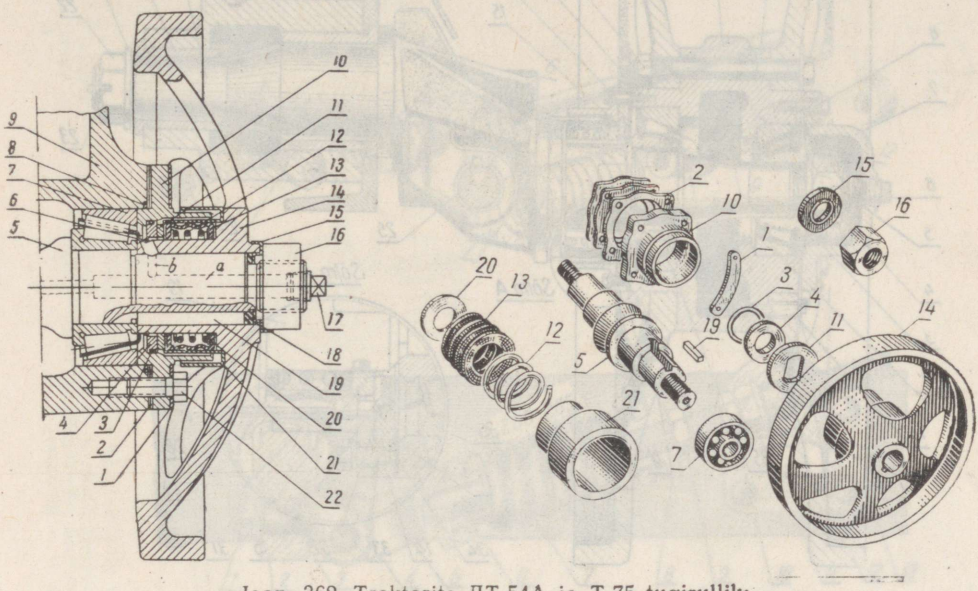


Joon. 361. Traktorite ДТ-54А ja Т-75 balanssiirkäru:
1 ja *16* kärupuksid; *2* — tugiseib; *3* — lukustusplaat; *4* — polt; *5* — balanssiiride telg; *6* — puks; *7* — kiil; *8* ja *13* — mutrid; *9* tugirullik; *10* — sisemine balanssiir; *11* ja *12* — sisemine ja välimine vedru; *14* — vedruseib; *15* — seib; *17* — välimine balanssiir.

koosneb teljega *5* šarniirselt ühendatud sisemisest *10* ja välimisest *17* balanssiirist, tugiratastest *9* ja balanssiiride ülemises osas paiknevatest spiraalvedrudest *11* ja *12*. Välimise balanssiiri *17* kõrvadesse pressitud puksides *6* saab pöörduda telg *5*. Viimane on kinnitatud sisemise balanssiiri *10* avasse kiilu *7* abil. Kiil kinnitatakse selle keermetatud silindrilisele osale mutri *13* abil, sama mutriga fikseeritakse ka telg *5*. Välimise *12* ja sisemise *11* spiraalvedru otsad asetsevad balanssiiride ülemistes pesades. Välimise balanssiiri *17* kahest küljest treitud avadesse on pressitud puksid *1* ja *16*. Puksidest on läbi pistetud käru raami põiktala pooltelg *12* (joon. 360). Käru nihkumine pooltelje on tõkestatud tugiseibiga *2* (joon. 361), mis on kinnitatud pooltelje otsale kolme poldiga *4*. Poltide *4* asend fikseeritakse lukustusplaadiga *3*. Käru telgliikumist reguleeritakse tugiseibi *2* ja pooltelje *12* (joon. 360) otsa vaheliste vahelehtedega.

Tugirullik pöörleb koos teljega *5* (joon. 362) kahel koonilisel rullaagril *7*. Viimase välisrõngad on balanssiiri treitud pesades, siserõngad aga — telje *5* kaeltel. Teljel on kiilusooned ja kiilud *19*, millele on pressitud tugirattad *14*. Telje keermetatud otstele on keeratud mutrid *16*, mis hoiavad tugirattaid nihkumast pikisuunas. Mutrid fikseeritakse lukustusseibidega *15*. Laagrite *7* õlitamiseks on teljes *5* aksiaalne kanal *a* ja

radiaalne kanal *b*. Laagreid õlitatakse keermetatud korgiga *17* suletava kanali kaudu. Õli väljanõrgumise ning laagrite kaitsmiseks pori eest kasutatakse otstüüpi tihendeid. Balanssiiri ja tihendi korpuse *10* vahele on asetatud reguleerimisvahelehed *2*. Viimaste arvu muutmisega saab koonilisi rull-laagreid reguleerida, seejuures nihutatakse nende välisrõngaid balanssiiride pesades.



Joon. 362. Traktorite ДТ-54А ja Т-75 tugirullik:

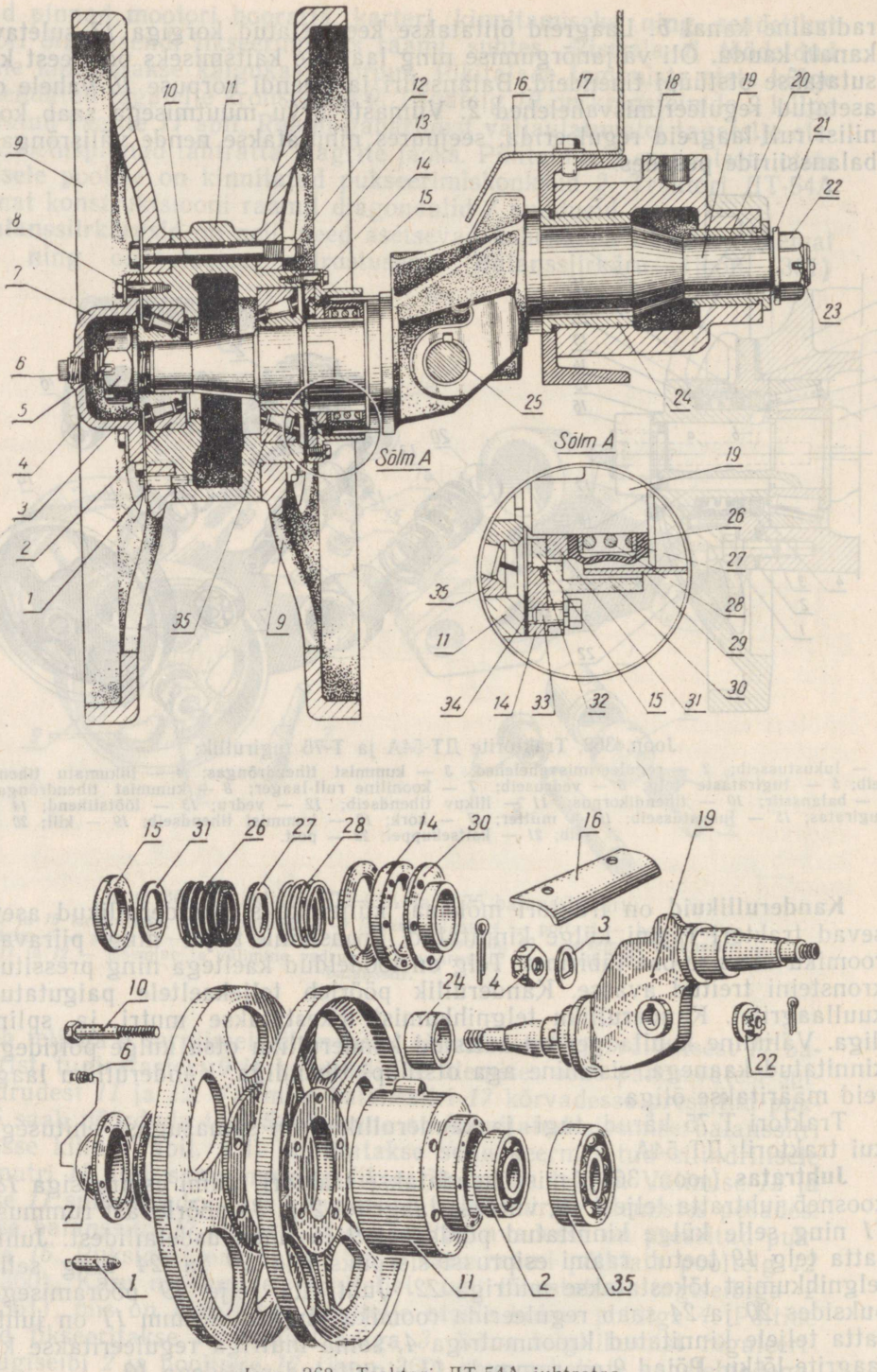
1 — lukustusseib; *2* — reguleerimisvahelehed; *3* — kummist tihendrõngas; *4* — liikumatu tihendseib; *5* — tugirataste telg; *6* — vedruseib; *7* — kooniline rull-laager; *8* — kummist tihendrõngas; *9* — balanssiir; *10* — tihendikorpus; *11* — liikuv tihendseib; *12* — vedru; *13* — lõõtstihend; *14* — tugiratas; *15* — lukustusseib; *16* — mutter; *17* — kork; *18* — kummist tihendseib; *19* — kiil; *20* — seib; *21* — kaitsekuppel; *22* — polt.

Kanderullikuid on traktori mõlemal küljel kaks. Kanderullikud asetsevad traktori raami külge kinnitatud kronsteini teljel ning piiravad roomiku ülemise osa läbiripet. Telg on töödeldud kaeltega ning pressitud kronsteini treitud avasse. Kanderullik pöörleb teljekaeltele paigutatud kuullaagritel. Kanderulliku telgnihkumist tõkestatakse mutri ja splindiga. Välimine kuullaager on kaitstud kanderulliku otsa külge poltidega kinnitatud kaanega, sisemine aga otstüüpi tihendiga. Kanderulliku laagreid määritakse õliga.

Traktori Т-75 kärud, tugi- ja kanderullikud on samasuguse ehitusega kui traktoril ДТ-54А.

Juhtratas (joon. 363), mis ühendatakse traktori raami esiprussiga *18*, koosneb juhtratta teljest *19*, viimase laagritel *2* ja *35* pöörlevast rummust *11* ning selle külge kinnitatud pöidadest *9* ja tihendusdetailidest. Juhtratta telg *19* toetub raami esiprussi sisepuksidele *20* ja *24* ning selle telgnihkumist tõkestatakse mutriga *22*. Juhtratta telje *19* pööramisega puksides *20* ja *24* saab reguleerida roomiku pingust. Rumm *11* on juhtratta teljele kinnitatud kroonmutriga *4*, sama mutriga reguleeritakse ka laagrite lõtku. Pöiad *9* on rummule *11* kinnitatud poltidega *10*.

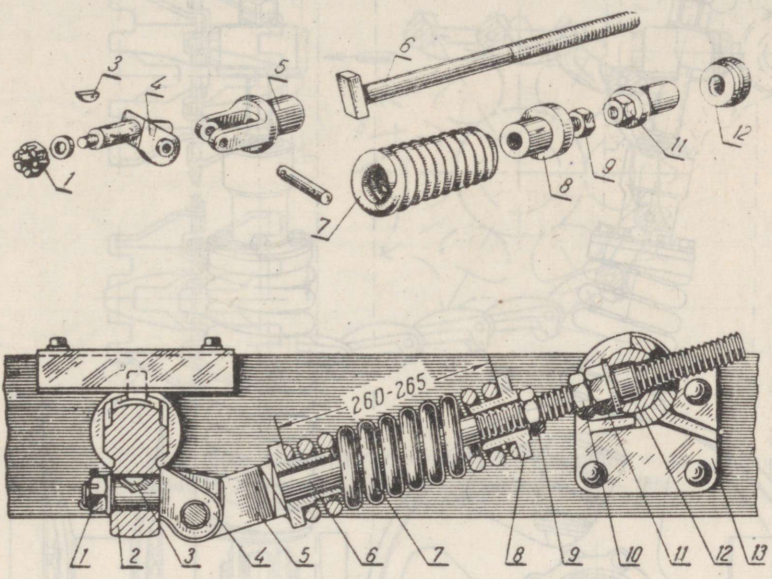
Juhtratta telg *2* (joon. 364) ühendatakse kõrva *4* kaudu pingutus- ja amortisaatorseadisega (traktor ДТ-54А), mis koosneb poldist *6*, kahvlist *5*, vedrust *7*, pingutusmutrist *11*, kuultoest *12* ja selle kronsteinist *13*. Kahvel *5* on asetatud neljatahulise peaga pingutuspoldile *6* ning hoiab viimast pöördumast. Pingutuspoldile *6* on asetatud amortisaatorvedru *7*, mille eespoolne ots toetub vastu kahvli *5* äärikut, tagumine ots aga vastu



Joon. 363. Traktori ДТ-54А juhtratas.

1 — õli täiteava kork; *2* ja *35* koonilised rull-laagrid; *3* ja *27* — seibid; *4* ja *12* mutrid; *5* — splint; *6* — kontrollava kork; *7* — kaas; *8* — kaane polt; *9* — põid; *10* ja *13* — poldid; *11* — rumm; *14* — tihendikorpus; *15* — liikuv tihendseib; *16* — kaitse; *17* — raami pikitala; *18* — raami esipruss; *19* — juhtratta telg; *20* ja *24* — juhtratta telje puksid; *21* — mutri äärik; *22* — kroonmutter; *23* — splint; *25* — kõrv; *26* — lõõtstihend; *28* — vedru; *29* — kaitserõngas; *30* — tihendi kaas; *31* — liikumatu tihendseib; *32* — kummist rõngas; *33* — tihendikaane polt; *34* — vahetihend.

tugiseibi *8*. Tugiseib on fikseeritud oma asukohale mutriga *9*. Vedru *7* eelpinguse määrab mutri *9* asukoht poldil *6*. Vedru on vajalik juhtrattale tagasiliikumise võimaldamiseks roomiku sõitmisel takistusele. Antud juhul ületatakse juhtrattale mõjuva jõu toimel vedru eelpingus ning pöördudes surub juhtratta telg kahvli *5* vahendusel vedru kokku. Seejuures

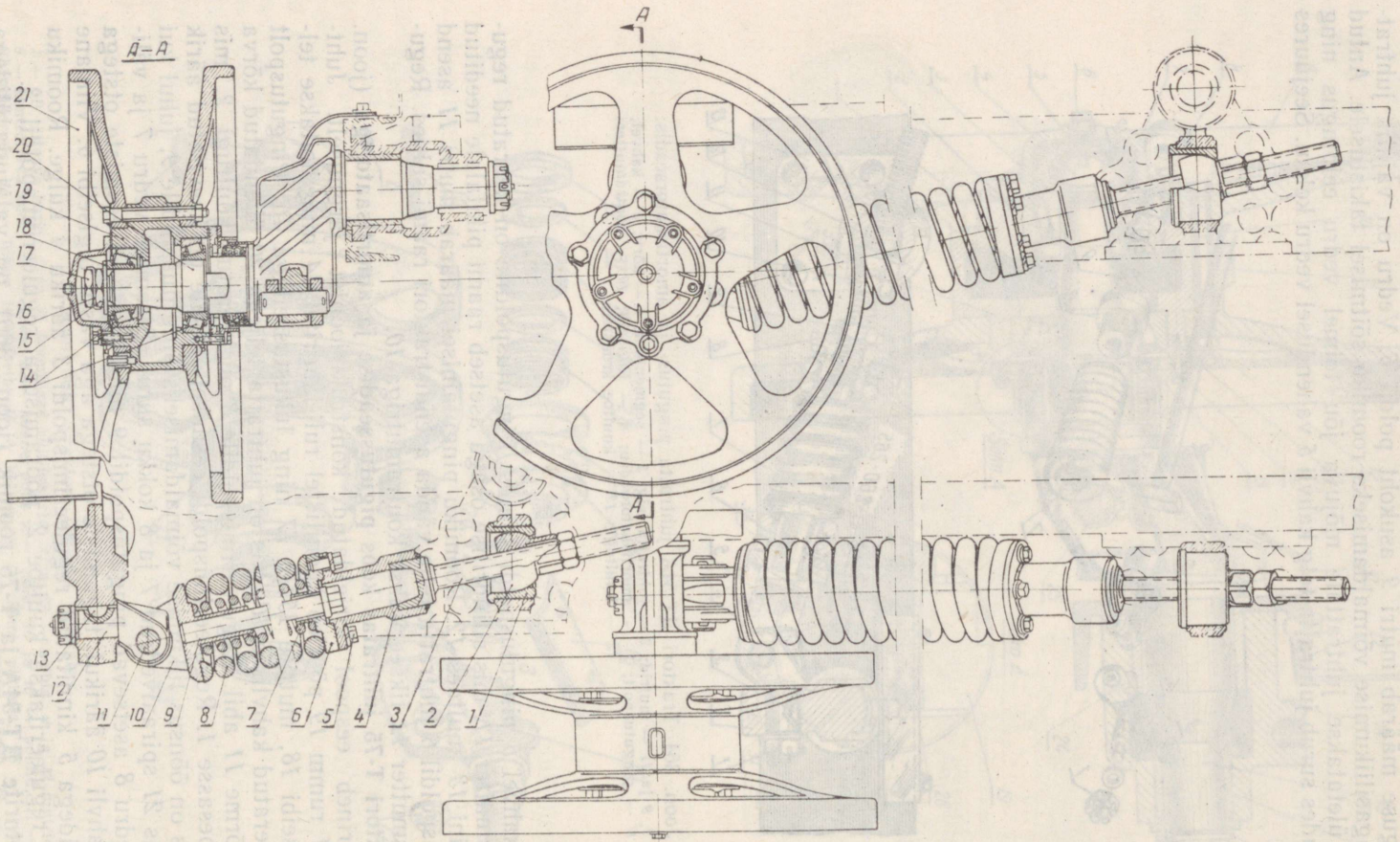


Joon. 364. Traktori ДТ-54А juhtratta pingutus- ja amortisaatorseadis:
1, *9* ja *11* — mutrid; *2* — juhtratta telg; *3* — segmentkiil; *4* — kõrv; *5* — kahvel; *6* — pingutuspolt; *7* — amortisaatorvedru; *8* — tugiseib; *10* — kontramutter; *12* — kuultugi; *13* — kuultoe kronstein.

liigub kahvel *5* pingutuspoldi suhtes. Pingutuspoldile on keeratud reguleerimismutter *11*, mis silindrilise osaga asetseb raami pikitalale needitud kronsteini *13* kuultoes *12*. Roomiku pingutamisel määrab mutri *11* asend pingutuspoldil *6* juhtratta telje vända asendi traktori raami suhtes. Reguleerimismutter *11* fikseeritakse kontramutriga *10*.

Traktori T-75 juhtratas koos pigutusseadise ja amortisaatoriga (joon. 365) erineb eespool kirjeldatud konstruktsioonist järgmiselt. Juhtratta *21* rumm *19* pöörleb koonilistel rull-laagritel *14* ning hoitakse teljel *20* seibi *18*, mutrite *15* ja *17* ning lukustusseibiga *16*. Pingutuspolt *9* on keeratud kahvlisse *10*, mis on juhtratta teljega *20* ühendatud kõrva *12* ja sõrme *11* abil. Reguleerimispoldile *3* on keeratud kuultugi *2*, mis toetub pesasse *1*. Reguleerimispoldi eesmisele otsale on keevitatud äärik *4*, milles on õõnsus liikumise võimaldamiseks pingutuspoldile *9*, juhul kui juhtratas *21* spiraalvedrud *7* ja *8* kokku surub. Sisemine vedru *7* ja välimine vedru *8* asetsevad pingutuspoldil *9* ning toetuvad eesmiste otstega vastu kahvli *10* äärikut, tagumiste otstega aga vastu tugiseibi *6*. Viimane on poltidega *5* kinnitatud reguleerimispoldi *3* ääriku *4* külge. Roomiku pingust reguleeritakse kuultoe *2* pööramisega reguleerimispoldil *3*.

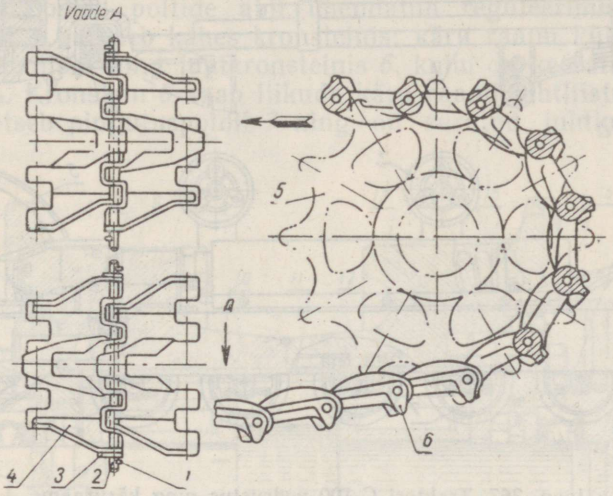
Traktorite ДТ-54А ja T-75 roomik (joon. 366) on valatud lülidega ning lahtiste šarniiridega. Roomik koosneb terasest valatud lülidest *4*, mis on ühendatud seibide *3* ja splintidega *1* varustatud sõrmedega *2*. Roomiku lülil on seitse kaela, millest neli asetseb eespool (traktori liikumise suunas) ning kolm tagapool. Kaelte sõrmeavad ei ole töödeldud. Lüli sisemi-



Joon. 365. Traktori T-75 juhtratas koos pingutus- ja amortisaatorseadisega:

1 — kuultoe pesa; *2* — kuultugi; *3* — reguleerimispolt; *4* — reguleerimispoldi äärik; *5* — polt; *6* — tugiseib; *7* ja *8* — vedrud; *9* — pingutuspolt; *10* — kahvel; *11* — sõrm; *12* — kõrv; *13* — segmentkiil; *14* — koonilised rull-laagrid; *15* ja *17* — mutrid; *16* ja *18* — seibid; *19* — rumm; *20* — juhtratta telg; *21* — juhtratas.

sed tasased pinnad on piiratud juht- ja tugevdusribidega. Tasased pinnad on ühtlasi tugirullikute jooksuteedeks, juhtribid aga suunajateks, mis väldivad roomiku mahajooksmise. Haarderibid *6* parandavad roomiku haardumist maapinnaga. Lüli keskväljalõige on vajalik tähtratta hamba



Joon 366. Traktorite ДТ-54А ja Т-75 roomik:
1 — splint; *2* — sõrm; *3* — seib; *4* — roomikulüli; *5* — tähtratas; *6* — haarderibi.

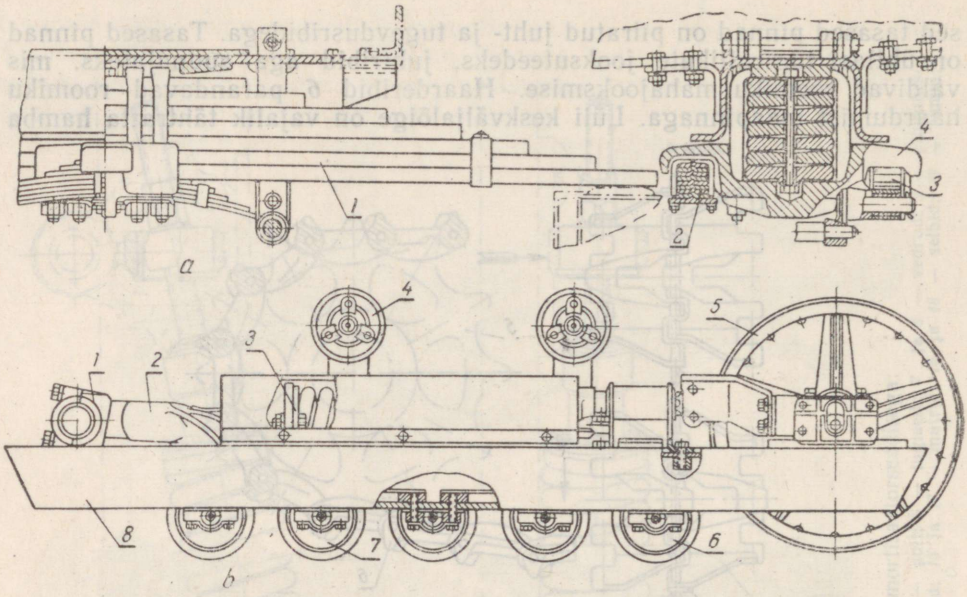
mahutamiseks lüli kaelaga hambumisel. Alates 1960. a. toodetakse roomikuid, mille sõrmedel *2* on stantsitud pea. Roomiku lülid ühendatakse nii, et sõrmede pead jäävad väljapoole.

§ 6. Traktori C-100 käiguosa

Traktori kandeosa on poolraamse konstruktsiooniga, koosnedes tagasilla korpusest, selle külge keevitatud muutuva suurusega ning U-kujulise ristlõikega pikitaladest, mille esiotsad on ühendatud risttalaga. Pikitalade keskosa külge on keevitatud toed balanssiirseadise kinnitamiseks. Vedrustus on pooljäika tüüpi. Tagant toetub alus tähtrataste pooltelgede ning jäikade šarniiride kaudu käru raamidele. Viimased saavad pöörduda traktori pikitasapinnas. Eestpoolt toetub traktor käru raamidele balanssiirsete lehtvedrudega. Põiki asetatud vedru koosneb seitsmest lehest. Balanssiir-lehtvedru *1* (joon. 367, *a*) asetseb tugikronsteinil *4*, mis on raamiga ühendatud väikeste lehtvedrude *2* ja *3* kaudu, millel mõlemal on kaheksa vedrulehte. Väikesed lehtvedrud parandavad vedrustuse elastsust ning aitavad säilitada siis, kui käru raamid on tunduvalt kaldu asendis, aluse stabiilsust.

Käru raam *8* (joon. 367, *b*) koosneb kahest omavahel ühendatud U-kujulise ristlõikega pikitalast ning terasest valatud külgtoest *2*, mis on keevitatud sisemise pikitala külge. Käru raamil *8* paiknevad tugirullikud *6* ja *7*, pingutus- ja amortisaatorseadisega *3* juhtratas *5* ning kanderullikud *4*. Käru raami tagumine ots ühendatakse tähtratta poolteljega kahest punktist: külgtoe *2* otsalaagri *1* ja käru raami välimisel pikitalal asetseva laagri abil.

Tugirullik (joon. 368, *a*) kujutab endast kahest poolest kokkukeevitatud rullikut *13*, mis pöörleb teljel *10* silindrilistel rull-laagritel *12* (varem toodetud traktoritel C-100 olid pronkspuksidega liuglaagrid). Mõlema



Joon. 367. Traktori C-100 vedrustus ning käruraam:
a — vedrustus: *1* — balanssiir-lehtvedru; *2* ja *3* — väikesed lehtvedrud; *4* — tugikronstein; *b* — käruraam: *1* — külgtoe laager; *2* — külgtugi; *3* — pingutus- ja amortisaatorseadis; *4* — kanderullik; *5* — juhtratas; *6* — ühe äärisega tugirullik; *7* — kahe äärisega tugirullik; *8* — käru raam.

käru raami külge on kinnitatud viis tugirullikut, milledest kaks äärmist ja keskmine on ühe äärisega, kaks ülejäänut aga — kahe äärisega. Tugirullikute äärised suunavad kärude liikumist roomikutel ning väldivad roomikute mahajooksmise traktori pööramisel ning kallakutel sõitmisel. Rull-laagrite *12* välisrõngad on fikseeritud distantsrõngaste *8* ja distantspuksiga *11* ning kinnitatud tugiäärikutega *3*. Tugirullik hoitakse teljel *10* selle keskosas oleva äärisega, mis võtab vastu telgkoormused rull-laagrite *12* siserõngaste tugiseibide *9* ja tugiäärikute *3* kaudu. Tugiäärikud on kinnitatud rulliku *13* külge poltidega *5*. Rulliku vabaks pöörlemiseks vajalik telglõtk (0,2—0,65 mm) reguleeritakse vahelehtedega *6*. Tugirulliku laagrid on kaitstud kummist rõngastihenditega *7* ja *18* ning kummi-metallist lõõtstihenditega *17*. Tihendid on sama konstruktsiooniga kui traktoritel ДТ-54А, Т-75 ja Т-38.

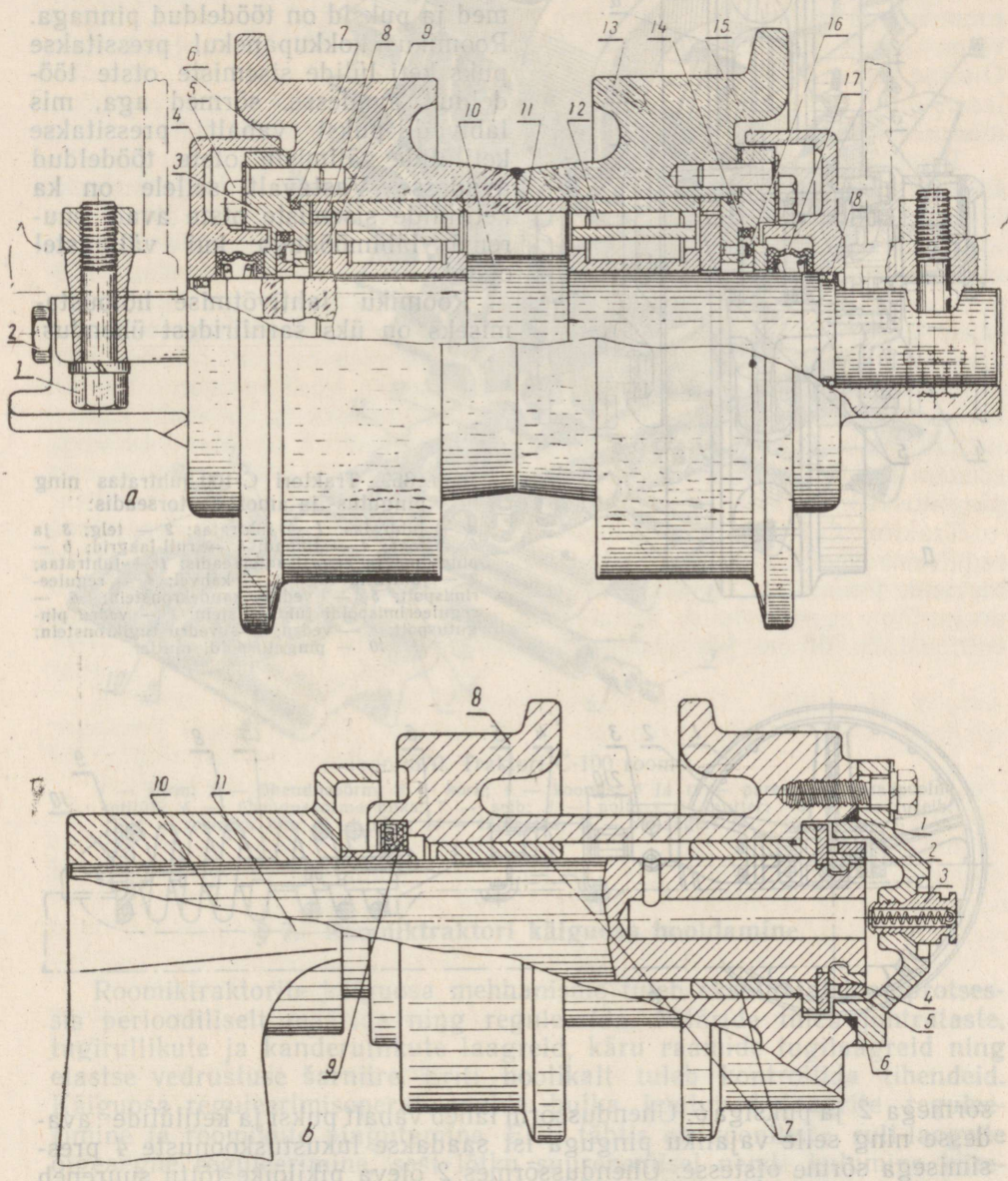
Tugirulliku telg *10* kinnitatakse kaante ja poltidega käru raami külge. Teljel *10* on käru raami ühenduskohtades väljalõiked. Tugirulliku määrimiseks ja läbipesemiseks on teljes *10* tsentraal- ja põikkanal. Tsentraalkanal suletakse korgiga *2*.

Kanderullik (joon. 368, *b*) pöörleb terasest valatud kronsteini *11* sissepressitud teljel *10*. Kronstein *11* kinnitatakse käru raamile keevitatud toele poltidega. Kanderullikud pöörlevad pronkspuksidel *7* ning hoitakse teljel seibiga *2* ja kaanega *6*, mis on kinnitatud rulliku külge poltidega. Määre juhitakse pronkspuksidele *7* määrdenipli *3* ja telje *10* kanali kaudu. Puksid on kaitstud isesuruva tihendiga *9*.

Juhtratas *1* (joon. 369, *a*) on terasest ning kahe äärisega roomiku suunamiseks. Põikribid *b* ja aknad *a* soodustavad roomiku puhastumist lumes või poris sõitmisel. Juhtratta telg *2* on kinnitatud tugedele *3* ja *6*. Juhtratas pöörleb teljel *2* kahel silindrilisel rull-laagril *5*. Juhtratta rull-laagrid *5* ja tihendid *4* on ehituselt sarnased tugirullikute analoogiliste detailidega.

Amortisaator- ja pingutusseadis (joon. 369, *b*) on liugurtüüpi ning koosneb kahvlist *3*, reguleerimispoldist *4*, kronsteinidest *5* ja *6*, vedrust *8*, tugikronsteinist *9* ja vedru pingutuspoldist *7*. Kahvlil *3* on kaks poolt, mis mõlemad kinnitatakse poltidega juhtratta tugede *2* külge. Tagant on kahvli mõlemad pooled poltide abil ühendatud reguleerimispoldiga *4*. Reguleerimispolt *4* paikneb kahes kronsteinis: käru raami külge kinnitatud kandekronsteinis *5* ning juhtkronsteinis *6*, kuhu on keeratud reguleerimispoldi *4* ots. Kronstein *6* saab liikuda käru raami juhtliistudel.

Vedru *8* asetseb pingutuspoldil *7* ning on surutud juhtkronsteini *6*



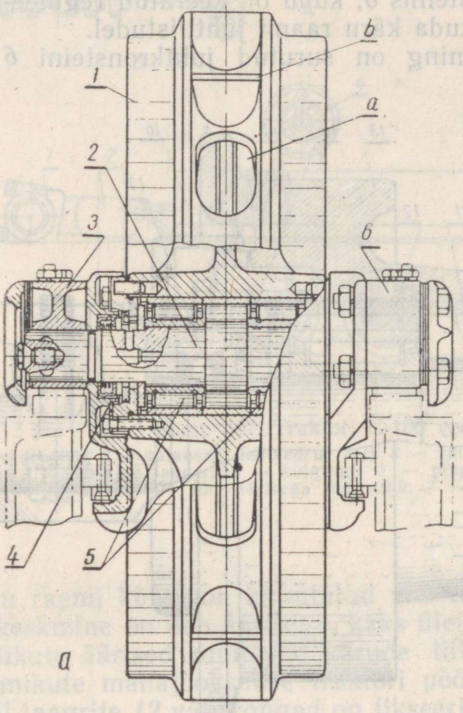
Joon. 368. Traktori C-100 tugirullik ja kanderullik:

a — ühe äärisega tugirullik: *1* — kinnituspolt; *2* — õlikanali kork; *3* — tugiäärik; *4* — välimine kaas; *5* — tugiääriku polt; *6* — reguleerimisvahelehed; *7* — kummist tihendusrõngas; *8* — distantsrõngas; *9* — tugiseib; *10* — tugirulliku telg; *11* — distantspuks; *12* — silindriline rull-laager; *13* — ühe äärisega rullik; *14* — kummist tihendusrõngas; *15* — sisemine kaas; *16* — tihendseib; *17* — lõõtstihend; *18* — kummist tihendusrõngas; *b* — kanderullik: *1* — tihendusrõngas; *2* — seib; *3* — määrdenippel; *4* — poolrõngas; *5* — rõngas; *6* — kaas; *7* — pronkspuksid; *8* — rullik; *9* — isesuruv tihend; *10* — kanderulliku telg; *11* — kronstein.

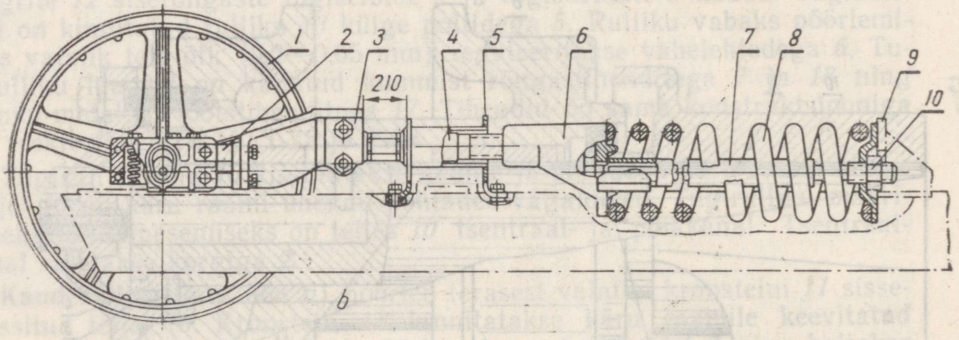
ning tugikronsteini *9* vahele. Viimane on kinnitatud käru raami külge. Pingutusseadis on pori kaitseks kaetud kattega. Roomiku pingust reguleeritakse poldiga *4*.

Roomik (joon. 370) on kinniste šarniiride ja ketthambumisega. Roomik koosneb keti lülidest koos kilpidega, mis on ühendatud šarniirselt sõrmede ja pukside abil. Kilbid *11* kinnitatakse keti lülide *5* ja *12* külge poltide *8*, vedruseibide *10* ja mutritega *9*. Keti lülide sõrmede *1* ja pukside *13* avad on töödeldud. Ka sõrmed ja puksid on töödeldud pinnaga. Roomiku kokkupanekul pressitakse puks keti lülide sisemiste otste töödeldud avadesse, sõrmed aga, mis läbivad puksi vabalt, pressitakse ketilülide välimiste otste töödeldud avadesse. Vastavalt sellele on ka ketilülide sisemiste otste avad suurema läbimõõduga kui välimistel otstel.

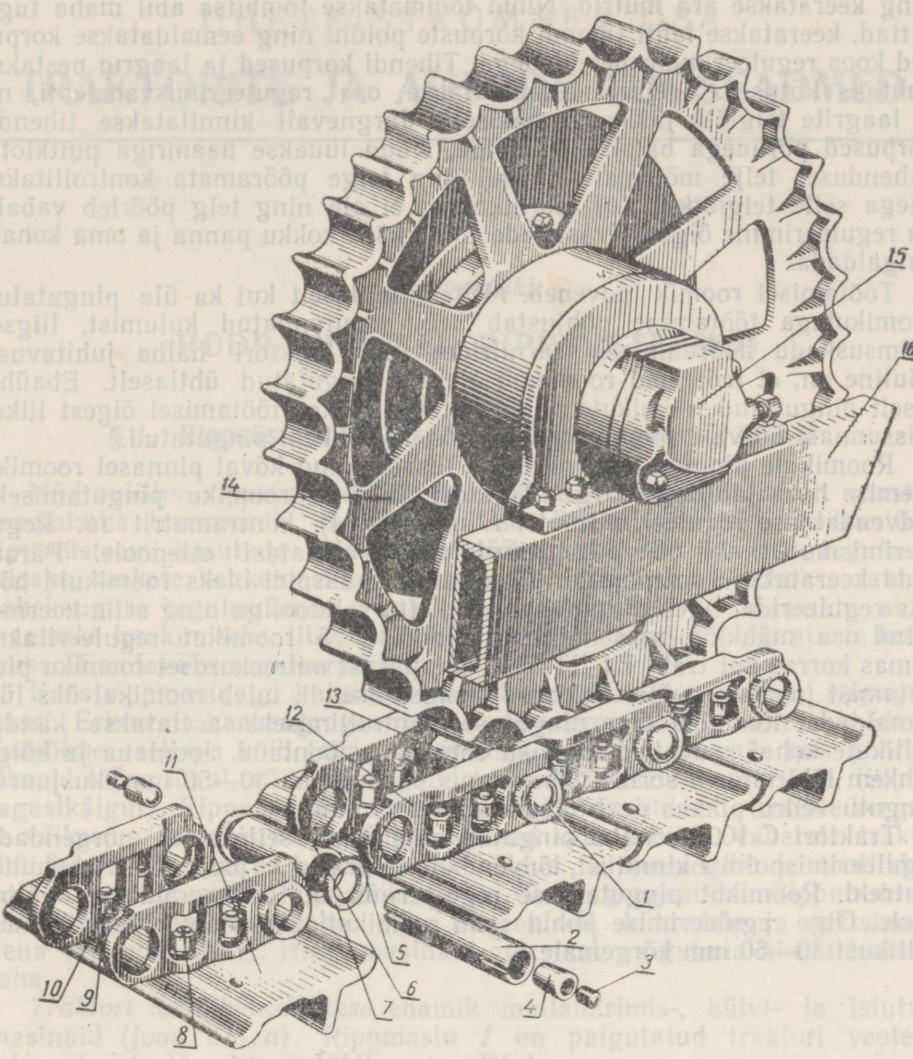
Roomiku lahtivõtmise hõlbustamiseks on üks šarniiridest ühendus-



Joon. 369. Traktori C-100 juhtratas ning pingutus- ja amortisaatorseadis:
a — juhtratas: *1* — juhtratas; *2* — telg; *3* ja *6* — toed; *4* — tihend; *5* — rull-laagrid; *b* — pingutus- ja amortisaatorseadis: *1* — juhtratas; *2* — juhtratta tugi; *3* — kahvel; *4* — reguleerimispolt; *5* — vedru kandekronstein; *6* — reguleerimispoldi juhtkronstein; *7* — vedru pingutuspolt; *8* — vedru; *9* — vedru tugikronstein; *10* — pingutuspoldi mutter.



sõrmega *2* ja puksiga *6*. Ühendussõrm läheb vabalt puksi ja ketilülide avadesse ning selle vajaliku pinguga ist saadakse lukustuskoonuste *4* pressimisega sõrme otstesse. Ühendussõrmes *2* oleva pikilõike tõttu suureneb koonuse sissepressimisel sõrme läbimõõt, mistõttu need kinnituvad tihedalt lüli kõrvadesse. Tähtrattal *14* on paaritu arv hambaid ning nende samm on roomiku sammust kaks korda väiksem. Seetõttu hambuvad ratta hambad roomikuga vaheldumisi. Järelikult iga hammas töötab üks kord ratta kahe pöörde jooksul, mis vähendab nende kulumist.



Joon. 370. Traktori C-100 roomik:

1 — sõrm; *2* — ühendussõrm; *3* — kork; *4* — koonus; *5* ja *12* — parem- ja vasakpoolne ketilüli; *6* — ühendussõrme puks; *7* — seib; *8* — polt; *9* — mutter; *10* — vedruseib; *11* — roomiku kilp; *13* — puks; *14* — tähtratas; *15* — otslaager; *16* — käru raam.

§ 7. Roomiktraktori käiguosa hooldamine

Roomiktraktorite käiguosa mehhanisme tuleb ekspluatatsiooniprotsessis perioodiliselt määrida ning reguleerida. Määrida tuleb juhtrataste, tugirullikute ja kanderullikute laagreid, käru raamide tugilaagreid ning elastse vedrustuse šarniire. Eriti hoolikalt tuleb kontrollida tihendeid. Käiguosa reguleerimisoperatsioonide hulka kuuluvad laagrite reguleerimine ja roomikute pingutamine. Eriti tähtis on kooniliste rull-laagrite õigeaegne reguleerimine, sest lõtku suurenemisel nende kulumine kiireneb progressiivselt. Kui traktori ДТ-54А tugirullikute kooniliste rull-laagrite telglõtk ületab 0,5 mm, tuleb neid reguleerida. Lõtku kontrollitakse tugirullikuid telje sihis kangiga nihutades, kusjuures kang asetatakse ratta ja balanssiiri vahele. Laagrite reguleerimiseks tuleb balanssiir poolteljelt maha võtta. Seejärel pööratakse lukustusseibide servad tagasi

ning keeratakse ära mutrid. Nüüd tõmmatakse tõmbitsa abil maha tugirattad, keeratakse lahti tihendi korpuste poldid ning eemaldatakse korpused koos reguleerimisvahelehtedega. Tihendi korpused ja laagrid pestakse puhtaks kütuses. Seejärel eemaldatakse osa reguleerimisvahelehti, nii et laagrite telglõtk jääks normaalseks. Järgnevalt kinnitatakse tihendikorpused poltidega balanssiiri külge. Nüüd lüüakse haamriga puitklotsi vahendusel telje mõlemale otsale ning telge pööramata kontrollitakse käega selle telglõtku. Kui telgliikumist ei ole ning telg pöörleb vabalt, on reguleerimine õige. Pärast seda tuleb käru kokku panna ja oma kohale paigaldada.

Töötamisel roomik lõdveneb. Mitteküllaldaselt kui ka üle pingutatud roomikutega töötamine põhjustab selle suurendatud kulumist, liigset võimsuskadu hõõrdumisele šarniirides ning traktori halba juhitavust. Oluline on, et mõlemad roomikud oleksid pingutatud ühtlaselt. Ebaühtlaselt pingutatud roomikute puhul kaldub traktor töötamisel õigest liikumissuunast kõrvale roomiku poole, mis on rohkem pingutatud.

Roomikute pingust kontrollitakse tasasel ning kõval pinnasel roomiku ülemise haru läbirippe järgi. Traktori ДТ-54А roomiku pingutamiseks lõdvendatakse reguleerimismutri *11* (joon. 364) kontramutrit *10*. Reguleerimismutrit *11* keerates nihutatakse juhtratast ettepoole. Pärast seda keeratakse kontramutter *10* kinni. Et edaspidi oleks roomikuid hõlpus reguleerida, tuleb pingutuspolt *6* katta solidooliga ning selle keermetatud osa mähkida presendiga. Traktori Т-75 roomikut reguleeritakse samas korras kui traktoril ДТ-54А. Kui pärast mitmekordset roomiku pingutamist juhtratas võtab äärmise eesmise asendi, tuleb roomikul üks lüli eemaldada. Roomiku õige pingutuse kontrollimiseks asetatakse kanderullikute kohal asuvatele roomiku sõrmedele joonlaud. Joonlaua ja kõige rohkem läbirippuva sõrme vahekaugus peab olema 30—50 mm, kusjuures pingutusvedru pikkus peab olema 260—265 mm.

Traktori С-100 roomiku pingutamiseks tuleb selleks, et nõrgendada reguleerimispoldi *4* kinnitust, lõdvendada juhtratta *1* (joon. 369, *b*) kahvli *3* mutreid. Roomikut pingutatakse reguleerimispoldi *4* keeramisega väljapoole. Õige reguleerimise puhul saab roomikut kangi abil tõsta kanderullikust 40—50 mm kõrgemale.

ÜHETEISTKÜMNES OSA

TRAKTORITE JA AUTODE TÖÖSEADMED

XL peatükk

HÜDRAULILISED RIPPSÜSTEEMID

§ 1. Rippsüsteemi ülesanne ja rippagregaatide tüübid

Hüdrauliline rippsüsteem on ette nähtud traktoristi istmelt masina seadmiseks transpordi- ja tööasendisse. Peale selle võib hüdraulilist rippssüsteemi kasutada rippmasina tööorganite töösügavuse reguleerimiseks, raskete haakemasinate juhtimiseks, traktori tõstmiseks, rataste vahekauguse reguleerimisel, traktorile järelvankrite ja masinate automaatseks haakimiseks, libisemise vähendamise eesmärgil veorataste koormuse täiendavaks reguleerimiseks jne.

Koos rippmasinaga kujutab rippsüsteemiga traktor endast *rippagregaati*. Erinevalt haakeagregaadist on rippagregaadil parem manööverdusvõime (sellega võib teha järsemaid pöördeid, pole vaja laiu pöörderibasid tööee lõpul, võib kõrgematel käikudel sooritada tühisõite, liikuda tagasikäigul). Rippagregaat on konstruktsioonilt lihtsam, kaalult kergem ja väiksema veotakistusega. Rippmasinaid saab juhtida vahetult traktoristi istmelt, kusjuures juhtimine on hõlpus. Rippagregaatide tootlikkus on suurem, kütusekulu aga väiksem kui haakeagregaatidel. Rippmasinaid võib kinnitada traktori taha, ette, frontaalselt külgedele ja sektsioonidena (ešeloneeritult). Haakemasinaid aga saab paigutada ainult traktori taha.

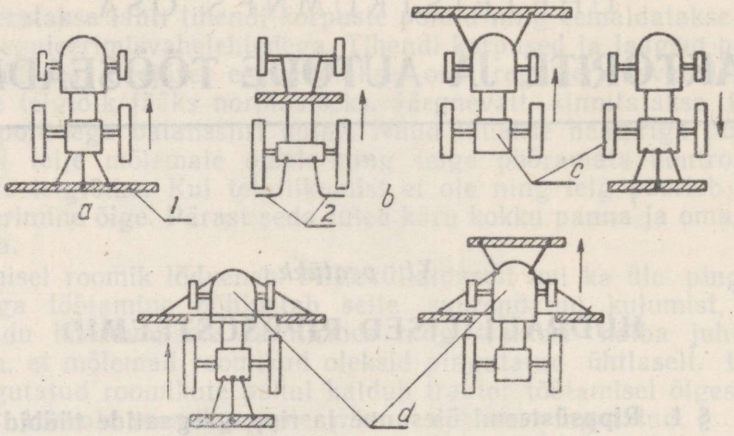
Traktori taha kinnitatakse enamik mullaharimis-, külvi- ja istutusmasinaid (joon. 371, *a*). Rippmasin *1* on paigutatud traktori veotelje taha, ning traktor liigub töötlemata põllul.

Traktori ette kinnitatakse vahelharimiskultivaatorid (joon. 371, *b*). See kinnitusviis kergendab traktori juhtimist reavahedes ning traktori esitelje ja tagasilla vahele paigutatud kultivaatori tööorganite jälgimist. Et traktor liigub töödeldud põllul, siis on tema rattajälgede kobestamiseks kultivaatoritel tagumised kobestuskäpad *2*. Selliseks kinnituseks on hästi kohandatud eritüüpi traktorid, iseliikuvad šassiid. Tavalised ratastraktorid on halvasti kohandatud masinate niisuguseks kinnitamiseks.

Frontaalselt kinnitatakse (joon. 371, *c*) traktoritele lõikusmasinad, niidumasinad ja lohistid. Sel juhul paikneb masin eespool traktori esitelge.

Sektsiooniliselt kinnitatakse (joon. 371, *d*) keskmise ja suure võimsusega traktoritele laus- ja vahelharimiskultivaatorid, külvimasinad ja teised laiahaardelised masinad. Traktorile kinnitatakse eraldi kolm masinate sektsiooni: kaks sektsiooni traktori külgedele ja üks taha. Külgmised sektsioonid võib kinnitada kas vahetult traktori külge või šarniirselt traktori raamiga ühendatud spetsiaalsele veoseadmele.

Olenevalt rippmasina paigutusest traktoril muutuvad täielikult agregaadi ekspluatatsioonilised omadused. Nii näiteks lüheneb masina kinnitamisel traktori ette agregaadi pöörderaadius, tööorganite liikumisel vähe-



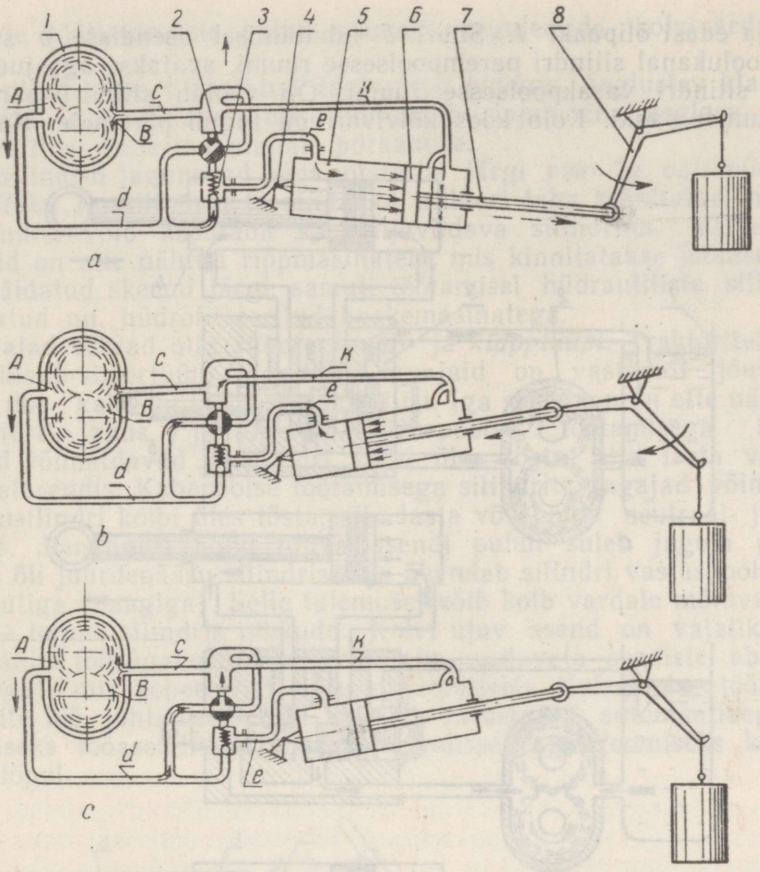
Joon. 371. Põllutööriistade traktorile kinnitusviiside skeemid:
a — tagumine; *b* — eesmine; *c* — frontaalne; *d* — sektsiooniline (ešeloneeritud); *1* — rippmasin; *2* — kultivaatori tagumised kobestuskäpad.

neb kõrvalekaldumine nende geomeetriateljest (külv ja vaheltharitavate kultuuride reavaheline harimine).

Töötamiseks rippmasinatega varustatakse traktorid hüdrauliliste rippsüsteemidega. Agregaadiga tehtud töö kvaliteet (mullaharimise sügavus ja ühtlus, tööorganite süvistamise ja ülestõstmise viis jne.) oleneb rippsüsteemi konstruktsioonist. Rippagregaatide tööle esitatud agrotehnilised nõuded tagatakse rippsüsteemi peamiste parameetrite õige valiku ja reguleerimisega ekspluatatsiooniprotsessis.

§ 2. Hüdraulilise rippsüsteemi töötamise põhimõte

Hüdrauliline rippsüsteem koosneb *hüdraulilisest mehhanismist*, mis täidab tõstuki ülesannet, ja *rippseadisest*, mis ühendab traktorit rippmasinaga. Hüdraulilise mehhanismi töö põhineb pumbaga *1* (joon. 372) silindrisse *5* surutava vedeliku rõhu kasutamisel. Viimase kolvivarras *7*, mis on ühenduses rippseadisega, võib viia raskuse vajalikku asendisse. Õlireservuaariks on silinder *5*. Hüdraulilise mehhanismi tööd juhitakse kraaniga *2*. Asendis *a* lahutab kraan *2* kanalid *d* ja *c*. Parempoolsest silindri *5* ruumist voolab õli pumba ruumi *B* ja surutakse sealt edasi ruumi *A*. Surveruumist *A* voolab õli rõhu all mööda kanalit *d* avaneva surveklapi *3* kaudu silindrisse *5*, kus, paigutades ümber kolvi *6* koos vardaga *7*, tõstab üles raskuse. Niipea kui kolb jõuab asendisse, mis on näidatud punktiiris, ühendatakse vasakpoolne silindri ruum kanalite *k* ja *c* kaudu pumba imiruumiga *B* ja raskuse tõstmine katkeb. Kraani pööramisel asendisse *b* ühendatakse pumba surveruum *A* kanalite *d* ja *c* kaudu pumba imiruumiga *B*. Raskus laskub omakaalu mõjul alla, nihutades kolbi *6* vasakule. Kolvi *6* poolt väljatõrjutud õli voolab kanaleid *e* ja *k* ühendava kraani *2* kaudu silindri vasakpoolsest tööruumist silindri parempoolsesse ruumi. Kui kraan on asendis *c*, siis pumba surveruum *A* on ühendatud kanalite *d* ja *c* kaudu pumba imiruumiga *B*, silindri vasak- ja parempoolne ruum on omavahel eraldatud ja õli väljumine silindri tööruumist on suletud. Pump töötab tühikäigul ning raskus seisab paigal. Sellist kraani asendit nimetatakse neutraalasendiks. Silindrit *5*, milles tekitatakse jõud, nimetatakse *jõusilindriks*. Õli juhtivat kraani nimetatakse hüdraulilises mehhanismis *jagavaks seadiseks* ehk *jagajaks*. Tõstetavat raskust ja jõusilindri kolvivarrast ühendavat hoobade süsteemi *8* nimetatakse *rippseadiseks*.



Joon. 372. Ühepoolselt töötava silindriga hüdraulilise mehhanismi tööskeem:

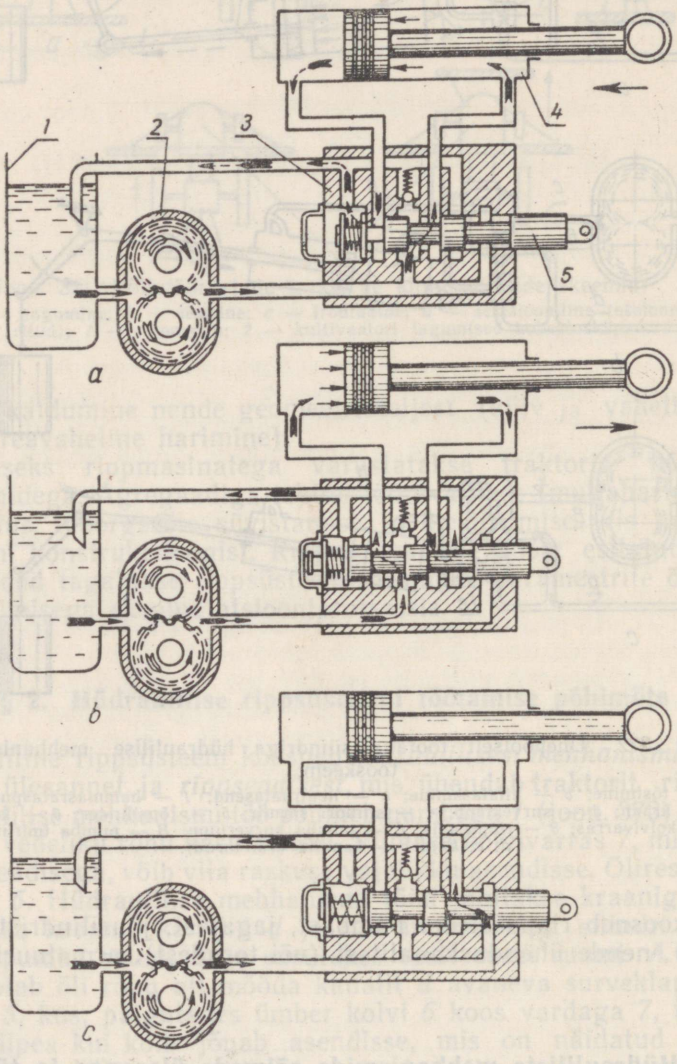
a — tõstmine; *b* — allalaskmine; *c* — neutraalasend; *1* — hammasrataspump; *2* — kraan; *3* — surveklapp; *4* — silindri šarniir; *5* — jõusilinder; *6* — kolb; *7* — kolvivarras; *8* — rippseadis; *A* — pumba surveruum; *B* — pumba imiruum; *d*, *e*, *k* ja *c* — kanalid (või torud).

Järelikult koosneb rippsüsteem pumbast, jagajast, jõusilindrist (või jõusilindritest), nende ühenduskanalitest (või torudest), armatuurist ja rippseadisest.

§ 3. Hüdrauliliste mehhanismide sõlmede ülesanne ja tüübid

Vaadeldud skeemil (joon. 372) liigub jõusilindri kolb vedeliku rõhu mõjul paremale ja tõstab raskust. Raskus laskub alla omakaalu mõjul. Selliste hüdrauliliste mehhanismide jõusilindreid nimetatakse *ühepoolse töötamisega* silindriteks. Jõusilindreid, milledes kolb liigub vedeliku surve mõjul mõlemale poole, nimetatakse *kahepoolse töötamisega* silindriteks. Kahepoolselt töötava silindriga hüdraulilise mehhanismi skeem on toodud joonisel 373. Jagaja *3* on ühendatud pumbaga *2*, õlipaagiga *1* ja jõusilindri *4* ruumidega. Vedeliku suunamist süsteemi kanalite kaudu jõusilindritesse reguleeritakse jagaja siibriga *5*. Kui siiber on asendis *a*, on vedeliku juurdevoolamine silindri vasakpoolsesse ruumi katkestatud, parempoolsesse ruumi aga avatud ning kolb liigub vasakule. Vedelik, mis on silindri *4* vasakpoolses ruumis, juhitakse kanali kaudu jagaja *3*

ruumi ja edasi õlipaaki *1*. Siibri *5* nihutamisel asendisse *b* suletakse juurdevoolukanal silindri parempoolsesse ruumi, avatakse aga juurdevoolukanal silindri vasakpoolsesse ruumi. Õli voolab silindri parempoolsest ruumist paaki. Kolb koos kolvivarrega liigub paremale. Kui siiber



Joon. 373. Kahepoolselt töötava silindriga hüdraulilise mehhanismi tööskeem:

1 — õlipaak; *2* — pump; *3* — jagaja; *4* — jõusilinder; *5* — siiber; *a* — allalaskmine (kolvivarras liigub vasakule); *b* — tõstmine (kolvivarras liigub paremale); *c* — neutraalasend.

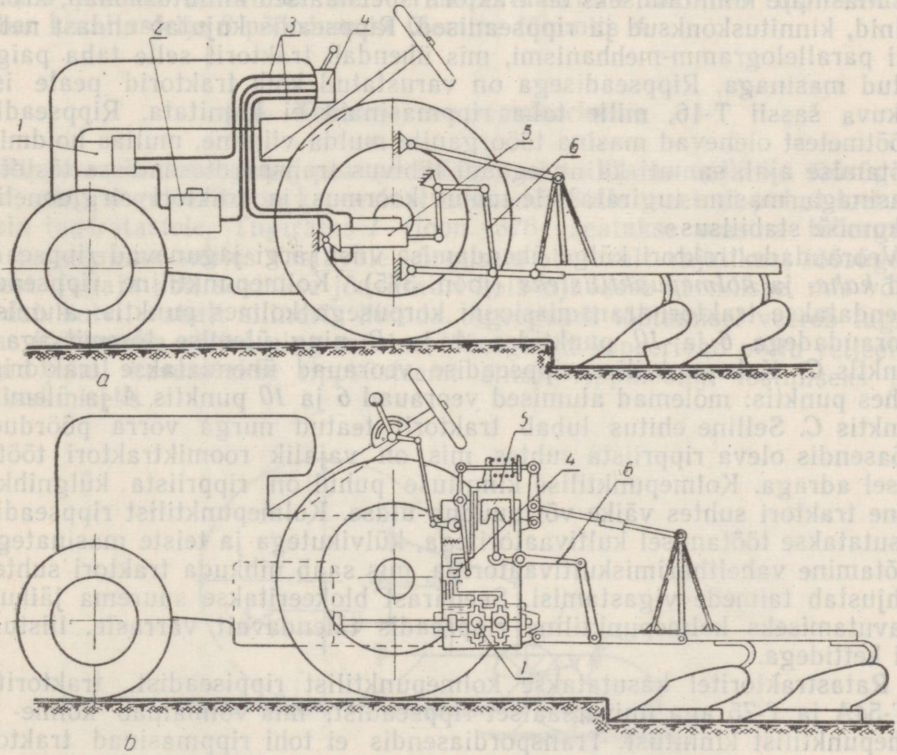
on asendis *c*, siis on vedeliku juurdepääs silindri mõlemasse ruumi suletud ja pump töötab tühikäigul. Kolb seisab antud asendis liikumatult. Kahepoolse töötamisega silindrid on ühepoolsetest silindritest universaalsemad, sest nendega saab sooritada suuremal arvul juhtimisoperatsioone: süvistada mulda masina tööorganeid (augukaevajad, puurid, kraaviadrad jt.), pöörata vahelduvalt paremale ja vasakule tööorganeid (pöördadrad, laadijad) jne. Rippmasina liikumise kinemaatika oleneb selle tõstmisel, allalaskmisel või mulda süvistamisel kolvivarda käigust. Seepärast on

erinevate töötingimuste puhul võimalik reguleerida kolvivarda käigu pikkust.

Jõusilindrid on varustatud *aeglustava klapiga*. Aeglustav klapp kujutab endast drosselklappi, mis kindlustab rippmasina aeglase allalaskmise, vältides selle maapinnale põrkamise.

Jõusilindrid jagunevad oma otstarbe järgi *pea-* ja *väljaviidavateks silindriteks*. Peasilindrid teenindavad traktori taha kinnitatud masinaid. Peasilindrit võib kasutada ka väljaviidava silindrina. Väljaviidavad silindrid on ette nähtud rippmasinatele, mis kinnitatakse joonisel 371, *b*, *c*, *d*, näidatud skeemi järgi, samuti töötamisel hüdrauliliste silindritega varustatud nn. hüdrofitseeritud haakemasinatega.

Jagajad võivad olla *siiber-*, *kraan-* ja *klapptüüpi*. Traktoritel kasutatakse klapp-siibertüüpi jagajaid. Jagajaid on vastavalt jõusilindrite arvule ühe-, kahe- ja kolmesektsioonilisi. Iga sektsioon on ette nähtud ühe jõusilindri lahus juhtimiseks. Ühepoolse töötamisega silindrite jagajad võimaldavad jõusilindri kolbi üles tõsta, alla lasta või hoida neutraalasendis. Kahepoolse töötamisega silindrite jagajad võimaldavad aga jõusilindri kolbi üles tõsta, alla lasta või hoida neutraal- ja ujuvas asendis. Jõusilindri kolvi ujuva asendi puhul suleb jagaja pumbaga antava õli juurdepääsu silindrisse ja ühendab silindri vastaspoolse ruumi õlimahutiga (paagiga). Selle tulemusel võib kolb vardale mõjuvate välisjõudude toimel silindris nihkuda. Kolvi ujuv asend on vajalik masina tööorganite töösügavuse reguleerimiseks vastavate seadiste abil (tugiratastega), mis kopeerivad põllu mikroreljeefi. Kahepoolse töötamisega silindrite töö juhtimiseks on jagajad varustatud automaatidega siibri hoidmiseks tööasendis ja neutraalasendisse tagasitoomiseks kolvi töökäigu lõpul.



Joon. 374. Hüdrauliliste mehhanismide tüübid:
a — lahusagregaatne; *b* — agregaatne; *1* — pump; *2* — õlipaak; *3* — õlitorud; *4* — jagaja; *5* — jõusilinder; *6* — rippseadis.

Õlipump käitatakse traktori mootorilt või transmissioonilt ja on vajalik töörõhu tekitamiseks süsteemis. Pumpade töörõhk on 85—135 kg/cm² piirides. Kasutatakse *hammasratas-*, *plunžer-* ja *labapumpasid.* Rohkem on levinud hammasratas- ja plunžerpumbad. Nende põhiliseks eeliseks on lihtne konstruktsioon, väikesed gabariitmõõtmed ja suur töökindlus.

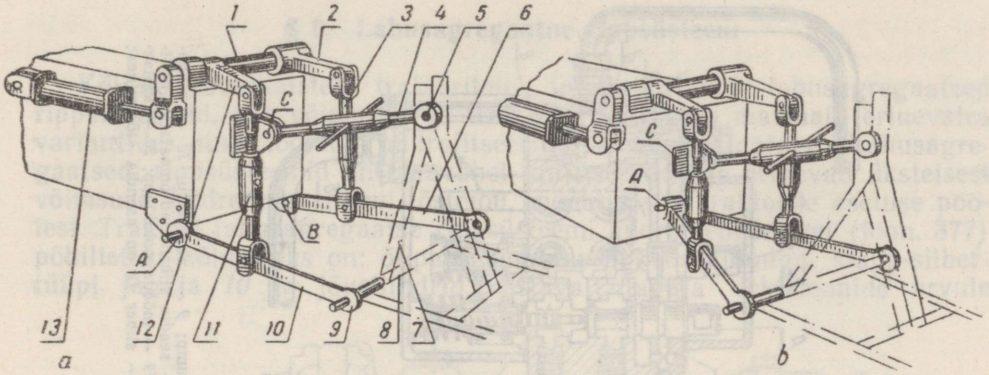
Konstruktiivse skeemi (joon. 374) järgi jaotatakse hüdraulilised mehhanismid *agregaatseteks* (*b*) ja *lahusagregaatseteks* (*a*) rippsüsteemideks. Esimesel neist on hüdraulilise mehhanismi seadised (pump, jagaja, jõusilinder ja õlireservuaar) koondatud ühte plokki. Seejuures käivitatakse pump traktori transmissioonilt. Seda tüüpi hüdraulilisi mehhanisme enam ei toodeta. Lahusagregaatse rippsüsteemi hüdrauliline mehhanism koosneb eraldi asetsevatest seadistest: pumbast *1*, õlipaagist *2*, jagajast *4* ja jõusilindrist *5*. Pump *1* käitatakse vahetult mootorilt. Lahusagregaatse hüdrosüsteemi põhilised osad ühendatakse omavahel metalltorude, kummivoolikute ja armatuuri abil. Õlitorud, mis ühendavad lahusagregaatse hüdraulilise mehhanismi liikumatuid sõlmi, valmistatakse terasest ning on mitmesuguste kinnitusviisidega. Painduvad kõrgrõhuvoolikud, millega ühendatakse jõusilindrid, on valmistatud armeeritud kummist. Õlitorude lahti- ja kokkuühendamisel pori torustikku sattumise ja õli väljavoolamise vältimiseks on voolikute stutserid varustatud klappseadistega, mis automaatselt sulguvad õli väljumisavade lahtiühendamisel. Voolikutel, mis ühendavad jagajat masinatele paigutatud väljaviidavate jõusilindritega, on *lahutusmuhvid.* Muhv väldib vooliku katkemist ja õli väljavoolamist juhul, kui traktorist unustab vooliku silindri küljest lahti ühendamast ning alustab traktoriga liikumist.

§ 4. Rippseadised

Masinate kinnitamiseks on traktoril spetsiaalsed kinnituskohad, kronsteinid, kinnituskonksud ja rippseadised. Rippseadis kujutab endast neliklüli parallelogramm-mehhanismi, mis ühendab traktorit selle taha paigutatud masinaga. Rippseadisega on varustatud kõik traktorid peale iseliikuva šassii T-16, mille taha rippmasinaid ei kinnitata. Rippseadise mõõtmetest olenevad masina tööorganite mulda viimine, mullas hoidmine töötamise ajal, samuti ka agregaadi läbivus transpordiasendisse tõstetud masinaga, masina tugiratastele mõjuv koormus ja traktori sirgjoonelise liikumise stabiilsus.

Veoraudade traktori külge ühendamise viisi järgi jagunevad rippseadised *kahe-* ja *kolmepunktilisteks* (joon. 375). Kolmepunktiline rippseadis ühendatakse traktori transmissiooni korpusega kolmes punktis: alumiste veoraudadega *6* ja *10* punktides *A* ja *B* ning ülemise tõmmitsaga *4* punktis *C*. Kahepunktilise rippseadise veorauad ühendatakse traktoriga kahes punktis: mõlemad alumised veorauad *6* ja *10* punktis *A* ja ülemine punktis *C*. Selline ehitus lubab traktoril teatud nurga võrra pöörduda tööasendis oleva rippriista suhtes, mis on vajalik roomiktraktori töötamisel adraga. Kolmepunktilise kinnituse puhul on rippriista külgnihkumine traktori suhtes väike või puudub üldse. Kolmepunktilist rippseadist kasutatakse töötamisel kultivaatoritega, külvikutega ja teiste masinatega. Töötamine vahelthariniskultivaatoriga, mis saab nihkuda traktori suhtes, põhjustab taimede vigastamisi. Seepärast blokeeritakse suurema jäikuse saavutamiseks kolmepunktiline rippseadis täiendavalt varraste, liistude või kettidega.

Ratastraktoritel kasutatakse kolmepunktilist rippiseadist, traktoritel ДТ-54А ja Т-75 aga universaalset rippseadist, mis võimaldab kolme- ja kahepunktilist kinnitust. Transpordiasendis ei tohi rippmasinad traktori suhtes kõikuda. Selleks varustatakse rippseadis pingutuskettidega. Agregaadi töötamise ajal jäetakse ketid vabaks (kui neid ei kasutata blokeeri-



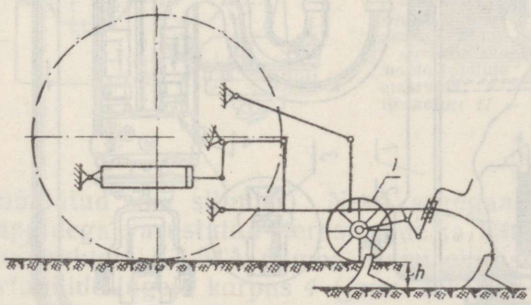
Joon. 375. Rippseadiste tüübid:

a — kolmepunktiline; *b* — kahepunktiline; *1* — tõstehoobade võll; *2* — parempoolne tõstehoob; *3* — parempoolne vertikaaltõmmits; *4* — ülemine tõmmits; *5* — ülemise tõmmitsa ühendusšarniir; *6* — parempoolne alumine veoraud; *7* — rippriista tugilatt; *8* — rippriista kinnitustelg; *9* — vasakpoolse alumise veoraua ühendusšarniir; *10* — vasakpoolne alumine veoraud; *11* — vasakpoolne vertikaaltõmmits; *12* — vasakpoolne tõstehoob; *13* — jõusilinder.

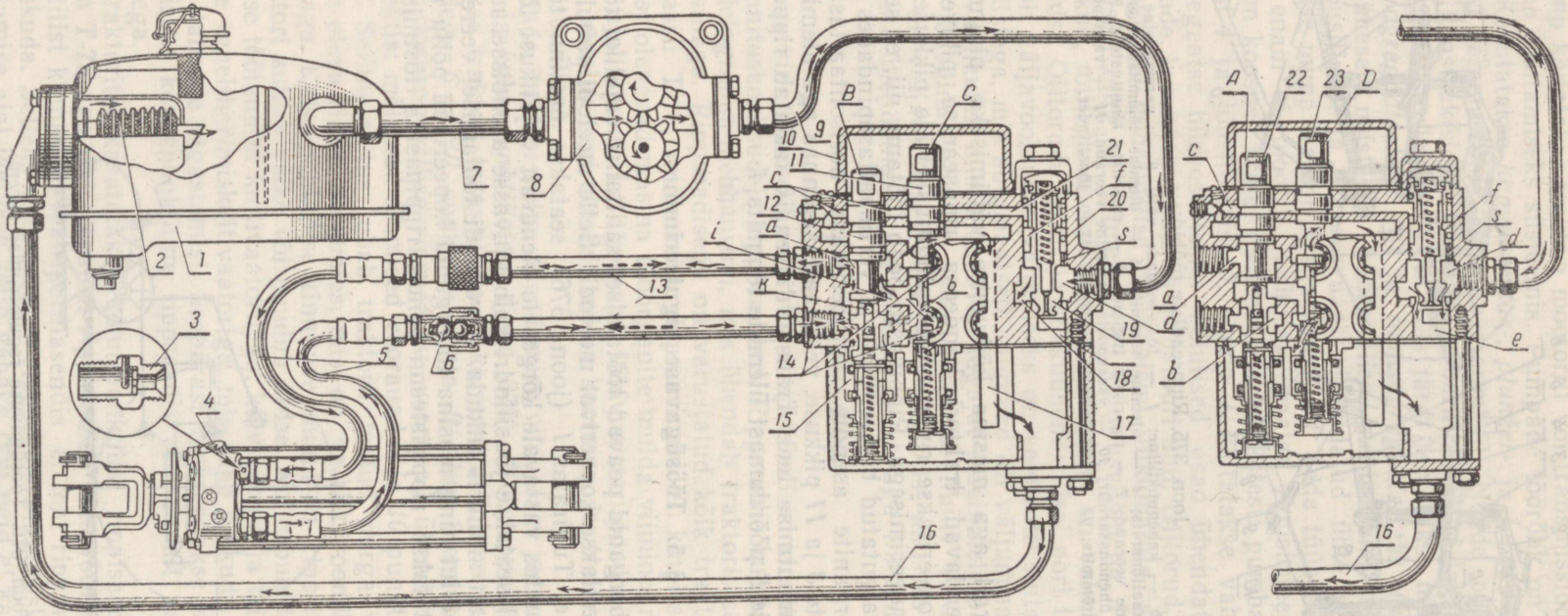
miseks), transpordil aga masina kõikumise vältimiseks pingutatakse. Pingutusketid ühendavad traktori kandeosa rippseadise pikiveoraudadega. Töö ajal blokeeritakse rippmasinat pingutuskettide pikkuse pingutusmuhvidega reguleerimisega. Rippmasin peab töötama nii, et selle tööorganid oleksid paigutatud horisontaal- ja vertikaaltasapindades õigesti. Rippmasina tööorganite asendit reguleeritakse horisontaaltasapinnas vertikaaltõmmitsate *3* ja *11* pikkuse, vertikaaltasapinnas aga ülemise tõmmitsa *4* pikkuse muutmise teel. Transpordiasendis takistab rippmasinat ümber kinnitustelje *8* pöördumast ülemine tõmmits *4*.

§ 5. Töösügavuse reguleerimine

Rippmasina tööorganid peavad töötamisel säilitama vajaliku töösügavuse, mida reguleeritakse kopeerival meetodil. Selle meetodi puhul toetub masin tugiratastele. Tugiratas *1* (joon. 376) seatakse masina tööorganite toetuspinna suhtes vastavale kõrgusele olenevalt vajalikust töösügavusest. Jagaja abil seatakse jõusilindri kolb ujuvasse asendisse, mis võimaldab kolvil vabalt silindris liikuda. Agregaadi töötamisel veereb tugiratas töötlemata põllul ning masina tööorganid kopeerivad põllu reljeefi. Antud juhul kasutatakse rippsüsteemi ainult rippmasina tõstmiseks ja allalaskmiseks.



Joon. 376. Töösügavuse reguleerimise skeem:
h — töösügavus; *1* — tugiratas.

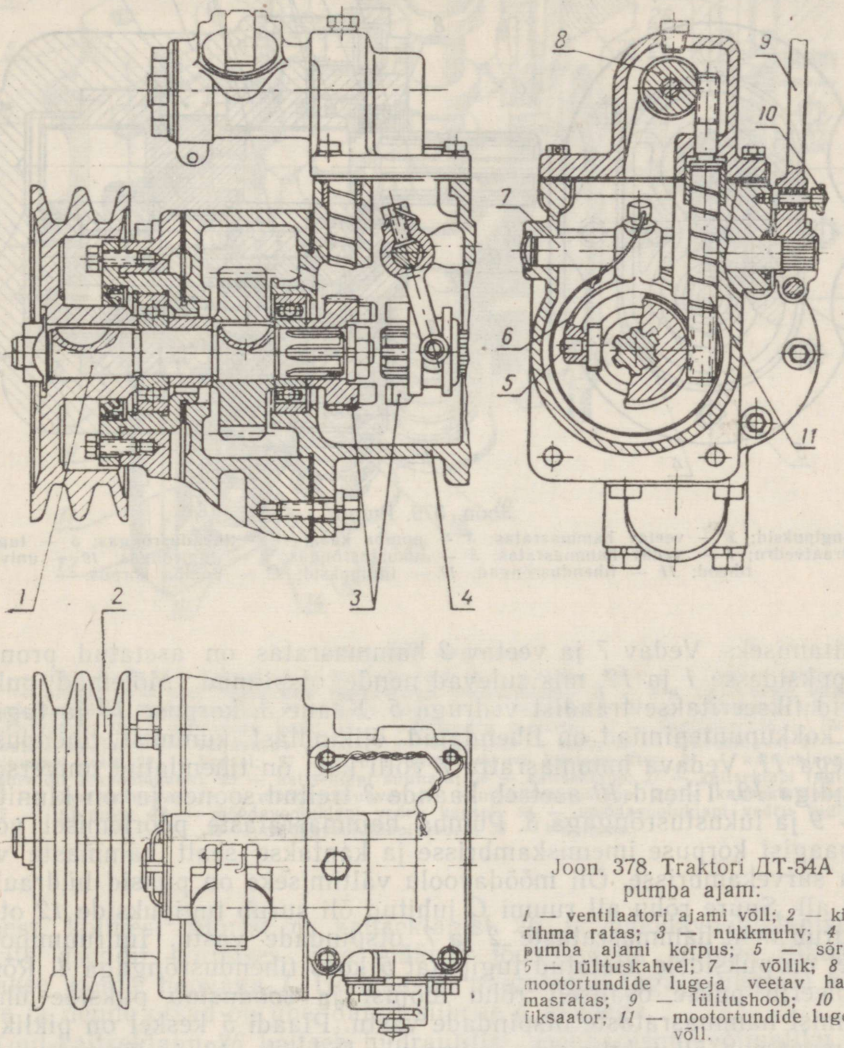


Joon. 377. Lahusagregaatse rippsüsteemi hüdromehhanismi tööskeem:

1 — õlipaak; *2* — filter; *3* — aeglustav klapp; *4* — jõusilinder; *5* — voolikud; *6* — isesulguv klapp; *7* — imitoru; *8* — pump; *9* — survetoru; *10* — klappsiiberjagaja; *11*, *12*, *22* ja *23* — siibrid; *13* — õlitorud; *14* — ühendusavad õli jõusilindritesse juhtivate torude jaoks; *15* — seadis siibrite automaatseks neutraalasendisse toomiseks asendist «tõstmine» või «allalaskmine»; *16* — äravoolutoru; *17* — äravoolukanal; *18* — survekanal; *19* — möödavooluklapp; *20* — kaitseklapi ava; *21* — õli äravoolukanal möödavooluklapi plunžritagusest ruumist; *A* — siiber *22* on asendis «neutraalne»; *B* — siiber *12* on asendis «tõstmine»; *C* — siiber *11* on asendis «allalaskmine»; *D* — siiber *23* on asendis «ujuv».

§ 6. Lahusagregaatne rippsüsteem

Kõigile kodumaistele traktoritele on paigutatud lahusagregaatsed rippsüsteemid, mis võimaldavad traktorile kinnitada masinaid erinevates variantides ning töötada hüdrofitseeritud haakemasinatega. Lahusagregaatsed rippsüsteemid on omavahel unifitseeritud ja erinevad üksteisest võimsuse, hüdromehhanismi tõstejõu, mõõtmete ja traktorile asetuse poolest. Traktori lahusagregaatse rippsüsteemi hüdromehhanismi (joon. 377) põhilisteks sõlmedeks on: õlipaak *1*, pump *8* koos ajamiga, klapp-siibertüüpi jagaja *10* ja jõusilindrid vastavalt jagaja sektsioonide arvule



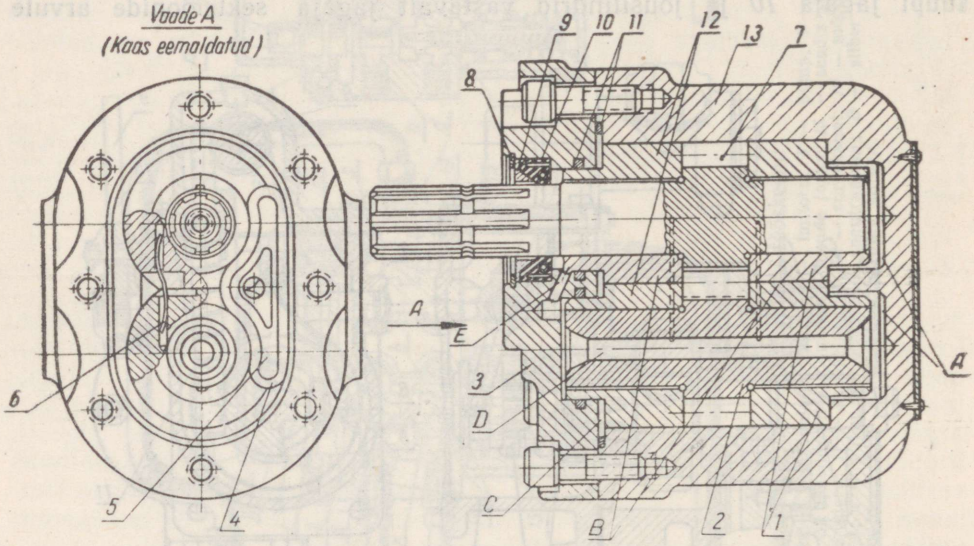
Joon. 378. Traktori ДТ-54A pumba ajam:

1 — ventilaatori ajami võll; *2* — kiilrihma ratas; *3* — nukkmuhv; *4* — pumba ajami korpus; *5* — sõrm; *6* — lülituskahvel; *7* — võllik; *8* — mootortundide lugeja veetav hammasratas; *9* — lülitushoob; *10* — liiksaator; *11* — mootortundide lugeja võll.

(joon. 377 on näidatud üks silinder). Need agregaadid on ühendatud isesulguvate klappidega varustatud terastorude ja kummivoolikute abil. Vaatleme näiteks traktori ДТ-54A pumba ajami ehitust. Traktori pumba ajami ja mootortundide lugeja korpus *4* (joon. 378) on paigutatud mootori vasakule küljele ja on kinnitatud poltidega jaotushammasrataste karteri külge. Pump käitatakse ventilaatori ajami võllilt *1* nukkmuhvi *3* abil. Muhv koosneb kahest poolest — liikuvast ja liikumatust, neist viimane

on mutriga kinnitatud võllile *1*. Liikuvat muhvipoolt saab pumba võlli nihutada. Pump lülitatakse sisse ja välja kahvli *6* (mille sõrmed *5* asetsevad poolmuhvi treitud soones), fiksaatoriga *10* lülitushoova *9* ja võlliku *7* abil. Fiksaator *10* hoiab lülitushoova *9* sisse- või väljalülitatud asendis.

Hammasrataspump koosneb korpusest *13* (joon. 379), kaanest *3*, vedavast *7* ja veetavast *2* hammasrattast, tugipuksidest *1* ja *12*, tihenditest ning kinnitusdetailidest. Korpuse *13* vastaskülgedel on keermetatud avadega varustatud töödeldud pinnad imemis- ja survetorude nurgikute

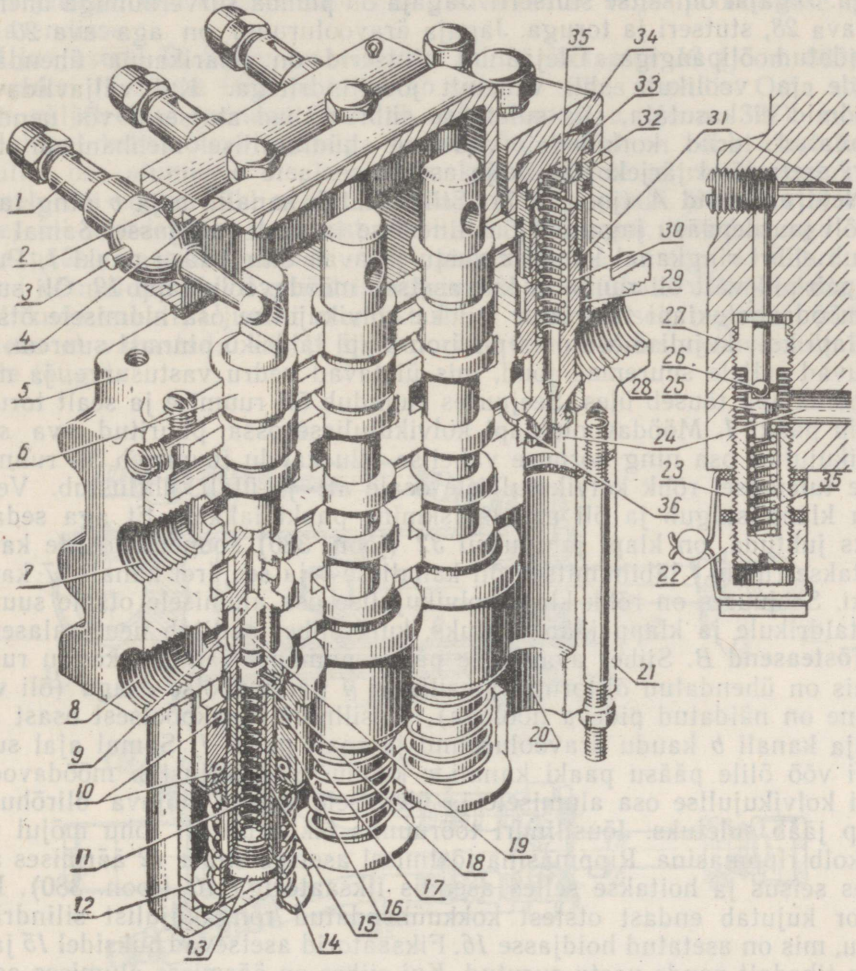


Joon. 379. Pump:

1 — tugipuksid; *2* — veetav hammasratas; *3* — pumba kaas; *4* — tihendusrõngas; *5* — tugiplaat; *6* — traatvedru; *7* — vedav hammasratas; *8* — lukustusrõngas; *9* — tugirõngas; *10* — universaaltihend; *11* — tihendusrõngad; *12* — tugipuksid; *13* — pumba korpus.

kinnitamiseks. Vedav *7* ja veetav *2* hammasratas on asetatud pronksist tugipuksidesse *1* ja *12*, mis sulevad nende otspinnad. Mõlemad pukside paarid fikseeritakse traadist vedruga *6*. Kaane *3*, korpuse *13* ja tugipukside kokkupuutepinnad on tihendatud õlikindlast kummist tihendusrõngastega *11*. Vedava hammasratta *7* võlli kael on tihendatud universaalse tihendiga *10*. Tihend *10* asetseb kaande *3* treitud soones ja on kinnitatud tugi- *9* ja lukustusrõngaga *8*. Pumba hammasrataste pöörlemisel voolab õli paagist korpuse imemiskambrisse ja kantakse sealt hammaste vahedega survekambrisse. Õli möödavoolu vältimiseks on puksid hüdraulilise rõhu all. Suure rõhu all ruumi *C* juhitud õli surub tugipukside *12* otstele ja surub neid hammasrataste *2* ja *7* otspindade vastu. Imiruumipoolsel küljel on puksidele asetatud tugiplaat *5* koos tihendusrõngaga *4*. Rõngas *4* isoleerib pukse osaliselt rõhu mõjust ja soodustab pukside ühtlast surumist hammasrataste otspindade vastu. Plaadi *5* keskel on piklik ava läbiimmitseva õli juhtimiseks imiruumi. Pukside *12* ja hammasrataste *2* ja *7* tappide ning tihendusrõngaste *11* vahelistest piludest läbiimmitsev õli juhitakse kaane *3* kanali *E* ja veetava hammasratta *2* kanali *D* kaudu ruumi *A*, mis on ühendatud imiruumiga. Kõigi traktorite pumbad on konstruktsioonilt ühesugused, erinevad ainult detailide mõõtmete ja tootlikkuse poolest.

Jagaja (joon. 380) on klapp-siibertüüpi, kolmesektsiooniline, automaatselt töötava seadisega, mis viib siibri tagasi neutraalasendisse. Jagaja koosneb õlikanalitega korpusest *5*, ülemisest *4* ja alumisest *21*



Joon. 380. Jagaja:

1 — siibri hoob; *2* — tihend; *3* — hoobade telg; *4* — ülemine kaas; *5* — jagaja korpus; *6* — siiber; *7* — ava rippmasina tõstevooliku ühendamiseks; *8* — ava rippmasina allalaskmisvooliku ühendamiseks; *9* — kolvi kuul; *10* — fiksaatorid; *11* — kolvivedru; *12* — siibrivedru; *13* — kolvivedru kork; *14* — siibrivedru tugiseib; *15* — tugipuks; *16* — fiksaatori hoidja; *17* — väljasuruv puks; *18* — tõukur; *19* — kolb; *20* — äravooluava; *21* — alumine kaas; *22* — kapsel; *23* — vedru pingutuskruvi kontramutter; *24* — kaitseklappi läbiv õli äravoolukanal; *25* — kaitseklapi suunaja; *26* — kaitseklapp; *27* — kaitseklapi tugi; *28* — sissevooluava; *29* — möödavooluava; *30* — möödavooluklapp; *31* — kaitseklapiava; *32* — juhtpuks; *33* — möödavooluklapi vedru kapsel; *34* — möödavooluklapi vedru tugi; *35* — möödavooluklapi vedru; *36* — klapipesa.

kaanest, kolmest siibrist *6*, kaitseklapist *26* ja möödavooluklapist *30*. Siibrite asendit korpuses, mis määrab jõusilindrite kolbide liikumise, seatakse kolme hoovaga *1*. Hoovad on paigutatud jagaja ülemise kaane külge ja nende otsad on ühendatud siibrite *6* avadega.

Kuul-kaitseklapp *26* kaitseb hüdraulilist mehhanismi võimaliku ülerõhu eest. Rõhu tõusmisel üle 125—130 kg/cm² klapp avaneb ja rõhk süsteemis ühtlustub. Möödavooluklapp *30* laseb siibrite neutraalasendi puhul pumbatava vedeliku jagajast paaki. Möödavooluklapp vähendab jagajas siibrite automaatsel neutraalasendisse viimisel hüdraulilisi kadusid. Möödavooluklapp koosneb juhtpuksist *32*, kapslist *33*, vedruga *35* klapist *30* ja klapipesast *36*. Klapil on kolvikujuline osa, mille alumise otsa pind on klapitaldriku pinnast suurem. Õli, voolates rõhu all klapitaldriku ja kolvikujulise osa vahelisse ruumi, avab klapi võrdlemisi väikese

jõuga. Jagajal on seitse stutserit. Jagaja on pumba surveruumiga ühendatud ava *28*, stutseri ja toruga. Jagaja äravooluruum on aga ava *20* abil ühendatud õlipaagiga. Ülejäänud stutserid on paarikaupa ühendatud torude ja voolikute abil vahetult jõusilindritega. Kui väljaviidavaid silindreid ei kasutata, siis suletakse siibri vabad stutserid või nendega ühendatud torud korkidega. Vaatleme hüdraulilise mehhanismi tööd siibri asetamisel järjekorras nelja asendisse.

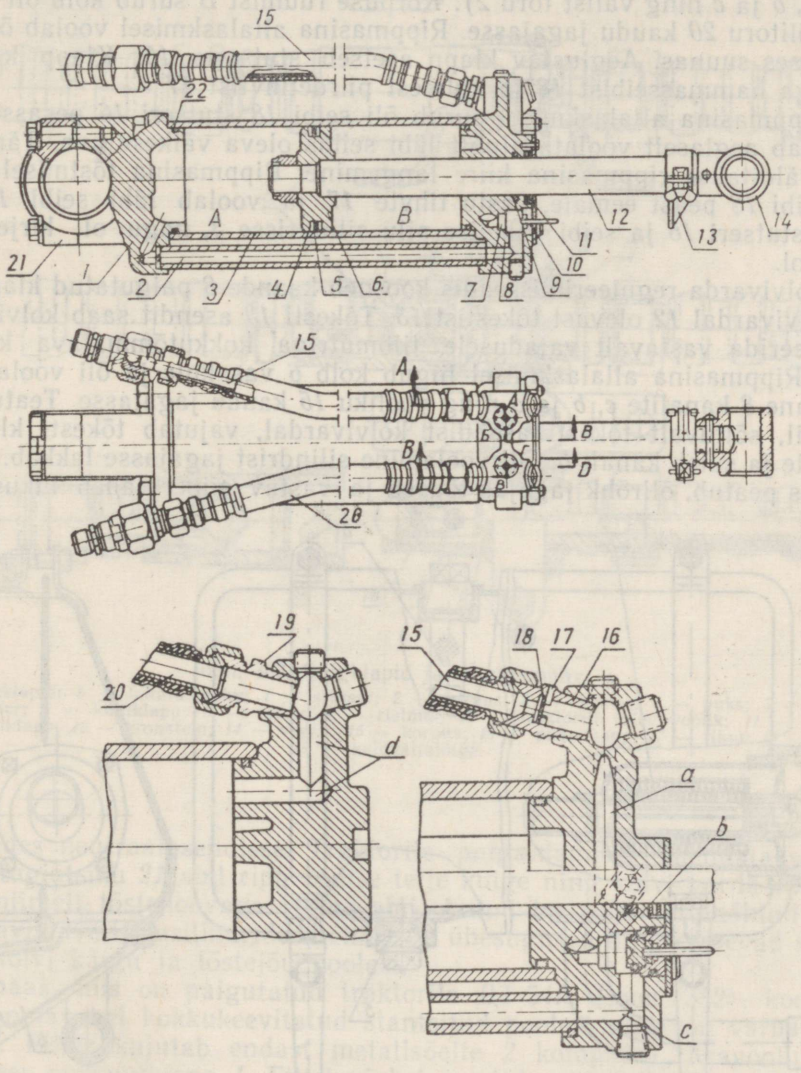
Neutraalasend *A* (joon. 377). Siiber katab kanalid *a* ja *b* ning takistab õli juurdepääsu jagajast jõusilindrisse ja sealt jagajasse. Samal ajal asetub siibri ringkanal kanali *c* vastu ja avab õlile pääsu paaki *1*. Pump pumpab pidevalt õli ruumi *d*, kus asetseb möödavooluklapp *19*. Õli surub nii möödavooluklapi taldrikule kui ka kolvikujulise osa alumisele otsale. Et klapi kolvikujulise osa otsa pind on klapi taldriku pinnast suurem, siis mõjuvad sellele suuremad jõud, mis ületavad vedru vastusurve, ja möödavooluklapp tõuseb üles. Seejuures suundub õli ruumi *e* ja sealt toru *16* kaudu paaki *1*. Möödavooluklapi kolvikujulisse ossa puuritud ava *s* ja kolvikujulise osa ning korpuse vahelise pilu kaudu immitseb õli ruumi *f*, mille tulemusel rõhk kolvikujulisele osale alt ja ülalt ühtlustub. Vedru tõttu klapp sulgub ja õli möödalaskmine paaki lakkab. Et aga seda ei saaks juhtuda, on klapi juhtpuksil *32* (joon. 380) sooned. Soonte kaudu juhitakse ruumi *f* läbiimmitsev õli kanalisse *c* ja seejärel kanali *17* kaudu paaki. Seejuures on rõhk klapi kolvikujulise osa alumisele otsale suurem kui taldrikule ja klapp jääb avatuks, kuni siiber säilitab neutraalasendi.

Tõsteasend *B*. Siiber avab õlile pääsu pumbast kanali *i* kaudu ruumi *a*, mis on ühendatud õlitoruga jõusilindri *4* parempoolse osaga (õli voolamine on näidatud pideva noolega), jõusilindri vasakpoolsest osast aga jagaja kanali *b* kaudu äravooluruumi ja sealt paaki *1*. Samal ajal suleb siibri vöö õlile pääsu paaki kanali *c* kaudu. See ühtlustab möödavooluklapi kolvikujulise osa alumisele ja ülemisele otsale mõjuva õlirõhu ja klapp jääb suletuks. Jõusilindri tööruumis tekitatud õli rõhu mõjul tõstab kolb rippmasina. Rippmasina tõstmisel asetseb siiber *12* äärmises alumises seisus ja hoitakse selles asendis fiksaatoriga *10* (joon. 380). Fiksaator kujutab endast otstest kokkuühendatud rõngakujulist silindrilist vedru, mis on asetatud hoidjasse *16*. Fiksaatorid asetsevad puksidel *15* ja *17* ja on tihedalt nende vastu surutud. Kui siiber on äärmises alumises asendis, jääb fiksaatori *10* vastu soon, mille moodustavad siibrile pandud puksid *15* ja *17* oma otstega; fiksaatori vedru läheb soonde ja lukustab siibri seatud asendis. Niipea kui tõstmine on lõppenud (kolb jõuab jõusilindri kaaneni) ja kolvi liikumine lõpeb, õli rõhk jagajas tõuseb. Ruumist *i* (joon. 377) läbi ava *k* siibri sisemusse tungiv õli lükkab kolvi kuuli *9* (joon. 380) eemale, surub kolvile *19* ja tõukuri *18* ning tihvti abil lükkab väljasuruva puksi *17* vastu tugipuksi *15* otsa; fiksaator *10* tõugatakse ringsoonest välja ja vedru *12* surub siibri automaatselt tagasi neutraalasendisse (*A*). Seejuures avab siiber pumbast voolavale õlile pääsu paaki ja rõhk muutub jagajas normaalseks (100 kg/cm²). Siibrit neutraalasendisse viiva automaatseadise töö alustamise momendiks rõhk jagajas tõuseb kuni 110—125 kg/cm².

Allalaskeasend *C*. Siiber katab kanali *c* (joon. 377) ning avab õlile pääsu ruumist *i* ruumi *b* ja ruumist *a* kanalisse *17*. Kui kanal *c* on suletud, siis rõhk möödavooluklapi kolvikujulise osa otstele ühtlustub, klapp sulgub ning õli möödalaskmine pumbast paaki lakkab. Pärast möödavooluklapi sulgumist voolab õli rõhu all ruumi *b* ja edasi voolikutpidi silindri vasakpoolsesse ossa. Toimub rippmasina sunnitud allalaskmine (näidatud punktiirnoolega). Rippmasina allalaskmise ajal hoitakse siiber äärmises ülemises asendis fiksaatoriga *10* (joon. 380). Kolviga jõusilindrist väljasurutud õli voolab vooliku kaudu õlitoru ruumi *a* (joon. 377) ja sealt paaki. Kolvi liikumise lakkamisel tõuseb õlirõhk ruu-

mis *i* järsult, mis kutsub esile siibri automaatse tagasipöördumise neutraalasendisse.

Ujuv asend *D*. Siiber on asetatud nii, et fiksaator *10* (joon. 380) läheb puksi *15* astme taha ja lukustab siibri *6* selles asendis. Oma silindrilise väljatreitud soonega ühendab siiber kanali *c* (joon. 377) möödavooluklapi kohal oleva ruumiga *f*. Selle tulemusel on rõhk klapi kolvikujulise osa alumisele otsale suurem kui ülemisele ja möödavooluklapp avaneb. Õli voolab läbi avatud möödavooluklapi paaki. Samal ajal suleb siiber õli juurdepääsu pumbast jõusilindri tööruumi, avades aga õlile vaba pääsu vasakust silindri osast paremasse ja vastupidi. Siibri ujuv asend võimaldab kolvil silindris kolvivardale mõjuvate välisjõudude mõjul liikuda vabalt. Ujuvast asendist siiber automaatselt tagasi ei pöördu. Selleks et vabastada siibrit fiksaatorist, tuleb lülitushoob järsult ülespoole tõugata.



Joon. 381. Jõusilinder:

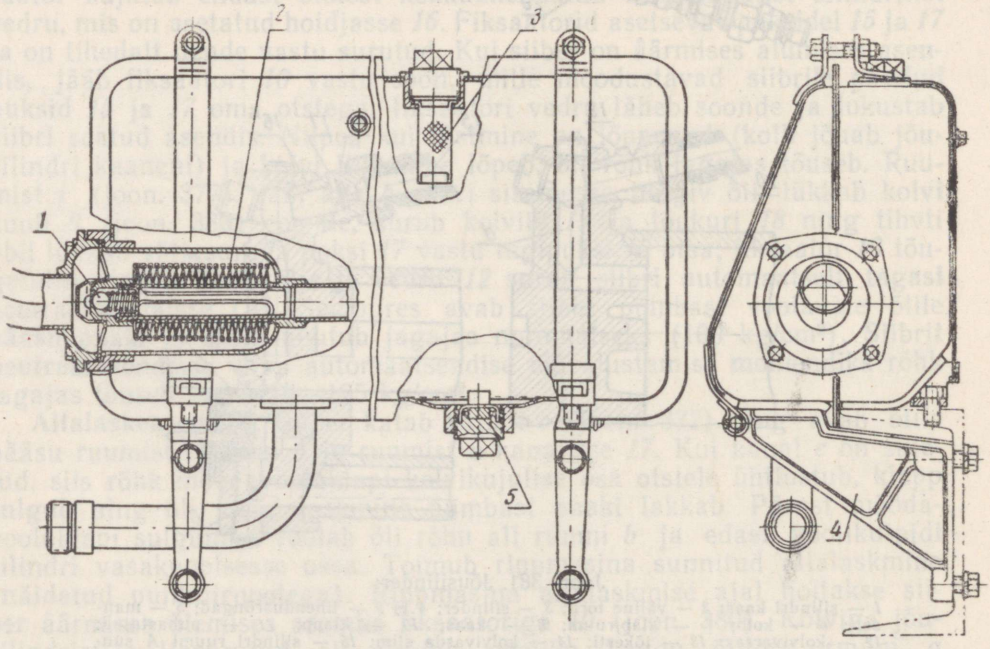
1 — silindri kaas; *2* — väline toru; *3* — silinder; *4* ja *9* — tihendusrõngad; *5* — mansett; *6* — kolb; *7* — klapiruum; *8* — kaas; *10* — klapp; *11* — puhastajad; *12* — kolvivarras; *13* — tõkesti; *14* — kolvivarda silm; *15* — silindri ruumi *A* suubuv voolik; *16* ja *19* — stutserid; *17* — tihvt; *18* — aeglustava klapi seib; *20* — voolik silindri ruumi *B*; *21* — tugiotsik; *22* — kummirõngas; *a*, *b*, *c*, *d* — kanalid.

Jõusilinder. Jõusilinder (joon. 381) koosneb silindrist *3*, kolvist *6* koos kolvivardaga *12*, kaantest *1* ja *8*, välistorust *2*, aeglustavast klapist *18*, kolvi käigu reguleerimise seadisest, tihenditest ja kinnitusdetailidest. Silinder *3* kujutab endast toru, mis suletakse kaantega *1* ja *8*, mis kinnitatakse poltidega. Silindri ja kaante ühenduskohad tihendatakse kummist tihendusrõngastega *22*. Silindris *3* paikneb kolb *6* koos sellele kinnitatud kolvivardaga *12*. Kolvi soones asetseb kummist tihendusrõngas *4* nahast mansettidega *5*. Kaane *8* ja kolvivarda *12* vahel on kummist tihendusrõngas *9*. Kolvivarda välimisele otsale on keeratud vardasilm *14* ja kinnitatud tõkesti *13*. Kaanes *8* asetseb klapp *10* kolvivarda käigu reguleerimiseks, puhastajad *11* kolvivarda puhastamiseks tolmust ja porist ning stutserid *16* ja *19*. Viimaste külge kinnitatakse mutrite abil voolikud *15* ja *20*.

Rippriista tõstmisel voolab õli rõhu all silindri ruumi *A* (mööda kanaleid *a*, *b* ja *c* ning välist toru *2*). Korpuse ruumist *B* surub kolb õli kanali *d* ja õlitoru *20* kaudu jagajasse. Rippmasina allalaskmisel voolab õli vastupidises suunas. Aeglustav klapp asetseb stutseris *16*. Klapp koosneb auguga hammasseibist *18* ja kolmest piirdetihvtist *17*.

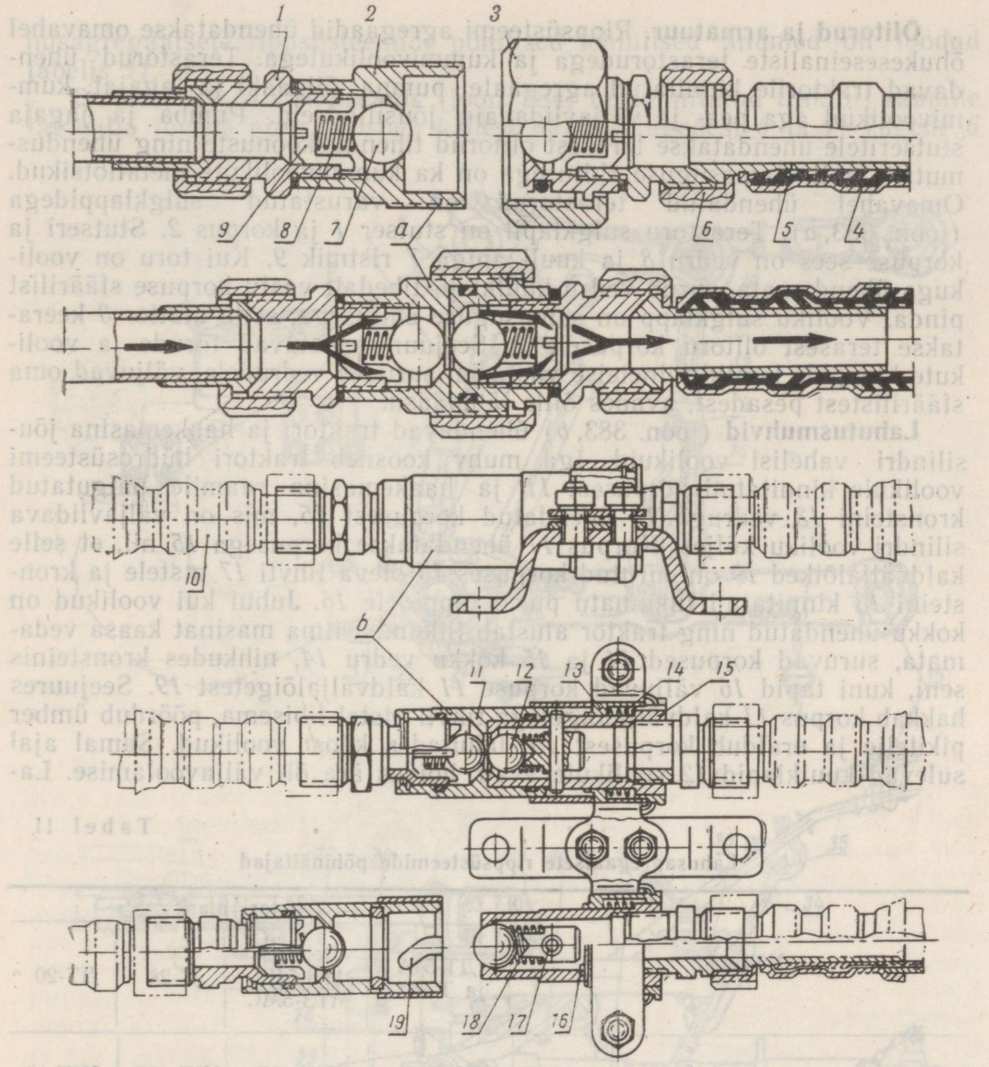
Rippmasina allalaskmisel surub õli seibi *18* stutseri *16* pesasse ning õli saab aeglaselt voolata ainult läbi seibis oleva väikese ava. Tänu sellele välditakse rippmasina kiire langemine. Rippmasina tõstmisel surub õli seibi *18* peast eemale, vastu tihvte *17* ja voolab läbi seibi *18* ava ning stutseri *16* ja seibi vahelise pilu silindrisse *3*, nagu oli kirjeldatud eespool.

Kolvivarda reguleerimisseadis koosneb kaande *8* paigutatud klapist *10* ja kolvivardal *12* olevast tõkestist *13*. Tõkesti *13* asendit saab kolvivardal reguleerida vastavalt vajadusele tiibmutriga kokkutõmmatava klambri abil. Rippmasina allalaskmisel liigub kolb *6* vasakule ja õli voolab toru *2*, kaane *8* kanalite *c*, *b* ja *a* ning vooliku *15* kaudu jagajasse Teatud momendil, sõltuvalt tõkesti asendist kolvivardal, vajutab tõkesti klapi *10* säärele ja suleb kanali *b*. Õli voolamine silindrist jagajasse lakkab. Kolvivarras peatub, õlirõhk jagajas tõuseb ja vastav siiber läheb lukustusest



Joon. 382. Õlipaak.

1 — kuulklapp; *2* — filtreeriv metallsõel; *3* — täiteava sõel; *4* — kronstein; *5* — väljalaskeava kork.



Joon. 383. Sulgklapid ja lahutusmuhv:

a — sulgklapid; *b* — lahutusmuhv; *1* — stutser; *2* — korpus; *3* — mutter; *4* — puks; *5* — nippel; *6* — mutter; *7* — kuulklapp; *8* — vedru; *9* — ristmik; *10* — traktorilt tulev voolik; *11* — korpus; *12* — kuulklapp; *13* — kronstein; *14* — vedru; *15* — korpus; *16* — puksi tapp; *17* — tihvt; *18* — vedru; *19* — kaldväljalõige.

vabanedes neutraalasendisse. Traktorile paigaldamisel ühendatakse silinder tugiotsiku *21* abil rippseadise telje külge ning kolvi varda *12* silm *14* šarniirselt tõstehoovaga sõrme abil. Antud traktorile ettenähtud pea- ja väljaviidavad jõusilindrid on ehituselt ühesugused ning erinevad mõõtmete, kolvi käigu ja tõstejõu poolest.

Õlipaak, mis on paigutatud traktorile ДТ-54А (joon. 382), koosneb kahest omavahel kokkukeevitatud stantsitud poolest ning on varustatud filtriga. Filter kujutab endast metallsõelte *2* komplekti. Äravoolutorus filtri sees on kuulklapp *1*. Filtri võrkelementide ummistuse korral klapp avaneb (rõhu tõustes kuni 3,0—3,5 kg/cm²) ja laseb õli ilma puhastamata paaki. Paagi täiteavas on filtreeriv sõel *3*. Täiteava suletakse korgiga, milles on ava paagi ühendamiseks atmosfääriga. Paagi väljalaskeava suletakse magnetkorgiga *5*.

Õlitorud ja armatuur. Rippsüsteemi agregaadid ühendatakse omavahel õhukeseseinaliste terastorudega ja kummivoolikutega. Terastorud ühendavad traktorile kinnitatud agregaate: pumpa, õlipaaki ja jagajat, kummivoolikud aga pea- ja väljaviidavaid jõusilindreid. Pumba ja jagaja stutseritele ühendatakse terasest õlitorud tihenduskoonuste ning ühendusmutrite abil. Samasuguse ehitusega on ka kummivoolikute metallotsikud. Omavahel ühendatud terastorud on varustatud sulgklappidega (joon. 383, *a*). Terastoru sulgklapil on stutser *1* ja korpus *2*. Stutseri ja korpuse sees on vedru *8* ja kuulklapiga *7* ristmik *9*. Kui toru on voolikuga ühendamata, surub vedru kuulklapi tihedalt vastu korpuse sfäärilist pinda. Vooliku sulgklapp on samasuguse ehitusega, selle mutter *3* keeratakse terasest õlitoru korpusele *2*. Seejuures toetuvad torude ja voolikute klappide kuulid teineteise vastu ja, surudes vedrudele, väljuvad oma sfäärilistest pesadest, avades õlile läbipääsu.

Lahutusmuhvid (joon. 383, *b*) ühendavad traktori ja haakemasina jõusilindri vahelisi voolikuid. Iga muhv koosneb traktori hüdrosüsteemi voolikule kinnitatud korpusest *11* ja haakemasina raamile paigutatud kronsteini *13* vedruga *14* ühendatud korpusest *15*, mis on väljaviidava silindri vooliku küljes. Korpus *11* ühendatakse korpusega *15* nii, et selle kaldväljalõiked *19* on surutud korpuses *15* oleva tihvti *17* otstele ja kronsteini *13* kinnitatud liikumatu puksi tappidele *16*. Juhul kui voolikud on kokku ühendatud ning traktor alustab liikumist ilma masinat kaasa vedamata, suruvad korpused *11* ja *15* kokku vedru *14*, nihkudes kronsteinis seni, kuni tapid *16* väljuvad korpuse *11* kaldväljalõigetest *19*. Seejuures hakkab korpus *11* kaldväljalõigetega tihvti otstel libisema, pöördub ümber pikitelje ja eraldub korpusest *15*, lahutades koost voolikud. Samal ajal sulevad kuulklapid *12* voolikute avad, hoides ära õli väljavoolamise. La-

Tabel 11

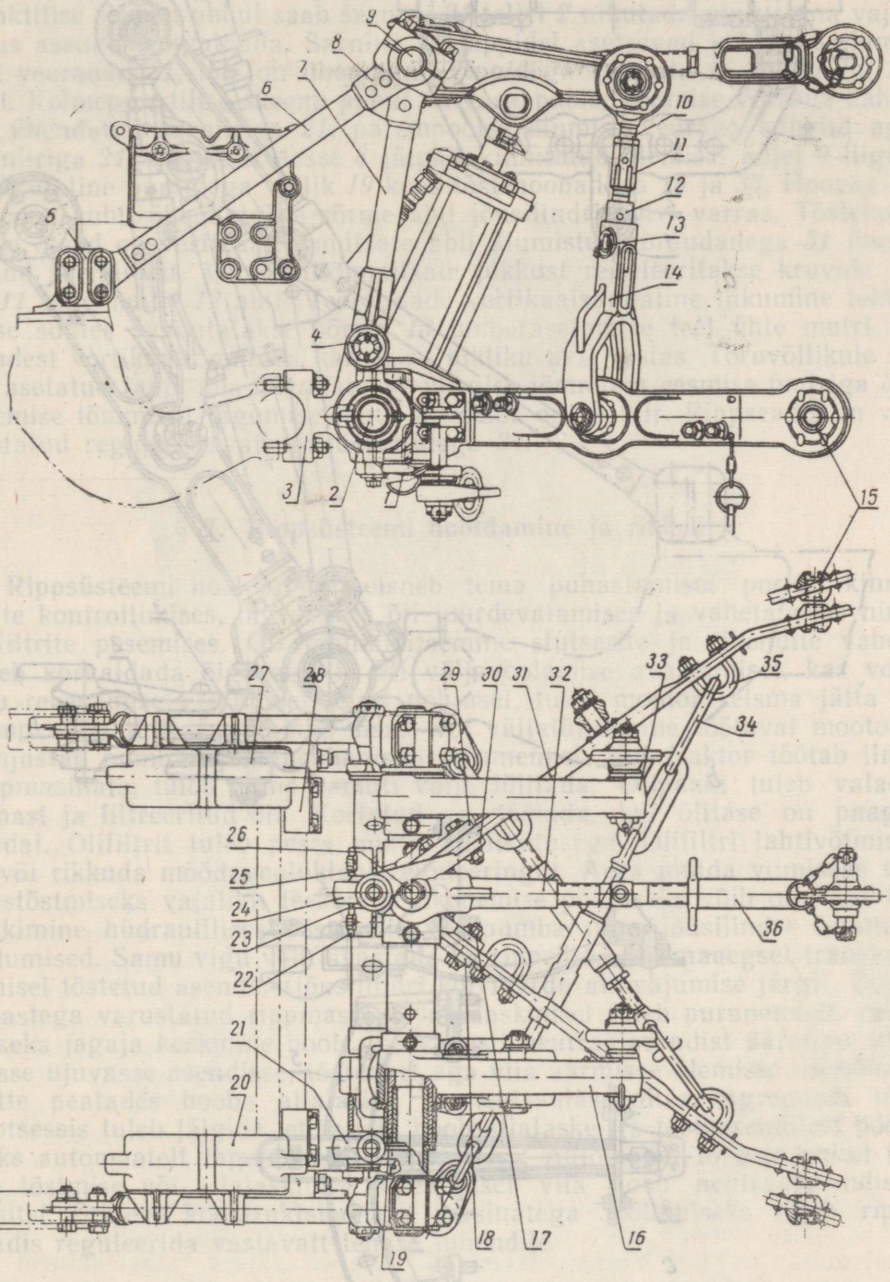
Lahusagregaatsete rippsüsteemide põhinäitajad

Näitajad	Traktori mark			
	ДТ-54А ja Т-75*	«Belaruss» МТЗ-5Л/С МТЗ-5М/С	Т-28	ДТ-20
Pumba mark	НШ-60В	НШ-40В	НШ-40В	НШ-16
Pumba võlli nominaalne pöörete arv minutis	1300 ja 1500	1500	1400	1600
Pumba tootlikkus (l/min)	60 ja 70	45	40	16
Jagaja mark	Р-40/75	—	Р-40/75	Р-16А
Siibrite arv	3	3	3	2
Kaitseklapi avanemise rõhk (kg/cm²)	130+5	130+5	130+5	100
Peasilindrite arv	1	1	1	1
Väljaviidavate silindrite arv	3	3	3	1—2
Jõusilindrite läbimõõt (mm):				
peasilindril	110	100	90	75
väljaviidavatel silindritel	75	75	55	—
Jõusilindri kolvi käik (mm):				
peasilindril	kuni 250	200	200	110
väljaviidavatel silindritel	kuni 200	200	200	—
Jõu suurus jõusilindri kolvivardale (kg):				
peasilindril	9000	7850	6000	—
väljaviidavatel silindritel	4000	4350	2000	—
Süsteemi maht (l)	26,8 ja 36,2	18	12	9

* Teised arvud on antud traktori Т-75 kohta.

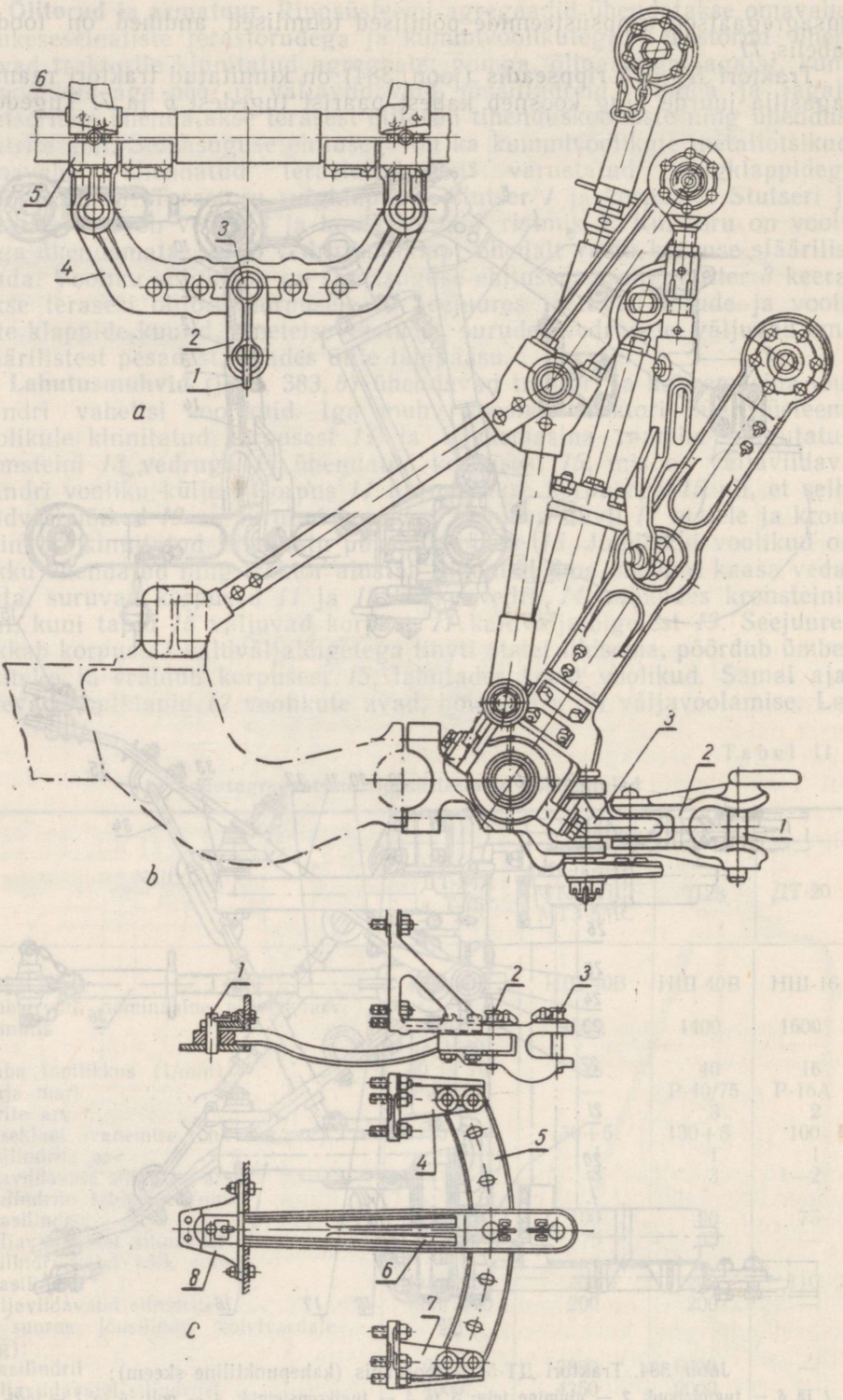
husagregaatsete rippsüsteemide põhilised tehnilised andmed on toodud tabelis *11*.

Traktori ДТ-54А **rippseadis** (joon. 384) on kinnitatud traktori raamile tagasilla juurde ning koosneb kahest paarist tugedest *6* ja *7*. Tugede *6*



Joon. 384. Traktori ДТ-54А rippseadis (kahepunktiline skeem):

1 ja *8* — tugiotsikud; *2* — alumine telg; *3* ja *5* — tugikronsteinid; *4* — polt; *6* ja *7* — tugivardad; *9* — ülemine telg; *10* ja *11* — kruvid; *12* — mutter; *13* — sõrm; *14* — vertikaaltõmmitsa kahvel; *15* — alumise veoraua tagumine šarniir; *16* — tõstehoob; *17* ja *30* — alumiste veoraudade ülemised kahvlid; *18* ja *29* — alumiste veoraudade ülemised kahvlid; *19* — toruvõllik; *20* ja *27* — kütusepaagi kronsteinid; *21* ja *24* — šarniirid; *22* — seademuhv; *23* — šarniiri kuul; *25* — polt; *26* — sõrm; *28* — tugikronstein; *31* — alumine veoraud; *32* — ülemise tõmmitsa eesmine mutter; *33* — tõstehoob; *34* — kett; *35* — klamber; *36* — ülemise tõmmitsa tagumine mutter.



Joon. 385. Traktorite haakeseadised:

a — traktori ДТ-54 haakeseadis: *1* — haakepolt; *2* — haakeraud; *3* — sõrm; *4* — veoraud; *5* — tugikronstein; *6* — tagatelje kronstein; *b* — traktori ДТ-54А haakeseadis: *1* — haakepolt; *2* — haakeraud; *3* — veoraud; *c* — traktori С-100 haakeseadis: *1* — sõrm; *2* ja *3* — haakepoldid; *4* ja *7* — kronsteinid; *5* — juhtraud; *6* — haakeraud; *8* — haakeraua kronstein.

alumised otsad on kinnitatud kronsteinidele *5*, mis on keevitatud raami pikitalade külge. Toed *7* on aga poltidega *4* kinnitatud tugikronsteinidele *3*. Tugede *6* ja *7* ülemised otsad on aga kinnitatud tugiotsikutesse *8*. Kronsteinide *3* külge on kinnitatud ka alumine telg *2*, millel asetsevad tappidega šarniirid *21* ja *24* ning jõusilindri alumise kaane tugiotsik. Kahepunktilise skeemi puhul saab šarniiri *24* teljel *2* nihutada ning sinna vajalikus asendis paigaldada. Šarniiri *24* tappidel asetsevad kiikuvalt alumised veorauad *31*, mis on ühendatud tappidega kahvlite *17*, *30* ja *18*, *29* abil. Kolmepunktilise skeemi puhul on vasakpoolse alumise veoraua kahvlid ühendatud šarniiriga *21*, parempoolse alumise veoraua kahvlid aga šarniiriga *24*. Tugiotsikutesse *8* jäigalt kinnitatud ülemisel teljel *9* liigub torukujuline nuutidega võllik *19* koos tõstehoobadega *16* ja *33*. Hoovas *16* on ava, kuhu ühendatakse sõrme abil jõusilindri kolvi varras, Tõstehoobade otsad on vertikaaltõmmitsate abil alumiste veoraudadega *31* ühendatud šarniirselt. Vertikaaltõmmitsate pikkust reguleeritakse kruvide *10* ja *11* ning mutri *12* abil. Veoraudade vertikaalsuunaline liikumine teineteise suhtes saavutatakse sõrme *13* ümberasetamise teel ühte mutri *12* avadest vertikaaltõmmitsa kahvli *14* pikliku ava vastas. Toruvõllikule *19* on asetatud tapp, mis ühendatakse ülemise tõmmitsa eesmise mutriga *32*. Ülemise tõmmitsa tagumise mutri *36* otsas on šarniir. Rippseadis on varustatud reguleeritavate piirdekettidega *34*.

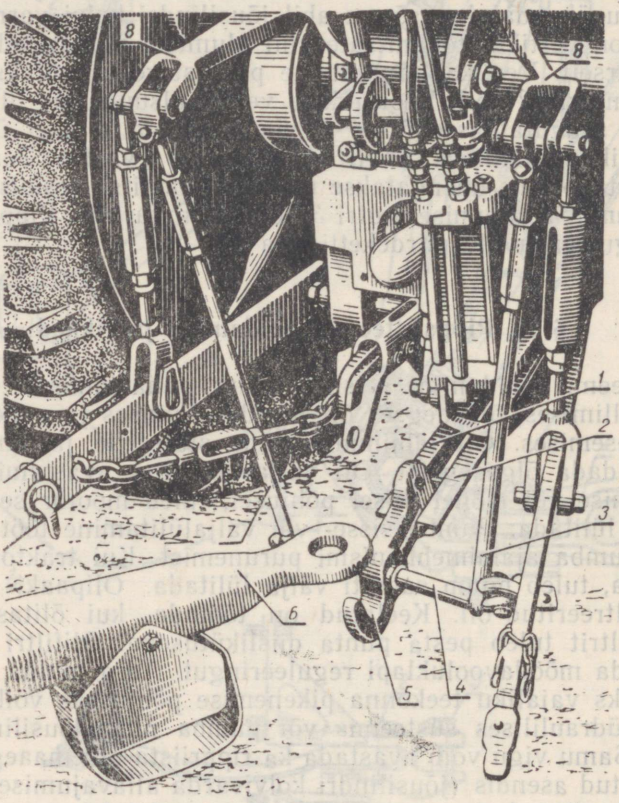
§ 7. Rippsüsteemi hooldamine ja rikked

Rippsüsteemi hooldamine seisneb tema puhastamises porist, kinnituste kontrollimises, õigeaegses õli juurdevalamises ja vahetamises ning õlifiltrite pesemises. Õli läbiimmitsemine stutserite ja tihendite vahelt tuleb kõrvaldada õigeaegselt. Õli väljavoolamise avastamisel, kas vooliku rebenemise või mõnel teisel põhjusel, tuleb mootor seisma jätta ja pump välja lülitada. Pumba sisse- või väljalülitamine töötaval mootoril põhjustab pumba ajamimehhanismi purunemist. Kui traktor töötab ilma rippmasinata, tuleb pump samuti välja lülitada. Õlipaaki tuleb valada puhast ja filtreeritud õli. Keelatud on töötada, kui õlitase on paagis madal. Õlifiltrit tuleb pesta puhta diislikütusega. Õlifiltri lahtivõtmisel ei või rikkuda möödavooluklapi reguleeringut. Adra mulda viimiseks või ülestõstmiseks vajaliku teekonna pikenemise põhjuseks võib olla kas õli lekkimine hüdraulilises süsteemis või pumba ning jõusilindri detailide kulumised. Samu vigu võib avastada ka rippriista pikemaaegsel transportimisel tõstetud asendis (jõusilindri kolvivarda allavajumise järgi). Tugiratastega varustatud rippmasinate allalaskmisel tuleb purunemiste vältimiseks jagaja keskmine hoob viia kiiresti neutraalasendist äärmisse alumisse ujuvasse asendisse, tõstmisel aga viia äärmisse ülemisse asendisse, mitte peatades hooba allalaske- ja neutraalasendites. Agregaadi tööprotsessis tuleb jälgida, et jagaja hoob allalaske- ja tõsteasenditest pöörduks automaatelt tagasi neutraalasendisse. Automaadi tõrgete puhul tuleb tõstmise või allalaskmise lõpetamisel viia hoob neutraalasendisse käsitsi. Erineva konstruktsiooniga masinatega töötamiseks tuleb rippseadis reguleerida vastavalt tehase juhendile.

TRAKTORITE JA AUTODE TÖÖ- JA ABISEADMED

§ 1. Traktorite haakeseadis

Haakeseadis on vajalik mitmesuguste masinate pukseerimiseks. Haakeseadis võimaldab üldotstarbelistel traktoritel haakepunkti reguleerimist horisontaaltasapinnas, universaalsetel traktoritel täiendavalt aga ka vertikaaltasapinnas. Ratastraktorite haakeseadis kujutab endast aukudega



Joon. 386. Traktorite «Belaruss» hüdrofitseeritud haakekonks:

1 ja *2* — haakekonksu veorauad; *3* ja *7* — haakekonksu telje tõmmitsad; *4* — haakekonksu telg; *5* — haakekonks; *6* — järelvankri tiisli silmus; *8* — rippseadise tõstehoovad.

haakerauda, mis on ühendatud rippseadise alumiste veoraudadega. Alumiste veoraudadega ühendatud haakeraua asendit reguleeritakse vertikaalsuunas traktori hüdrosüsteemi abil. Universaalsed ratastraktorid varustatakse hüdrofitseeritud haakekonksudega (joon. 386), mille töötamist juhitakse hüdrosüsteemiga. Hüdrofitseeritud haakekonksud võimaldavad ühendada traktorit pooljärelvankriga traktoristi istmelt ilma haakijata. Nende konksude eeliseks on ohutus, haakimise kergus ja kiirus.

Traktori ДТ-54 haakeseadis (joon. 385, *a*) kujutab endast terasest veorauda *4*, mis on sõrmede abil kinnitatud traktori raami tagatelje kronsteinidega *6* ühendatud tugikronsteinidesse *5*. Veorauas olevaid ava-

sid, mis asetsevad üksteisest 90 mm kaugusel, kasutatakse haakeraua 2 kinnitamiseks sõrme *3* abil. Haakeriista tiisel ühendatakse haakerauaga *2* haakepoldi *1* abil.

Traktoril ДТ-54А (joon. 385, *b*) seatakse veoraud *3* haakerauaga *2* ja haakepoldiga *1* tugikronsteinide kahvlitesse pärast seda, kui rippseadis on seatud ülestõstetud asendisse.

Traktori C-100 haakeseadis (joon. 385, c) on pendeltüüpi. Ta koosneb tagasilla kronsteinidele *4* ja *7* kinnitatud juhtrauast *5* ja haakerauast *6*. Haakeraua *6* eesmine ots on sõrme *1* abil ühendatud tagasilla korpuse eesmise osa külge kinnitatud kronsteiniga *8*. Haakeraua *6* tagumine ots aga on väljalõike abil seatud juhtrauale *5*, mida mööda võib teda ümber asetada horisontaaltasapinnas ja lukustada vajalikku asendisse haakepoldiga *2*. Teist haakepolti *3* kasutatakse masina haakeseadise ühendamiseks haakerauaga. Pendeltüüpi haakeseadisel on haakeraua kinnitustelg ettepoole välja toodud, mis võimaldab haakeraual horisontaaltasapinnas vabalt ümber paikneda. Haakeseadistel, mille haakeraud kinnitatakse vahetult haakeklambrile, see võimalus puudub.

Traktorite «Belaruss» МТЗ-5МС ja МТЗ-5ЛС hüdrofitseeritud haakekonks. Haakekonks *5* (joon. 386) on kahe veoraua *1* ja *2* abil šarniirselt ühendatud transmissiooni korpuse põhja küljes paikneva kronsteiniga. Peale selle on haakekonks tõmmitsate *7* ja *3* ning telje *4* kaudu ühendatud rippseadise hoobadega *8*. Joonisel 386 on näidatud järelvankri traktori külge ühendamise moment, kus haakekonks on allalastud asendis. Hüdrofitseeritud haakekonksu kasutatakse ka traktoritel ДТ-20 ja Т-28.

§ 2. Rihmaratas

Rihmaratas on ette nähtud traktori mootorilt rihmülekande abil statsionaarsete masinate käitamiseks. Traktorite rihmarataste pöörlemiskiirus ja mõõtmed on standardiseeritud. Rihmarattad on paigutatud traktori küljele või taha nii, et rihmaratta pöörlemistasapind jääks traktori pikiteljega paralleelseks. See võimaldab reguleerida rihmülekande pingust traktoriga aeglaselt edasi liikudes.

Traktorite «Belaruss» МТЗ-5МС ja МТЗ-5ЛС rihmaratas paikneb traktori transmissiooni korpuse taga. Rihmaratas käitatakse jõuvõtuvõllilt kooniliste hammasrataste paari *7* (joon. 387) ja *10* abil. Rihmaratas ja jõuvõtuvõll lülitatakse sisse ühe ja sama hoovaga. Rihmaratta ajami mehhanism on paigutatud transmissiooni korpuse külge poltidega kinnitatud kesta *4* ja rihmaratta ajami korpusesse *11*. Vedav hammasratas *7* on valmistatud ühes tükis võlliga ning pöörleb kuullaagritel *5* ja *6*. Rihmaratta ajami korpuses *11* pöörleb kuullaagritel *12* võlliga ühes tükis valmistatud veetav hammasratas *10*. Võlli nuutidele on kinnitatud rihmaratas *2*. Kooniliste hammasrataste hambumist reguleeritakse vahelehtedega *3* ja *14*.

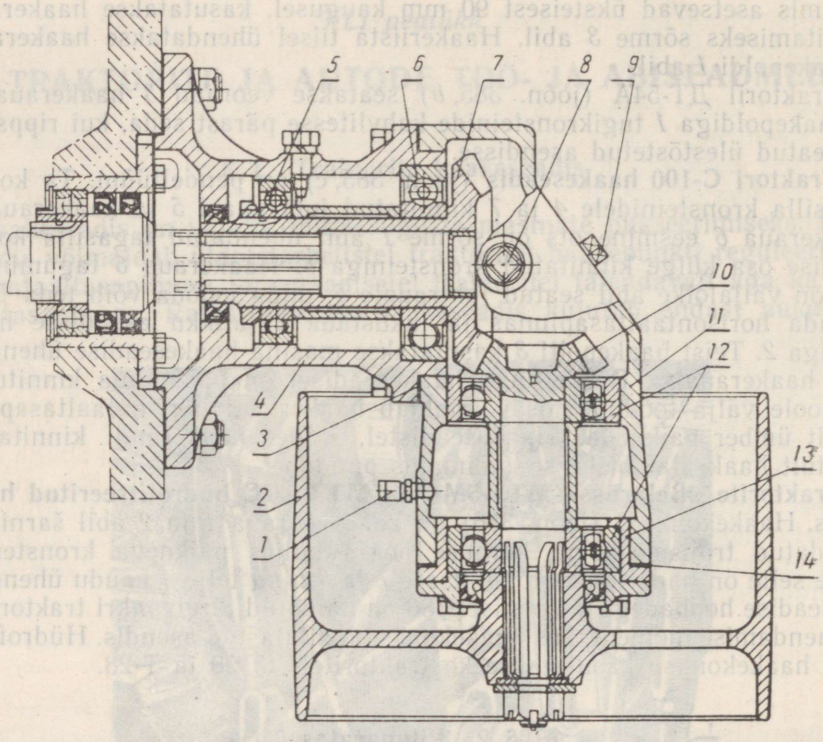
Rihmaratta ajami korpusesse ja kesta valatakse õli korgiga *8* suletava ava kaudu. Õli tasapinna kontrollimiseks on ava, mis suletakse korgiga *9*.

§ 3. Jõuvõtuvõll

Jõuvõtuvõlli kasutatakse traktorile kinnitatud või haagitud masinate tööorganite käitamiseks. Jõuvõtuvõlli võib kasutada ka statsionaarsete masinate tööorganite käitamiseks.

Jõuvõtuvõllid erinevad traktorile paigutuse, pöörlemiskiiruse ja käitamisviisi poolest.

Eespool oli kirjeldatud (vaata XL peatükk, § 1), et rippmasinad või-



Joon. 387. Traktorite «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС rihmaratas:
1 — rõhutasandi; *2* — rihmaratas; *3* ja *14* — vahelehed; *4* — kest; *5*, *6* ja *12* — kuullaagrid; *7* — vedav hammasratas; *8* — täiteava kork; *9* — kontrollava kork; *10* — veetav hammasratas; *11* — rihmaratta ajami korpus; *13* — laagripesa.

vad paikneda traktori suhtes erinevalt. Seepärast paigutatakse jõuvõtuvõllid masinate käitamise hõlbustamiseks transmissiooni korpuse taha, külgedele ja ette. Peale iseliikuva šassii T-16 on kõigile traktoritele paigutatud jõuvõtuvõll taha.

Traktoritel T-38, T-28 ja ДТ-20 on jõuvõtuvõll ka küljel. Iseliikuva šassii T-16 jõuvõtuvõll on paigutatud transmissiooni korpuse ette. Jõuvõtuvõllid võivad olla püsiva ja sünkroonse pöörlemiskiirusega. Püsiva kiirusega jõuvõtuvõlli pöörete arv ei sõltu traktori liikumiskiirusest, vaid mootori pöörlemiskiirusest. Selliste jõuvõtuvõllide pöörlemiskiirus on standartiseeritud ja võrdub 535±15 pöördele minutis mootori nominaalse pöörlemiskiiruse puhul.

Sünkroonse pöörlemiskiirusega jõuvõtuvõlli pöörete arv on proportsionaalne traktori liikumiskiirusega. Sünkroonset ajamit kasutatakse külvimasinate külviaparaatide ja kultivaator-taimetoitjate käitamiseks, kus töö kiirus peab olema kooskõlas traktori liikumiskiirusega. Sünkroonse jõuvõtuvõlli pöörlemiskiirus oleneb käikude vahetusest tingitud transmissiooni ülekandearvu muutumisest. Sünkroonne jõuvõtuvõll on samaaegselt üks transmissiooni võllidest (näiteks traktoritel ДТ-20, Т-38 ja Т-28). Spetsiaalset tüüpi sünkroonset jõuvõtuvõlli võib kasutada traktori mootori võimsuse osaliseks ülekandmiseks masina ratastele agregaadi läbitavuse tõstmise eesmärgil (Т-40). See jõuvõtuvõll peab oma pöörlemiskiirusega tagama traktori ja masina vedavatele ratastele ühesugused ringkiirused. Ajami tüübi järgi jaotatakse jõuvõtuvõllid sõltuvateks, poolsõltuvateks ja sõltumatuteks.

Sõltuva ajamiga jõuvõtuvõll saab pöörlemise mõnelt traktori käigukasti võllilt ja pöörleb ainult sisselülitatud siduri puhul. Selline jõuvõtuvõll ei võimalda:

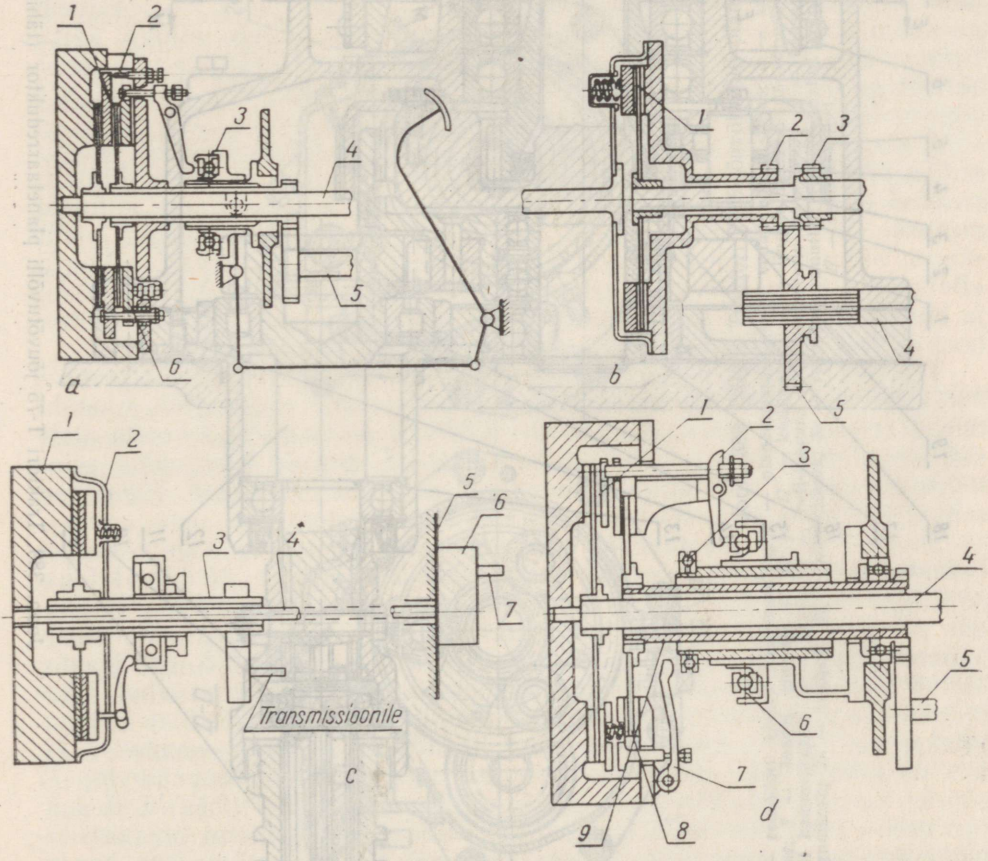
a) traktori peatamist ja liikumise alustamist ilma masina mehhanisme seiskamata;

b) traktoriga agregaadis oleva masina mehhanismide mitteüheaegset käivitamist;

c) käikude ümberlülitamist masina mehhanisme seiskamata;

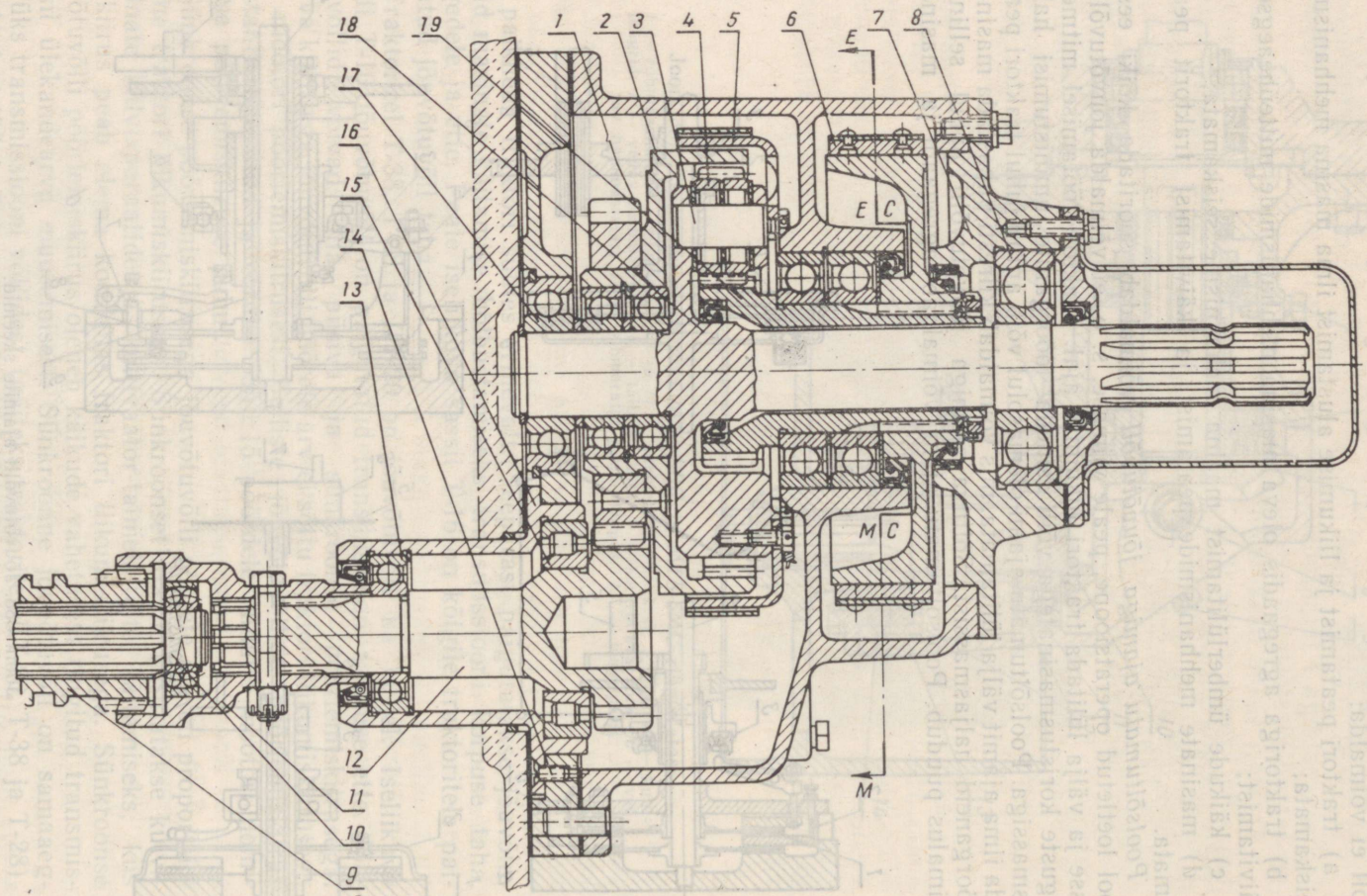
d) masinate mehhanismide peatamist ja käivitamist traktorit peatamata.

Poolsõltumatu ajamiga jõuvõtuvõll võimaldab sooritada kõiki eespool loetletud operatsioone, peale viimase, s. o. ei võimalda jõuvõtuvõlli sisse ja välja lülitada traktori liikumise ajal. Traktori töötamisel mitmesuguste koristusmasinatega võib esineda tööorganite ummistumisi haljasmassiga. Poolsõltumatu ajami olemasolul võib antud juhul traktori peatada ilma ajamit välja lülitamata, mis võimaldab kiiresti puhastada masina tööorganeid haljasmassist. Sõltuva ajamiga jõuvõtuvõlli puhul selline võimalus puudub. Poolsõltumatu ajam võimaldab agregaadi ja masina

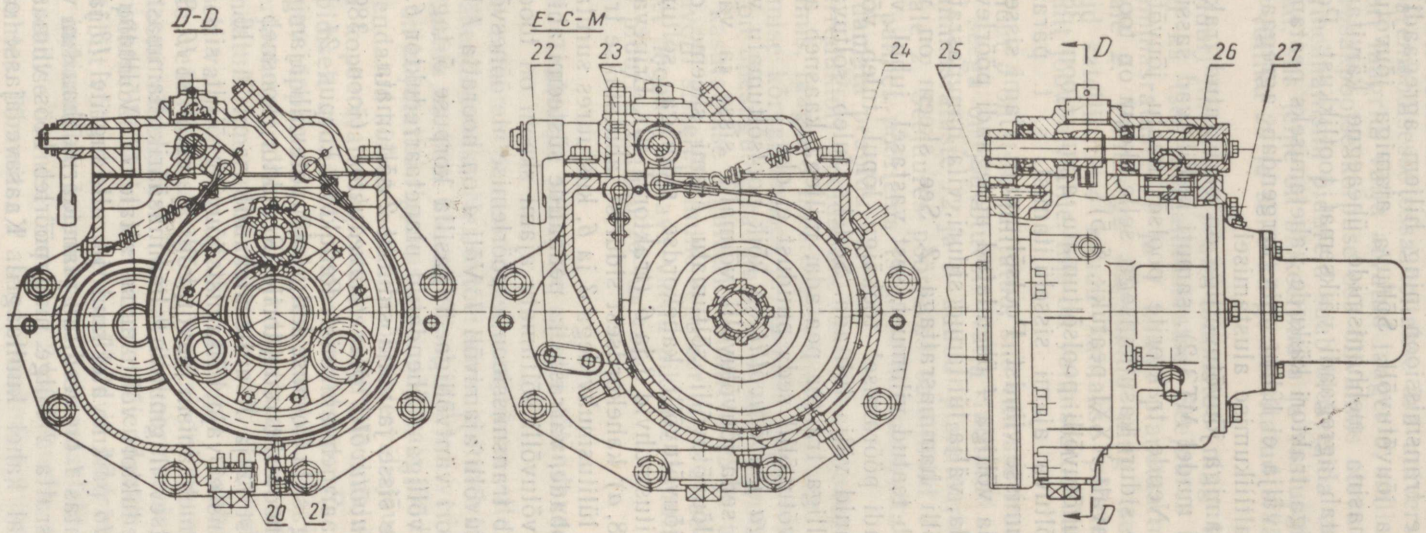


Joon. 388. Jõuvõtuvõlli ajamite skeemid:

a — traktori «Belaruss» МТЗ-5МС (5ЛС) ja iseliikuva šassii Т-16 poolsõltumatu ajamiga jõuvõtuvõll: *1* — jõuvõtuvõlli ajami tagumine veetav ketas; *2* — tugikruvi; *3* — lülitusmuhv; *4* — transmissiooni võll; *5* — jõuvõtuvõll; *6* — tagumine surveketas; *b* — traktori Т-28 poolsõltumatu jõuvõtuvõll: *1* — veetav ketas; *2* — õõnesvõlli hammasratas; *3* — hammasratas; *4* — jõuvõtuvõll; *5* — poolsõltumatu jõuvõtuvõlli lülitushammasratas; *c* — traktori Т-75 sõltumatu ajamiga jõuvõtuvõll; *1* — hooratas; *2* — sidur; *3* — transmissiooni õõnesvõll; *4* — jõuvõtuvõlli ajamivõll; *5* — tagasilla korpuse sein; *6* — planetaarreduktor; *7* — jõuvõtuvõll; *d* — traktori Т-40 sõltumatu ajamiga jõuvõtuvõll: *1* — peasiduri veetav ketas; *2* — peasiduri lülitushoob; *3* — jõuvõtuvõlli siduri lülitusmuhv; *4* — transmissioonile pöörlemist ülekandev võll; *5* — jõuvõtuvõll; *6* — peasiduri lülitusmuhv; *7* — jõuvõtuvõlli siduri lülitushoob; *8* — jõuvõtuvõlli siduri veetav ketas; *9* — jõuvõtuvõlli ajami õõnesvõll.



Joon. 389. Traktori T-75 jõuvõtuvõlli planetaarreduktor (tähistused joon. 389 järg).



Joon. 389 (järg). Traktori T-75 jõuvõtuvõlli planetaarreduktor:

1 — reduktori veetav hammasratas; *2* — planetaarmehhanismi vedav hammasratas; *3* — satelliidi sõrm; *4* — satelliit; *5* — abipidur; *6* — peapidur; *7* — laagri korpus; *8*, *13* ja *17* — kuullaagrid; *9* — liugmuhv; *10* — jõuvõtuvõlli ajamivõll; *11* — hammasmuhv; *12* — reduktori vedava võlli hammasratas; *14* — kruvi; *15* — rull-laager; *16* — tsentreeriv laagripesa; *18* — kaasavedaja; *19* — tsentraalhammasratas; *20* — väljalaskeava magnetkork; *21* — tugipolt; *22* — kontrollkork; *23* — reguleerimismutter; *24* — reduktori korpus; *25* — reduktori korpuse kaas; *26* — pidurite võllik; *27* — määrdenippel.

mehhanisme liikumise alustamisel käivitada järjestikku. Seejuures lülitatakse esialgu sisse transmissioon ning hiljem agregaadi liikumiskiiruse suurenemisel ka jõuvõtuvõll. Sõltuva ajamiga jõuvõtuvõlli puhul vajab traktori ja masina mehhanismide üheaegne käivitamine liigset võimsust või põhjustab agregaadi väiksemat tootlikkust. Poolsõltumatu ajamiga jõuvõtuvõlliga traktori käikude vahetamiseks peatamisel masina mehhanismide ajam välja ei lülitu, mis kergendab agregaadi kiirendamist järgneval paigaltliikumise alustamisel.

Poolsõltumatu ajamiga jõuvõtuvõlliga on varustatud traktorid «Belaruss» (välja arvatud mudel MT3-2), samuti iseliikuvad šassiid ДСШ-14, ДВСШ-16 ja T-16 Nende traktorite poolsõltumatu jõuvõtuvõlli ajam saadakse kahekordse siduri kasutamisega, selle skeem on toodud joonisel 388, *a* (vaata täiendavalt XXXI peatükk, § 5).

Traktori T-28 jõuvõtuvõlli poolsõltumatu ajam (joon. 388, *b*) lülitatakse sisse pärast sõltuva ajami sisselülitamist, s. t. pärast hammasrataste *3* ja *5* hambumisse viimist. Poolsõltumatu ajami sisselülitamiseks on vaja algul käitada võlliga *4* ühendatud agregaadi pöörlevad ja liikuvad osad. Pärast seda, välja lülitanud siduri, viia hammasratas *5* kiiresti hambumisse õõnesvõlli hammasrattaga *2*. See skeem on väga lihtne, kuid lülitamine vajab teatud vilumust, sest vastasel juhul võib esineda purunemisi. Agregaadi pööramisel töökäigu lõpul tuleb võlliga käitatava masina tööorganid välja lülitada. Selleks tuleb sõltuva või poolsõltumatu jõuvõtuvõlliga traktor peatada, millega kaasneb ajakulu. Sõltumatu ajamiga jõuvõtuvõllil seda puudust ei ole.

Sõltumatu ajamiga jõuvõtuvõllil on kõik poolsõltumatu võlli omadused ja peale selle on seda jõuvõtuvõlli võimalik sisse ja välja lülitada traktori liikumisel. Jõuvõtuvõlli sõltumatu ajami skeeme on mitmeid. Joonisel 388, *d* on jõuvõtuvõlli kahekordse siduriga sõltumatu ajami skeem. Siduril on lülitusmuhvid *3* ja *6* (traktor T-40). Erinevalt traktorite «Belaruss» (joon. 388, *a*) kahekordsest sidurist lahutatakse transmissioon ja jõuvõtuvõll eraldi lülitusmuhvidega *3* ja *6*, kusjuures surutakse lülitushoobadele *2* ja *7* hoobade, varraste ja pedaalide süsteemi abil.

Traktori T-75 jõuvõtuvõlli sõltumatu ajami skeem on toodud joonisel 388, *c*. Sidur *2* kannab transmissioonile pöörlemise üle õõnesvõlli *3* kaudu, milles asetseb jõuvõtuvõlli ajamivõll *4*. Võll *4* on hooratta *1* kaudu alaliselt ühendatud mootori väntvõlliga. Tagasilla korpuse *5* tagumise seina külge on kinnitatud võlliga *4* ühendatud planetaarreduktor *6*. Planetaarreduktor *6* lülitatakse sisse ja välja sidurist *2* sõltumata.

Traktori T-75 jõuvõtuvõlli planetaarreduktor (joon. 389) koosneb reduktorist ja planetaarmehhanismist. Reduktori korpus *24* kinnitatakse poltidega traktori tagasilla korpuse külge. Jõuvõtuvõlli ajamivõll *10* kannab üle pöörlemise mootorilt reduktorile. Reduktor koosneb silindriliste hammasrataste paarist *12* ja *1*, mille ülekandearv on 31 : 16. Kui traktor töötab masinatega, mis ei vaja käitamist jõuvõtuvõllilt, siis lahutatakse reduktor ja planetaarmehhanism jõuvõtuvõlli ajamivõllist *10*. Selleks lahutatakse võllil *10* asetsev liugmuhvi *9* hammasäärik hammasmuhvist *11*, mis on kinnitatud reduktori võllhammasrattale *12*. Võllhammasratas *12* pöörleb laagri pesas *16* paiknevatel kuul- ja rull-laagritel *13* ja *15*. Reduktori veetav hammasratas *1* on needitud planetaarmehhanismi vedava sisehammastega hammasratta *2* külge ning pöörleb koos viimasega kaasavedaja *18* võllil oleval kahel kuullaagril. Kaasavedajasse on pressitud kolm sõrme *3*. Viimaste rullidel istuvad satelliidid *4*. Satelliidid on hambumises vedava hammasratta *2* sisehammastega ja tsentraalhammasrattaga *19*. Kaasavedajale *18* on kinnitatud abipiduri trummel. Tsentraalhammasratta *19* võllile aga peapiduri *6* trummel.

Reduktori korpuses on kaks ruumi. Abipidur ning reduktori ja planetaarmehhanismi hammasrattad paiknevad korpuse vasakpoolses (joonise

järgi) ruumis ja töötavad õlis. Peapidur on paigutatud parempoolsesse kuiva ruumi. Õli sattumist läbi tsentraalhammasratta rummu ja selle kuullaagri parempoolsesse ossa hoitakse ära universaalsete tihenditega. Kõik reduktori laagrid, välja arvatud laager *8*, millel on määrdenippel, määritakse vasakpoolse korpuse osa õlivannis oleva õliga.

Planetaarmehhanismi pidureid saab blokeerida vaheldumisi, kui üks on blokeeritud, siis teine on blokeerimata ja vastupidi. Pidurid pannakse tööle ühiselt võlliku *26* ja selle külge keevitatud sfäärilise peaga hoova abil.

Kui peapiduri lint *6* on peale tõmmatud ning trummel seisab, siis seisab paigal ka tsentraalhammasratas. Seejuures kantakse pöörlemine reduktori hammasrataste *12* ja *1* kaudu planetaarmehhanismi vedavale hammasrattale *2*. Viimasega ühendatud ning tsentraalhammasrattale *19* paigutatud satelliitide *4* kaudu kantakse pöörlemine kaasavedajale *18* ja järelikult jõuvõtuvõllile, mis on valmistatud ühes tükis kaasavedajaga.

Kui abipidur *5* on sisse lülitatud, siis viimase trummel ja kaasavedaja *18* seisavad, seega on jõuvõtuvõll välja lülitatud. Pöörlemine antakse reduktori hammasrataste *12* ja *1* kaudu planetaarmehhanismi vedavale hammasrattale *2*. Seejuures pöörlevad satelliidid *4* oma paigalseisvatel sõrmedel *3*, pannes pöörlema tsentraalhammasratta *19* ja temaga ühendatud pidurdamata peapiduri trumli.

Planetaarreduktori hooldamine seisneb õigeaegses õli vahetamises korpuse ruumis, laagri *8* määrimises nipli kaudu, tihendite vahelt õli läbiimmitsemise kõrvaldamises ja pidurite reguleerimises. Reguleerimise eesmärgiks on ühesuguste radiaalsete pilude saavutamine mõlemas piduris. Selleks kasutatakse reguleerimismutreid *23* ja tugesid *21*. Täielik ja õige jõuvõtuvõlli sisselülitumine reguleeritakse sisse- ja väljalülitushooba ja kaheõlgset hooba ühendava varda pikkuse muutmise teel. Kaheõlgne hoob mõjub pidurite võlliku *26* hoovale.

§ 4. Traktorite vedavate rataste täiendavad koormajad

Vedavate rataste täiendavad koormajad on ette nähtud ratastraktori libisemise vähendamiseks. Nende töötamine põhineb traktoriga koos töötava rippmasina kaalu osalisel ülekandmisel traktori vedavatele ratastele. Joonisel 390, *a* on kujutatud rippmasinale mõjuvate jõudude skeem. Rippmasinale on rakendatud kõikide sellele mõjuvate välisjõudude resultant — R_{res}. Rippmasina kopeerivale tugirattale mõjuvale kaalule vastandub võrdne, kuid vastupidiselt suunatud pinnase reaktsioon R_k. Kui kopeerivale tugirattale langev rippmasina kaalu osa muutub, siis kutsub see esile koormuse ümberjaotuse traktori esi- ja tagaratastele, sest rippmasin on traktoriga ühendatud rippseadise varraste abil. Joonisel 390 on see näidatud skemaatiliselt valgete ja mustade nooltega: reaktsiooni R_k vähenemine kutsub esile vedavatele ratastele reaktsiooni suurenemise ja juhtratastele reaktsiooni vähenemise (vastavalt koormusele), ja vastupidi. Sellel printsiibil põhinebki vedavate rataste täiendavate koormusseadiste töö, mis oma tüübilt võivad olla mehaanilised ja hüdraulilised.

Rataste mehaaniline koormaja jaotab ratastele koormuse ümber, kui muuta rippseadise ülemise tõmmitsa *2* kaldenurka, rippmasina vertikaalse püstiku *3* suhtes. Tõmmitsa *2* asendi muutmine toimub selle kinnitamisega hoova *1* vastavasse avasse. Tõmmitsa asetamisel ülemisse avasse, mis vastab traktori töötamise skeemile ilma rataste täiendava koormamiseta joon. 390, *a*), on rippmasina tasakaalu võrrand hetkelise pöördumistsentri O_1 suhtes järgmine:

$$R_{res} \cdot a_1 = R_{kl} \cdot l_1. \qquad (95)$$

Koostame rippriista tasakaalu võrrandi hetkelise pöördumistsentri O_2 suhtes, tõmmitsa kinnituse puhul teises avas:

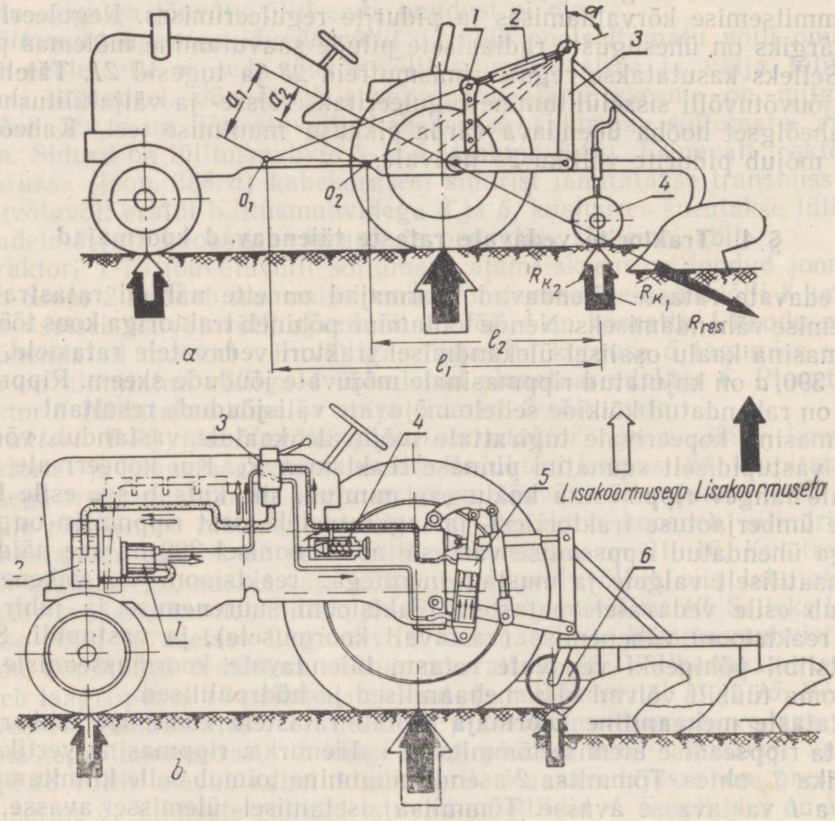
$$R_{res} \cdot a_2 = R_{k2} \cdot l_2. \qquad (96)$$

Võrranditest (95) ja (96) järeldub, et $R_{k1} \cdot \frac{l_1}{a_1} = R_{k2} \cdot \frac{l_2}{a_2}$, aga kuna $\frac{l_2}{a_2} > \frac{l_1}{a_1}$, siis $R_{k2} < R_{k1}$.

Järelikult, kui vähendada tõmmitsa *2* kaldenurka vertikaali suhtes, siis koormus kopeerivale tugirattale väheneb, traktori veoratastele aga vastavalt suureneb.

Vedavate rataste täiendava hüdraulilise koormaja põhiliseks (joon. 390, *b*) osaks on reguleeritav drosselklapp *4*, mis on lülitatud traktori hüdrosüsteemi. Traktori töötamisel kopeeriva tugirattaga *6* varustatud rippmasinaga, ilma et vedavaid rattaid täiendavalt saaks koormatud, asetseb jõusilindri kolb ujuvas asendis. Selles asendis võimaldab jagaja siiber õlil voolata vabalt jagaja kaudu ülemisest silindri osast alumisse ja vastupidi.

Vedavate rataste täiendava koormaja sisselülitamiseks seatakse jagaja hoob *3* asendisse «tõstmine», drosselklapp *4* aga avatakse käepidemest pööramisega. Pumba *1* poolt antav õli voolab jagajasse ja sealt edasi kaht teed mööda: avatud drosselklapi kaudu jagaja äravooluruumi

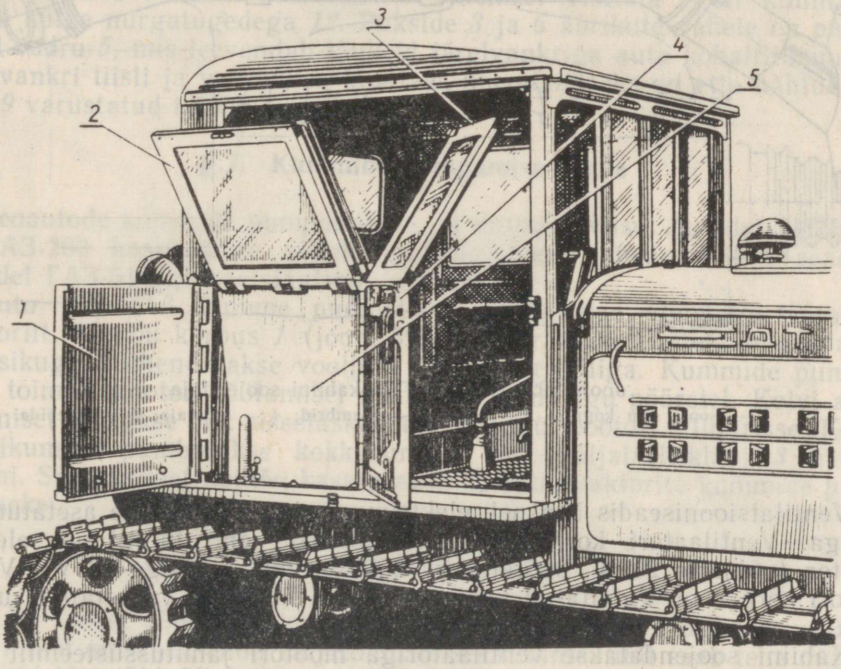


Joon. 390. Vedavate rataste täiendavate koormajate skeemid:
a — mehaaniline rataste täiendav koormaja: *1* — hoob; *2* — rippseadise ülemine tõmmits; *3* — rippriista püstik; *4* — kopeeriv tugiratas; R_{k1} — must nool; R_{k2} — valge nool; *b* — rataste hüdrauliline täiendav koormaja: *1* — pump; *2* — õlipaak; *3* — jagaja; *4* — drosselklapp; *5* — jõusilinder; *6* — rippmasina kopeeriv tugiratas.

ja paaki *2*, peale selle (paralleelselt) jõusilindri *5* alumisse ossa. Viimasesse voolanud õli avaldab survet kolvile, mis püüab rippmasinat mullast välja tõsta. Seejuures tugirattale *6* mõjuv rippmasina raskus väheneb (valge nool) ja traktori vedavaid rattaid koormatakse täiendavalt rippmasina kaalu arvel. Rataste täiendava koormamise määr reguleeritakse drosselklapi *4* avamisega traktoristi istmelt traktori liikumisel. Selles seisnebki viimast tüüpi koormaja eelis võrreldes mehaaniliste rataste koormajaga.

§ 5. Traktori kabiin

Nõuded kabiinile määratakse traktoritüübi ja töötamise klimaatiliste tingimuste alusel. Vaheltharimis-ratastraktorid võivad olla kerge, kokkupandava kabiiniga kaitseks päikese, vihma ja tolmu eest. Rasketes talvetingimustes töötavate võimsate roomiktraktorite kabiinid peavad olema



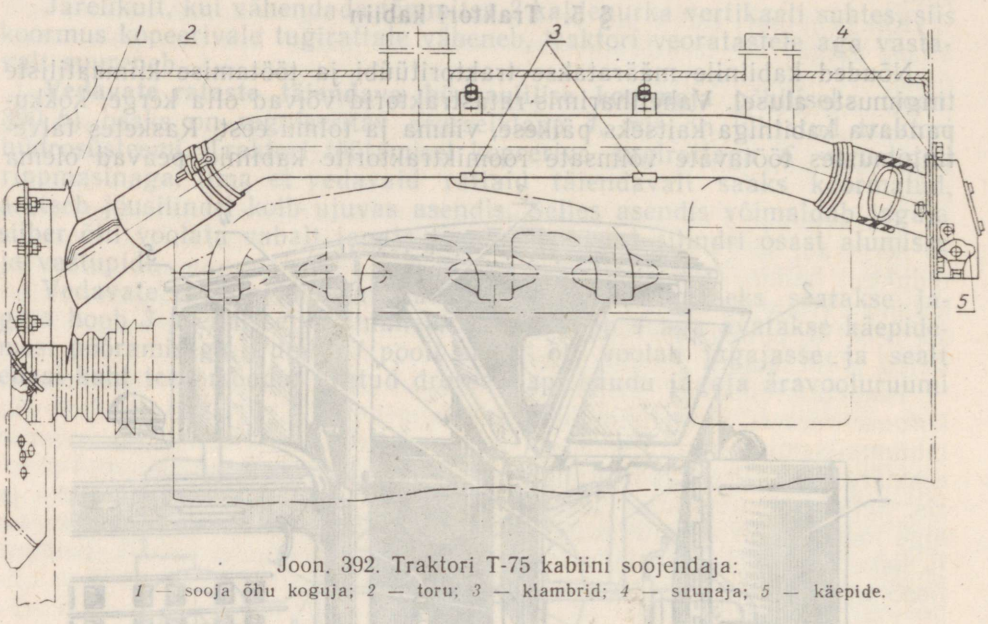
Joon. 391. Traktori ДТ-54А kabiin:
1 — kaas; *2*, *3* ja *4* — raamid; *5* — istme külgmik.

ventilatsiooni ja kütteseadisega ning vajalikult hermeetilised. Kabiin peab võimaldama hea ülevaate traktori juhtimisel ja olema mugav. Neid nõudeid ei taga ainult kabiini konstruktsioon, vaid ka juhtimisorganite vastav paigutus. Üldotstarbelistel roomiktraktoritel peab kabiini konstruktsioon olema selline, et traktorist võiks näha traktori parempoolset roomikut, mis künni ajal liigub künnivao serval. Kabiini klaasaknad peavad tagama ripp- ja haakeriistade hea nähtavuse.

Traktori ДТ-54А kabiin (joon. 391) on sisustatud pehme istmega. Kabiini võib muuta kinnisest lahtiseks. Seepärast on kabiini külgmine osa valmistatud omavahel šarniirselt ühendatud raamidest *2*, *3* ja *4*, mida saab kokkupandult paigutada istme külgmikku *5*. Külg suletakse kaanega *1*.

Traktori T-75 kabiin on metallist, kinnine, soojenduse ja ventilatsiooniga. Kabiin koosneb esiseinast, kahest akendega külgseinast ja aknaga

tagaseinast. Kabiini külgmikes paiknevad väljatõmmatavad uksed. Uksed liiguvad rullidel ja hoitakse suletud või avatud asendis riividega. Kabiini aknad ja uksed on tihendatud kummist rantide ja tihenditega. Metallkatuse sisemisel küljel on kaitseekraan, mille keskossa on kinnitatud laelamp. Tagumisel seinal asetseb joogiveepudel ja esmaabivahendite karp. Paremaks kabiini sisenemiseks on mõlema esiseina külgedel käepidemed. Kabiini esiseina vasakule poolele on kinnitatud soojendusseadise kilp, mille ülemises osas on puhta õhu ventilaator. Kabiin on poltidega kinnitatud poritiibadele ja kapoti raamile.



Joon. 392. Traktori T-75 kabiini soojendaja:
1 — sooja õhu koguja; *2* — toru; *3* — klambrid; *4* — suunaja; *5* — käepide.

Ventilatsiooniseadis koosneb elektrimootorist koos võllile asetatud tiivikuga. Ventilaatori korpusesse on klambrite abil kinnitatud elektrimootor (võimsus 25 W, pöörete arv 2500 p/min. ja pinge 12 V). Ventilaatori korpus on kinnitatud kabiini esiseina külge ja varustatud suunajaga.

Kabiini soojendatakse ventilaatoriga mootori jahutussüsteemilt võetava sooja õhuga. Soojendaja koosneb kogujast *1* (joon. 392), torust *2* ja suunajast *4*. Sooja õhu koguja on kinnitatud mootori jahutussüsteemi ventilaatori kaitsekatte külge. Soojendaja toru on kinnitatud klambritega *3* mootori kapoti kaanele ja on ühendatud kabiini esiseina sisemisele küljele seatud suunajaga *4*. Suunajas *4* on siiber, mille asendit saab käepideme *5* abil muuta, reguleerides kabiini minevat sooja õhu hulka.

Traktorite «Belaruss» MTZ-5MC ja MTZ-5ЛС kabiin on kinnist tüüpi (vt. joon. 2). Sõltuvalt kliima- ja ilmastikutingimustest ning samuti vajadusest mõningate rippmasinatega töötamisel võib kabiini kohandada poollahtiseks, lahtiseks või eemaldada sellel küljed, jättes alles ainult katuse (tuuleklaasiga või ilma). Kabiini raam on traktori poritiibadele asetatud vertikaalsete torudega, neisse paigutatakse karkassi kaarekujulised torud. Karkassi külge on kinnitatud presendist valmistatud äravõetavad seinad ja katus. Tuuleklaasi raam koos esiseinaga on samuti äravõetav. Tuuleklaasi võib koos raamiga viia tõstemehhanismi abil kuni horisontaalasendini. Uksed on hingedel, mis on kinnitatud esiseina postide külge. Parempoolsel uksel on riiv, vasakpoolsel aga lukk. Uksi võib hingedelt maha tõsta ja maha võtta koos tuuleklaasi ja esiseina raamiga.

Katus on kinnitatud karkassi liistude külge. Kõik vaateaknad on valmistatud purunematust klaasist ning tagavad vajaliku nähtavuse. Kabiini liikuvad osad on tihendatud. Kabiin on varustatud tahavaate peegli, käsiklaasipuhasti, joogivee pudeli ning esmaabi vahendite kastiga.

§ 6. Auto pukseerimisseadis

Veoauto pukseerimisseadist kasutatakse järelvankrite pukseerimiseks veoautodel. Auto ühes mitme järelvankriga moodustab autorongi. Autorongide kasutamine suurendab auto tootlikkust ja alandab vedude maksumust.

Autode ГАЗ-51А ja ГАЗ-63 pukseerimisseadis on ehitatud järgmiselt (joon. 393, *a*). Risttalade *2* ja *11* avadesse on pandud kaks puksi *3* ja *6*, milles paikneb veokonksu *10* säär *4*. Täiendav risttala *2* on kinnitatud raami külge nurgatugedega *12*. Pukside *3* ja *6* äärikute vahele on paigutatud vedru *5*, mis leevendab tõukeid järelvankriga auto kohaltliikumisel. Järelvankri tiisli ja veokonksu kindlaks ühendamiseks on ette nähtud riiviga *9* varustatud lukk *8*.

§ 7. Kummide pumpamise seade

Veoautode kummide pumpamiseks on mitmeid viise. Autodel ЗИЛ-164 ja МАЗ-200 kasutatakse selleks pidurisüsteemi pneumaatilist seadist. Autodel ГАЗ-51 aga spetsiaalseid kompressoreid.

Auto ГАЗ-51А kumme pumbatakse spetsiaalse abinõuga töötavalt mootorilt. Abinõu korpus *1* (joon. 393, *b*) keeratakse süüteküünla avasse ja otsikuga *5* ühendatakse voolik *4* kummi ventiiliga. Kummide pumpamine toimub mootori töötamisel madalatel tühikäigu pööretel. Kolvi allaliikumisel imetakse õhk sisselaskeklapi *2* kaudu mootori silindrisse. Kolvi ülesliikumisel pumbatakse kokkusurutud õhk väljalaskeklapi *3* kaudu kummi. Samasugust abinõu kasutatakse ka ratastraktorite kummide pumpamiseks.

§ 8. Vints

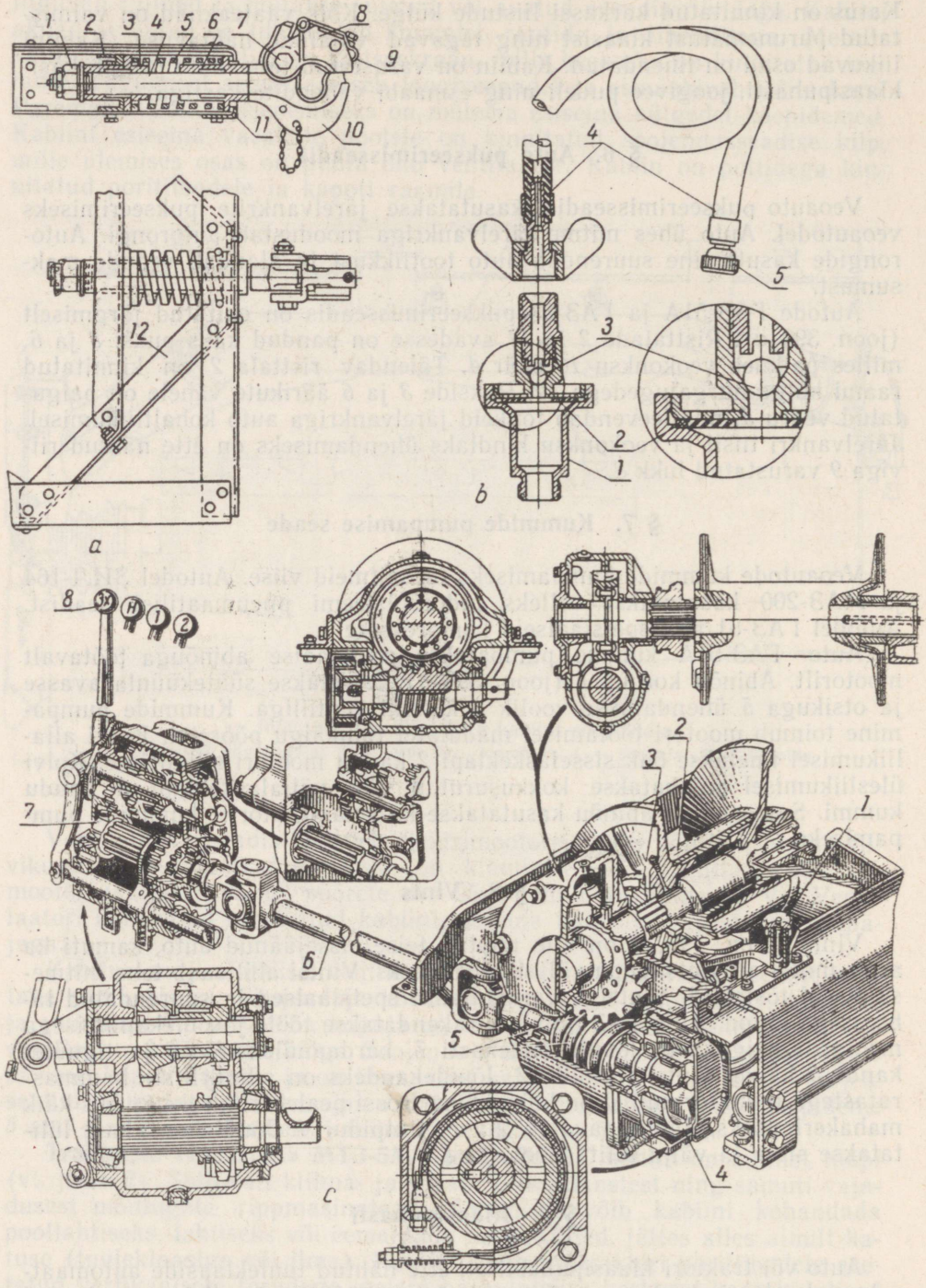
Vints (joon. 393, *c*) on ette nähtud teise sissejäänud auto, samuti ka auto, millel on vints, enda väljatõmbamiseks. Vintsi abil saab teha mitmesuguseid tõstetöid. Vintsiga varustatakse spetsiaalsed ja suurendatud läbivusega autod. Auto ГАЗ-63 vints rakendatakse tööle jõu ülekandmisega mootorilt käigukasti, jõuülekandekasti *7*, kardaanülekande *6* ja tiguülekande *5* kaudu vintsi trumlile *2*. Jõuülekandeks on silindriliste hammasratastega reduktor, millel on kaks käiku trossi pealekerimiseks ja üks käik mahakerimiseks. Teo vedaval võllil on lintpidur *4*. Jõuülekandekast lülitatakse sisse ja välja lülitushoovaga *8*.

§ 9. Klaasipuhasti

Auto või traktori klaasipuhasti on ette nähtud tuuleklaaside automaatseks puhastamiseks lumest või veest. Ajami tüübilt võivad klaasipuhastid olla pneumaatilised (autod ЗИЛ-164 ja МАЗ-200), vaakuumiga töötavad (ГАЗ-51А), elektrilised (М-20 «Pobeda») või mehaanilised. Mehaanilised klaasipuhastid käitatakse mootorilt («Moskvitš») või käsitsi («Belaruss» МТЗ-5МС/ЛС).

Pneumaatilised klaasipuhastid käitatakse pidurisüsteemi suruõhuga.

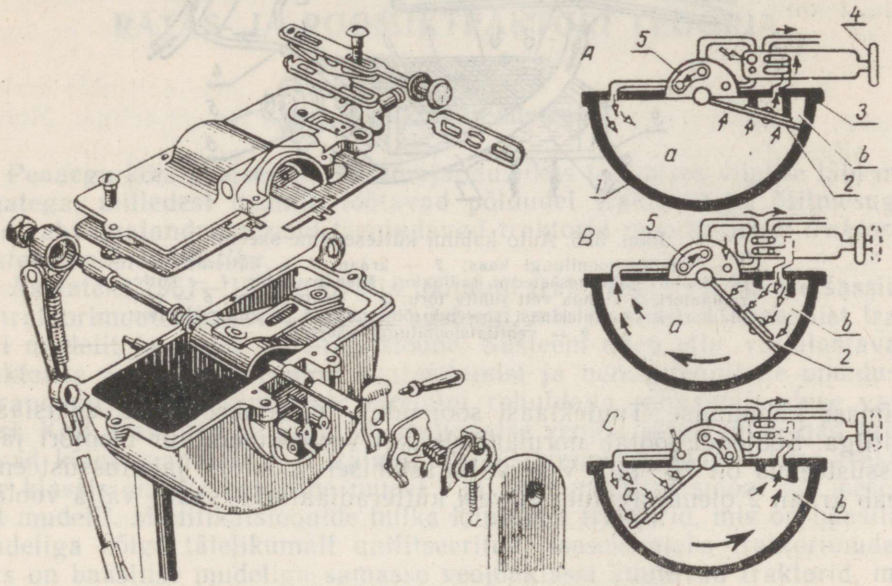
Vaakuumiga töötavate klaasipuhastite tööle rakendamiseks kasutatakse õhuhõrendust mootori sisselaskekollektoris. Vaakuumklaasipuhasti



Joon. 393. Auto tööseadmed:

a — auto ГАЗ-51А pukseerimisseadis: *1* — mutter; *2* ja *11* — risttalad; *3* ja *6* — puksid; *4* — konksu säär; *5* — vedru; *7* — telg; *8* — lukk; *9* — riiv; *10* — pukseerimiskonks; *12* — nurgatugi; *b* — kummide pumpamise abinõu: *1* — korpus; *2* — sisselaskeklapp; *3* — väljalaskeklapp; *4* — voolik; *5* — otsik; *c* — auto ГАЗ-63 vints: *1* — käepide; *2* — trummel; *3* — sidur; *4* — pidur; *5* — tiguülekanne; *6* — kardaanülekanne; *7* — jõuülekandekarp; *8* — lülitushoob.

töötab järgmiselt. Klaasipuhasti kaanega *3* (joon. 394) kaetud korpuses *1* asetseb liikuv klapp *2*. Korpuse ja kaane pesades paikneb siibermehhanism *5*. Liikuv klapp *2*, siibermehhanism *5* ja klaasipuhasti hari asetsevad ühisel teljel. Klaasipuhasti korpuse ruumid *a* ja *b* võivad olla ühendatud kas välisõhu või mootori sisselaskekollektoriga. Kui klaasipuhasti on välja lülitatud (asend *A*), siis on ruum *a* ühendatud välisõhuga, ruum *b* aga mootori sisselaskekollektoriga. Klapp *2* asetseb äärmises parempoolses asendis. Sisselülitatud klaasipuhastil toimub korpuseruumide *a* ja *b* ühendamine välisõhu ja mootori sisselaskekollektoriga kordamööda.



Joon. 394. Klaasipuhasti ja selle töötamise skeem:

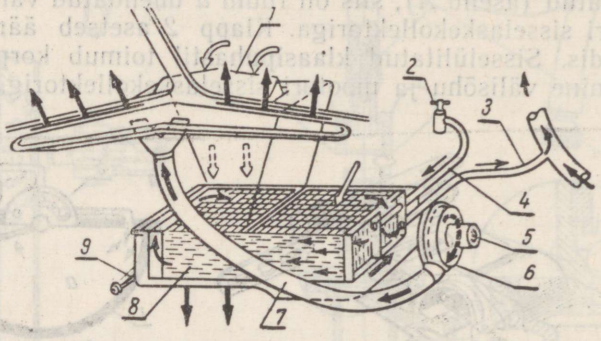
a — ehitus: *1* — korpus; *2* — liikuv klapp; *3* — kaas; *4* — lüliti; *5* — siibermehhanism; *b* — töötamise skeem: *A* — klaasipuhasti on välja lülitatud; *B* ja *C* — klaasipuhasti on sisse lülitatud.

See omakorda põhjustab klaasipuhasti harja liikumissuuna muutumise. Rõhu muutumine ruumides *a* ja *b* toimub siibri *5* asendit juhtiva suundamuutva mehhanismi abil. Kui klaasipuhasti on sisse lülitatud (asend *B*), asetseb klapp *2* parempoolses asendis ja siiber *5* ühendab ruumi *b* välisõhuga, ruumi *a* aga mootori sisselaskekollektoriga. Rõhkude erinevuse tõttu liiguvad klapp *2* ja telg koos klaasipuhasti harjaga vasakule. Kui klapp *2* tuleb äärmisse vasakpoolsesse seisu (asend *C*), asetab suunda muutev mehhanism siibri *5* nii, et ruum *a* saab ühendatud atmosfääriga ja ruum *b* mootori sisselaskekollektoriga. Seejuures liiguvad klapp *2* ja klaasipuhasti hari rõhkude erinevuse tõttu paremale jne.

§ 10. Autode kabiinide kütmine ja ventilatsioon

Veoautode kabiinide ja sõiduautode sisemuse soojendamine ja ventilatsioon, samuti tuuleklaasi soojendamine toimub kütteseadistega. Kütteseadis (joon. 395) koosneb mootori jahutussüsteemi lülitatud kütteradiaatorist *8*, ventilatsiooniluugi kaanest *1*, mille kaudu auto liikumisel satub külm õhk kütteradiaatorile, elektrimootorist *5* koos ventilaatoriga *6* sooja õhu andmiseks tuuleklaasile mööda õhutoru *7*. Kütteradiaator on ühendatud mootori plokikaanega voolikuga *4*. Kütteradiaatoris jahtunud

vesi voolab vooliku *3* kaudu mootori jahutussüsteemi radiaatori ühendustorusse. Kuuma vee voolamist kütteradiaatorisse reguleeritakse kraaniga *2*. Kabiini õhu temperatuuri muudetakse ventilatsiooniluugi kaane *1* avamisega käepideme *9* abil. Radiaatoris *8* soojenenud õhk imetakse ventilaatorisse *6* ja puhutakse õhutoru *7* ja pilude kaudu tuuleklaasile, hoides ära



Joon. 395. Auto kabiini kütteseadme skeem:

1 — ventilatsiooniluugi kaas; *2* — kraan; *3* — kütteradiaatori ja mootori jahutussüsteemi radiaatori ühendusvoolik; *4* — kütteradiaatorisse kuuma vett juhtiv toru; *5* — elektrimootor; *6* — ventilaator; *7* — tuuleklaasi soojendusõhu toru; *8* — kütteradiaator; *9* — ventilatsiooniluugi käepide.

viimase külmumise. Tuuleklaasi soojendus lülitatakse sisse spetsiaalse lülitiga. Soojendi töötab normaalselt, kui vee temperatuur mootori jahutussüsteemis on 70—80°. Vee väljalaskmisel mootori jahutussüsteemist peab kraan *2* olema avatud, et vesi kütteradiaatorist saaks välja voolata.

KAHETEISTKÜMNES OSA

TRAKTORI- JA AUTOTEOORIA ELEMENDID

XLII peatükk

RATAS- JA ROOMIKTRAKTORI TEOORIA

§ 1. Traktorite süsteem

Peaaegu kõik protsessid põllumajanduslikus tootmises viiakse läbi masinatega, milledest enamik töötavad põldudel traktoritega. Mitmesuguseid rahvamajandusharusid teenindavad traktorid moodustavad *traktorite süsteemi* ehk *tüübistiku*.

Aastateks 1961—1965 on välja töötatud traktorite, iseliikuvate šassiide ja traktorimootorite perspektiivne süsteem, mis sisaldab 11 baasilist traktori mudelit ja nende modifikatsioone. Süsteem näeb ette väljalastavate traktorite variantide arvulist suurendamist ja nende tehniliste omaduste parandamist, mis võimaldab paremini rahuldada rahvamajanduse vajadusi. Kõik traktorid on jagatud nominaalse veojõu järgi, mida nad arendavad kõige madalamal töökäigul, üheteistkümnesse klassi. Igas traktorite klassis on üks baasiline mudel * ja mitu modifikatsiooni või iseseisvat mudelit. Modifikatsioonide hulka kuuluvad traktorid, mis on baasilise mudeliga kõige täielikumalt unifitseeritud. Iseseisvateks traktorimudeliteks on baasilise mudeliga samasse veojõuklassi kuuluvad traktorid, millel on suhteliselt vähe unifitseeritud sõlmi ja mehhanisme.

Põllumajandusliku tootmise vajaduste rahuldamiseks on ette nähtud traktorite klassid, nominaalse veojõu järgi 0,2; 0,6; 0,9; 1,4; 2,0; 3,0; ja 4,0 tonni, samuti koristustöödel kasutatavate iseliikuvate šassiide klass, millede nominaalne veojõud ei ole normeeritud.

§ 2. Traktorite konstruktsioonide täiustamise suunad

Lähematel aastatel arendatakse põllumajanduslike traktorite konstruktsioone järgmistes põhisuundades.

1. Traktorite töökiiruste suurendamine kuni 5—9 km/h ja universaalsete ratastraktorite transportkiiruste suurendamine kuni 25 km/h, ratastega puksiirtraktoritel kuni 35 km/h ja roomiktraktoritel kuni 12 km/h.
2. Käikude arvu suurendamine, käikude lülitusmehhanismide kasutamine, mis võimaldavad lülitada käike ilma traktorit peatamata ja automaatsete astmeteta jõuülekannete juurutamine.
3. Traktorite metalli erimahutavuse vähendamine, ratastraktoritel kuni 45—60 kg/hj ja roomiktraktoritel kuni 65—75 kg/hj kohta.
4. Suurendatakse universaaltraktorite tootmist, mis kindlustavad võimalikult mitmesuguste põllutööde, transporttööde, laadimistööde ja teiste tööde tegemise, kasutades reguleeritava jooksulaiusega rattaid, mitmesugust tüüpi jõuvõtuvõlle, veo- ja haardeomaduste tõstmise vahendeid, käikude reverseerimist, käiguaeglustajaid jt. vahetatavaid seadmeid.
5. Traktorite tööea pikendamine (kuni detailide vahetamiseni) diisel-

* välja arvatud 3 t klass, kus on roomik- ja ratastraktorite baasilised mudelid.

mootorite osas kuni 3000 tunnini, transmissioonide osas kuni 6000 tunnini, käiguosal kuni 3000—4000 töötunnini.

6. Mootorite ökonoomsuse tõstmine, mida iseloomustab minimaalne kütuse erikulu suure võimsusega diiselmootoritel kuni 170 g/ehjh ja väikese võimsusega diiselmootoritel kuni 190g/ehjh.

7. Rooliseadme hüdrovõimendajate, rohkem täiustatud vedrustuste, kütte ja ventilatsiooniga kinnist tüüpi kabiinide, mugavamate istmete, elektriliste käivitusseadmete, automaatsete haakeseadiste, mehhanismide tsentraalmäärimiste ja teiste täiustuste kasutusele võtmine, mis tagavad ohutu töötamise traktoritel, kergendavad ja automatiseerivad juhtimist ning tehnilist teenindamist.

8. Rohkem täiustatud õhupuhastite, kütusepumpade, filtrite jt. kasutusele võtmine.

9. Traktorite modifikatsioonide põhisõlmede ja mehhanismide maksimaalne unifitseerimine võrreldes traktorite baasilise mudeliga. Mootorite silindrite mõõtmete unifitseerimine.

Projekteeritavatele traktoritele esitatavad nõuded määratakse tehniliste ülesannetega. Tehnilistes ülesannetes tuuakse ära järgmised näitajad:

traktori veoklass;

tööde loetelu, millisteks on traktor ette nähtud ja agrotehnilised nõuded (mulla töötlemise sügavus, läbitavad reavahed, erisurve pinnasele jne.);

kiirused ja veojõud, rataste vahe reguleerimise piirid, nõuded rippmasinatele ja nende ajamitele;

mootori ökonoomsus kütusekulu seisukohalt, traktori veokasutegur ja metallimahutavus;

detailide ja agregaatide tööiga;

hõlpsa tehnilise teenindamise, (hea juurdepääs detailidele) ning ohutustehnikaalased nõuded.

§ 3. Liikumisel traktorile mõjuvad jõud

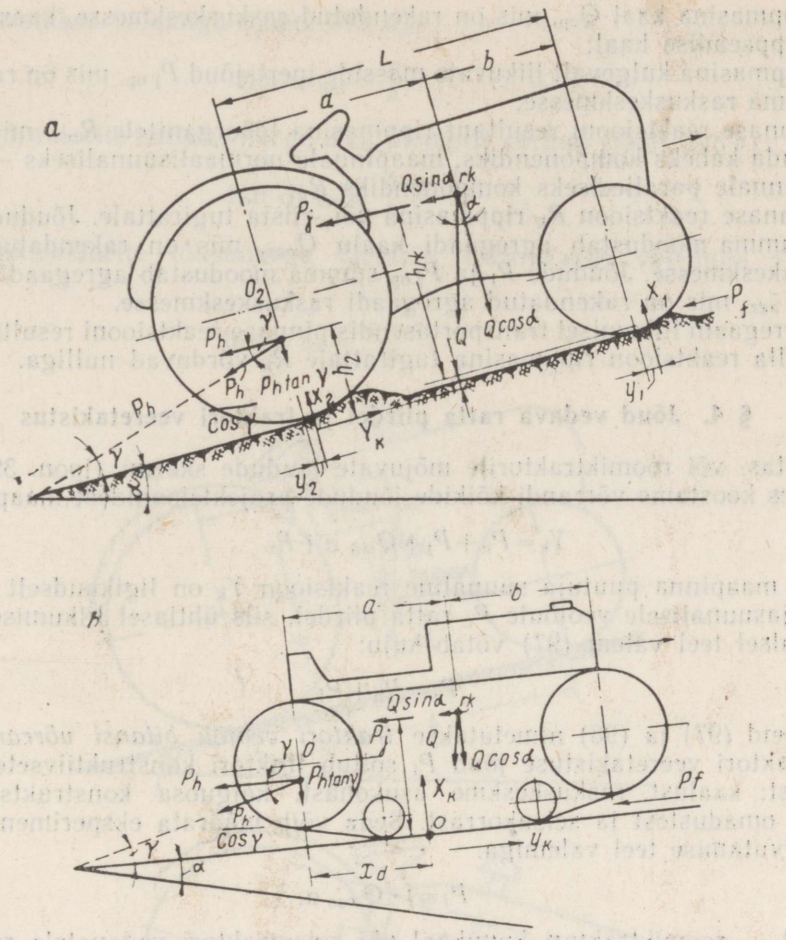
Vaatleme ratas- ja roomiktraktorile mõjuvaid jõude üldjuhul, kui traktor liigub ebaühtlaselt horisontaaltasapinna suhtes nurga α all (joon. 396).

Traktori kaal Q on rakendatud tema raskuskeskmesse ja on suunatud vertikaalselt alla. Seda jõudu võib lahutada kaheks komponendiks: maapinna normaali suunaliseks komponendiks $Q \cos \alpha$ ja maapinnale paralleelseks komponendiks $Q \sin \alpha$.

Veojõud haakekonksul $\frac{P_h}{\cos \gamma}$, mis on rakendatud kõrgusel h_2, kulutatakse haakemasina pukseerimiseks; üldjuhul on ta suunatud nurga γ all tasapinna suhtes. Selle jõu maapinna normaali suunaline komponent võrdub $P_h \tan \gamma$. Traktori raskuskeskmesse kõrgusel h_{rk} rakendatud jõud P_j on traktori ebaühtlasel liikumisel tekkivate traktori kulgevalt liikuvate masside inertsjõudude summa.

Veeretakistuse summaarne jõud P_f, mis tekib käiguosa hõõrdejõudude ja pinnase takistuse tõttu, mõjub maa tasapinnas ning on suunatud liikumisele vastassuunas. Pinnase reaktsioon Y_k on roomiku haarderibidele või vedavate rataste kummidele suunatud liikumise suunas ja on traktorit liikumapanevaks jõuks. Ligikaudselt võib arvestada, et pinnase reaktsioon Y_k võrdub ratta puutuja suunalisele veojõule P_r traktori vedava ratta piirdel.

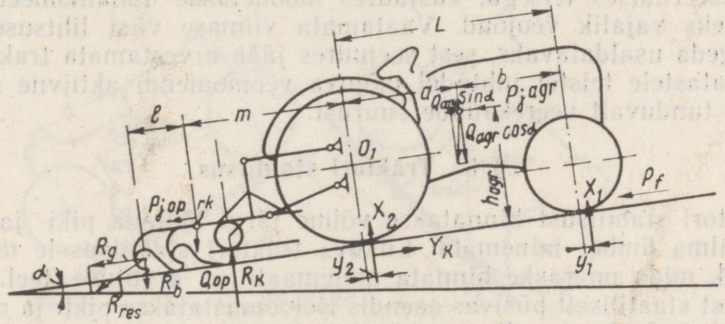
Pinnase normaali suunalised reaktsioonid X_1 ja X_2 (joon. 396, *a*) traktori esi- ja tagaratastele on rakendatud juhtratta ja veoratta telgedest kaugustele y_1 ja y_2.



Joon. 396. Traktorile mõjuvate jõudude skeem:
a — ratastraktor; *b* — roomiktraktor.

Pinnase normaali suunaline reaktsioon X_k (joon. 396, *b*) roomiktraktori käiguosale on rakendatud kaugusele x_d tähtratta teljest. Jõu X_k rakenduspunkti *O* nimetatakse *roomiktraktori rõhutsentriks*.

Traktori liikumisel tööasendis asetseva rippmasinaga mõjuvad agregaadile jõud Q, P_j, P_f, Y_k, X_1 ja X_2 (või X_k roomiktraktoritel) ja peale selle (joon. 397):



Joon. 397. Traktorile mõjuvate jõudude skeem töötamisel rippmasinaga.

rippmasina kaal Q_{op}, mis on rakendatud raskuskeskmesse, kaasa arvatud rippseadise kaal;

rippmasina kulgevalt liikuvate masside inertsjõud $P_{j\,op}$, mis on rakendatud tema raskuskeskmesse;

pinnase reaktsiooni resultant rippmasina tööorganitele R_{res}, mida võib lahutada kaheks komponendiks, maapinnale normaalisuunaliseks — R_b ja maapinnale paralleelseks komponendiks R_g;

pinnase reaktsioon R_k rippmasina või -riista tugirattale. Jõudude Q ja Q_{op} summa moodustab agregaadi kaalu Q_{agr}, mis on rakendatud tema raskuskeskmesse. Jõudude P_j ja $P_{j\,op}$ summa moodustab agregaadi inertsjõu $P_{j\,agr}$, mis on rakendatud agregaadi raskuskeskmesse.

Agregaadi liikumisel transportasendis pinnase reaktsiooni resultant R_{res} ja mulla reaktsioon rippmasina tugirattale R_k võrduvad nulliga.

§ 4. Jõud vedava ratta piirdel ja traktori veeretakistus

Ratas- või roomiktraktorile mõjuvate jõudude skeemi (joon. 396) kasutades koostame võrrandi kõikide jõudude projektsioonidest maapinnale:

$$Y_k = P_h + P_j + Q_{\sin}\,\alpha + P_f. \qquad (97)$$

Et maapinna puutuja suunaline reaktsioon Y_k on ligikaudselt võrdne puutujasuunalisele veojõule P_r ratta piirdel, siis ühtlasel liikumisel horisontaalsel teel valem (97) võtab kuju:

$$P_r = P_h + P_f. \qquad (98)$$

Valemeid (97) ja (98) nimetatakse *traktori veojõu bilansi võrranditeks*.

Traktori veeretakistuse jõud P_f sõltub traktori konstruktiivsetest näitajatest: kaalust, raskuskeskme asukohast, käiguosa konstruktsioonist, mulla omadustest ja seisukorrast. Seda võib määrata eksperimentaalselt või arvutamise teel valemiga:

$$P_f = f \cdot Q_{\cos}\,\alpha, \qquad (99)$$

kus Q — roomiktraktori kogukaal või ratastraktori vedavatele ratastele langev traktori raskus;

f — traktori veeretakistuse koefitsient.

Katseline jõu P_f määramine seisneb selles, et traktori ühtlasel sirgjoonelisel liikumisel horisontaalsel teel tühikäigul võrrand (98) saab samasuguseks:

$$P_r = P_f.$$

Veojõu suurus ratta piiridel P_r määratakse spetsiaalsete mõõteriistadega — dünamograafidega, mis seatakse traktori vedavatele pooltelgedele. Traktori veeretakistuse jõu määramise teine viis seisneb ühe traktori pukseerimises teisega, kusjuures mõõdetakse dünamomeetriga pukseerimiseks vajalik veojõud. Vaatamata viimase viisi lihtsusele ei või seda lugeda usaldatavaks, sest seejuures jääb arvestamata traktori vedavatele ratastele teistel juhtudel mõjuva veomomendi aktiivne mõju, mis mõjutab tunduvalt veerekadude suurust.

§ 5. Traktori stabiilsus

Traktori stabiilsust hinnatakse võime järgi töötada piki- ja põikikallakutel ilma ümber minemata. Liikuva traktori stabiilsusele mõjub rida faktoreid, mida on raske hinnata matemaatilise arvutuse teel. Traktori stabiilsust staatiliselt püsivas asendis iseloomustatakse piki- ja ristisuunaliste kaldenurkadega, milledel pidurdatud, järelvankrita ja rippmasinateta traktor võib seista ümber minemata. Ratastraktorite tõusunurga α_{lim} ülem-

piir määratakse valemiga (joon. 398, *a*);

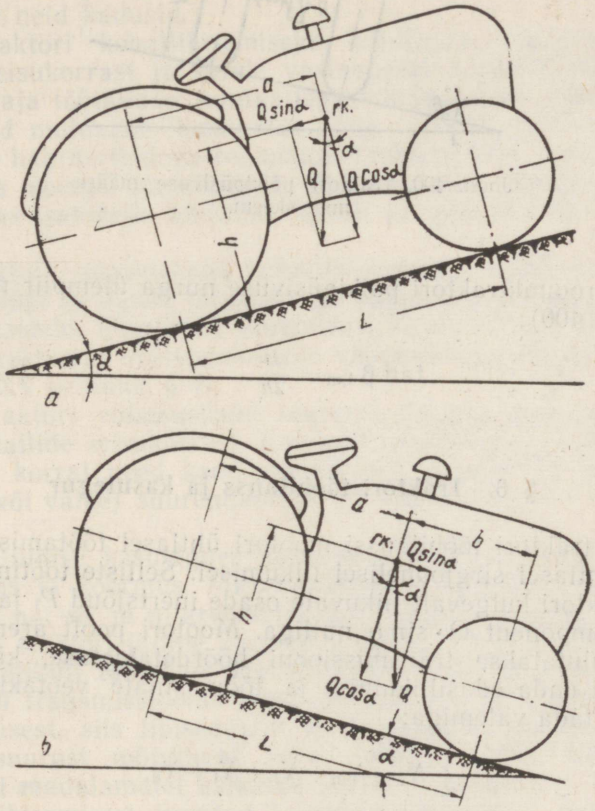
$$\tan \alpha_{lim} = \frac{a}{h}. \qquad (100)$$

Ratastraktorite kallutusnurga α'_{lim} ülempiir võrdub (joon. 398 *b*):

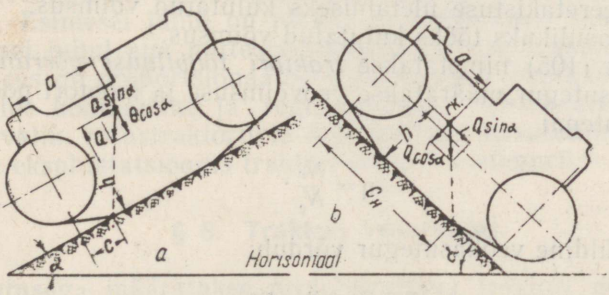
$$\tan \alpha'_{lim} = \frac{b}{h}. \qquad (101)$$

Roomiktraktorite tõusunurga ülempiir määratakse valemiga (joon. 399, *a*):

$$\tan \alpha_{lim} = \frac{a - c}{h}, \qquad (102)$$



Joon. 398. Ratastraktori pikipüsivuse määramise skeem.



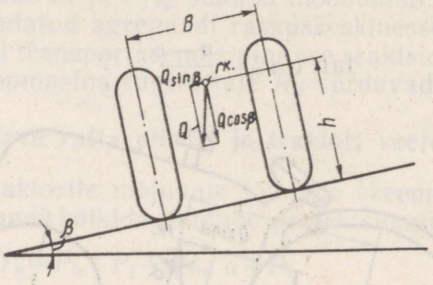
Joon. 399. Roomiktraktori tõusu- ja kallutusnurkade ülempiiri määramise skeem.

kus c — kaugus roomiku toetuspinna tagumisest servast kuni tähtratta telgjooneni.

Roomiktraktori kallutusnurga ülempiir võrdub (joon. 399, *b*):

$$\tan \alpha'_{\lim} = \frac{c_н - a}{h}, \tag{103}$$

kus $c_н$ — kaugus roomikute toetuspinna eesmisest servast kuni tähtratta telgjooneni.



Joon. 400. Traktori põikipüsivuse määramise skeem.

Ratas- ja roomiktraktori põikipüsivuse nurga ülempiir määratakse valemiga (joon. 400);

$$\tan \beta_{\lim} = \frac{B}{2h}. \tag{104}$$

§ 6. Traktori tööbilanss ja kasutegur

Vaatleme traktori tööbilanssi mootori ühtlasel töötamisel horisontaalsel teeosal ühtlasel sirgjoonelisel liikumisel. Selliste töötingimuste puhul võrduvad traktori kulgevalt liikuvate osade inertsjõud P_j ja traktori kaalu horisontaalkomponent $Q \cdot \sin \alpha$ nulliga. Mootori poolt arendatavat võimsust, mis kulutatakse transmissiooni hõõrdetakistuse, käiguosa libisemise, traktori enda edasiliikumise ja töömasinate veotakistuse ületamiseks, võib esitada valemiga:

$$N_e = N_m + N_\delta + N_f + N_h, \tag{105}$$

kus N_m — transmissioonis hõõrdumisele kulutatud võimsus;
N_δ — käiguosa kohallibisemisele kulutatud võimsus;
N_f — veeretakistuse ületamiseks kulutatud võimsus;
N_h — kasulikuks tööks kulutatud võimsus.

Võrrandit (105) nimetatakse *traktori tööbilansi võrrandiks*. Traktori üldine veokasutegur määratakse veovõimsuse ja mootori poolt arendatava võimsuse suhtena:

$$\eta = \frac{N_h}{N_e}. \tag{106}$$

Traktori üldine veokasutegur võrdub:

$$\eta = \eta_m \cdot \eta_\delta \cdot \eta_f, \tag{107}$$

kus η_m — transmissiooni kasutegur;

η_δ — käiguosa kasutegur, arvestades libisemisest põhjustatud kadusid;
η_f — veeretakistuse kadusid arvestav kasutegur.

§ 7. Ekspluatatsiooniliste faktorite mõju traktori kasutegurile ja selle suurendamise meetodid

Traktori üldine kasutegur η oleneb teguritega η_m, η_δ ja η_f arvestatavatest kadude suurusest. Vaatleme ekspluatatsiooniliste faktorite mõju nende tegurite tähendusele. Ekspluatatsioonis olnud traktori transmissioonis olenevad võimsuskaod hammasrataste kulumisest, laagrite, tihendite, hammasrataste hambumise seisukorrast, määrimise sagedusest ja kvaliteedist. Määrdeõli suur viskoossus, vähene või ka liigne õlikogus suurendavad neid kadusid.

Roomiktraktori kohallibisemiseks kulutatud võimsuskaod sõltuvad roomikute seisukorrast ja nende vastavusest antud töötingimustele. Nii näiteks on vaja töötamisel lumikattega või jäätunud teeosadel ja pehmetel soostunud muldadel kasutusele võtta traktori libisemist vähendavad spetsiaalsete haarderibidega roomikud. Traktori töötamisel märgadel muldadel poriga kaetud roomikutega libisemiskaod suurenevad. Roomikud peavad olema traktorile asetatud õigesti ja võimaldama nende isepuhastumist.

Ratastraktori võimsuskaod kohallibisemisele olenevad reast põhjustest: õiget tüüpi ja õigete mõõtmetega kummide valikust, koormusest vedavatele ratastele, õhurõhust kummides, kummide protektorite seisukorrast. Ratastraktorite libisemiskadude vähendamise abinõud on käsitletud eespool (XXXV peatükk, § 4).

Roomiktraktori võimsuskaod veeretakistusele olenevad roomikute ja käiguosa detailide seisukorrast. Kulunud roomikulülide, käiguosa laagrite ja tihendite korral need kaod suurenevad. Roomikute ebaõige pingutus (liiga suur või väike) suurendab samuti veeretakistuse ületamiseks võimsuskadusid.

Traktori üldise kasuteguri suurusele avaldab suurt mõju traktori liikumiskiirus ja koormus. Mittetäielikult koormatud traktoril on koefitsientidega η_m, η_δ ja η_f arvestatud kahjulikud võimsuse kaod suhteliselt suuremad ja traktori üldine kasutegur langeb. Traktori kasutamisel tuleb püüda võimalikult täielikult ära kasutada tema kasulikku võimsust. Kui võimsuskaod transmissioonis peaaegu üldse ei sõltu traktori veojõust ja liikumiskiirusest, siis libisemisest ja veeretakistusest põhjustatud võimsuskadude suurust mõjutavad need tunduvalt. Nii näiteks põhjustab ratastraktori madalamatel käikudel veojõu maksimaalse ärakasutamisega töötamine libisemisest tingitud kadude suurenemist. Sama traktori töötamisel kõrgematel käikudel, veojõudu täielikult ära kasutades, libisemiskaod vähenevad, kuid samaaegselt suurenevad veeretakistusest põhjustatud kaod. Esimesel juhul on ratastraktoril ballasti kasutamine kasulikum — teisel juhul aga mitteotstarbekohane, sest traktori veeretakistuskadude suurus on proportsionaalne tema kaalule. Järelikult, õige traktori mehhanismide hooldamine ja reguleerimine, ratsionaalsete kiiruste ja koormuste valik, ratastraktoritele õige ballasti kasutamine, võimaldavad suurendada ekspluatatsioonis traktori üldist kasutegurit.

§ 8. Traktori veoarvutus

Veoarvutusega määratakse projekteeritava traktori mootori võimsus, transmissiooni ülekandearvud, liikumiskiirused, üldine veokasutegur, kütusekulu ja teised näitajad.

Mootori efektiivvõimsus arvutatakse valemiga:

$$N_{e\,max} = \frac{R_k v}{270\eta_t}, \qquad (108)$$

kus R_k — põllutööriistade veotakistus kg agregaadi töökiirusel;
v — agregaadi liikumiskiirus töötamisel, mis võetakse kündmisel, on roomiktraktoril 5—7 km/h, ratastraktoril aga 6—8 km/h.

Töötamisel peavad põllutööriista veotakistus R_k ja liikumiskiirus v tagama nõutud tootlikkuse ja kõrgekvaliteedilise künni.

Valemi 108 järgi saadud võimsus ümardatakse ning mootori nominaalseks võimsuseks võetakse regulaatoriga töötamisel N_{en}. Nominaalne pöörete arv n_n ja kütuse erikulu g_{en} valitakse analoogiline olemasolevate mootorite prototüüpidele. Andmete N_{en}, g_{en} ja n_n alusel määratakse kütuse üldkulu tunnis G_{kn} ja pöördemoment M_{en}. Regulaatorkarakteristiku ülejäänud parameetrid määratakse järgmiste sõltuvustega.

Maksimaalne pöördemoment
$M_{e\,max} = (1{,}15—1{,}2)\ M_{en}$ (diislitel);
$M'_{e\,max} = (1{,}2—1{,}25)\ M_{en}$ (karburaatormootoritel).

Pöörete arv $M_{e\,max}$ juures võrdub:
$n_m = (0{,}55—0{,}7)\ n_n$.

Maksimaalne pöörete arv mootori tühikäigul:
$n_{o\,max} = (1{,}06—1{,}08)\ n_n$.

Kütuse üldkulu tunnis $n_{o\,max}$ juures:
$G_{ko} = (0{,}30—0{,}60)\ G_{k\,max}$ (diislitel);
$G'_{ko} = (0{,}47—0{,}60)\ G_{k\,max}$ (karburaatormootoritel).

Kütuse üldkulu $M_{e\,max}$ juures:
$G_{kM} = (0{,}8—0{,}95)\ G_{k\,max}$ (diislitel);
$G'_{kM} = (0{,}75—0{,}85)\ G_{k\,max}$ (karburaatormootoritel).

Traktori ekspluatatsiooniline kaal arvutatakse valemitega:
$Q = (65—75)\ N_{en}$ (roomiktraktoritel);
$Q' = (45—60)\ N_{en}$ (ratastraktoritel).

Käikude arv ja transmissiooni ülekandearvud valitakse arvestusega, et saavutada iseloomulikes töötingimustes traktori suur tootlikkus ja ökonoomsus. Üldkasutatavatel traktoritel piisab 6—9 käigust, universaalsetel ratastraktoritel aga on 10—12 käiku koos transport- ja aeglustatud käikudega.

Transmissiooni üldised ülekandearvud (i) vastavatel käikudel (mis on tähistatud indeksitega 1, 2, 3 ..... p) arvutatakse valemitega:

$$i_2 = i_1 q;\ i_3 = i_1 q^2;\ \ldots\ldots\ldots\ i_p = i_1 q^{p-1}, \qquad (109)$$

kus q — geomeetrilise progressiooni astendaja ning võrdub:

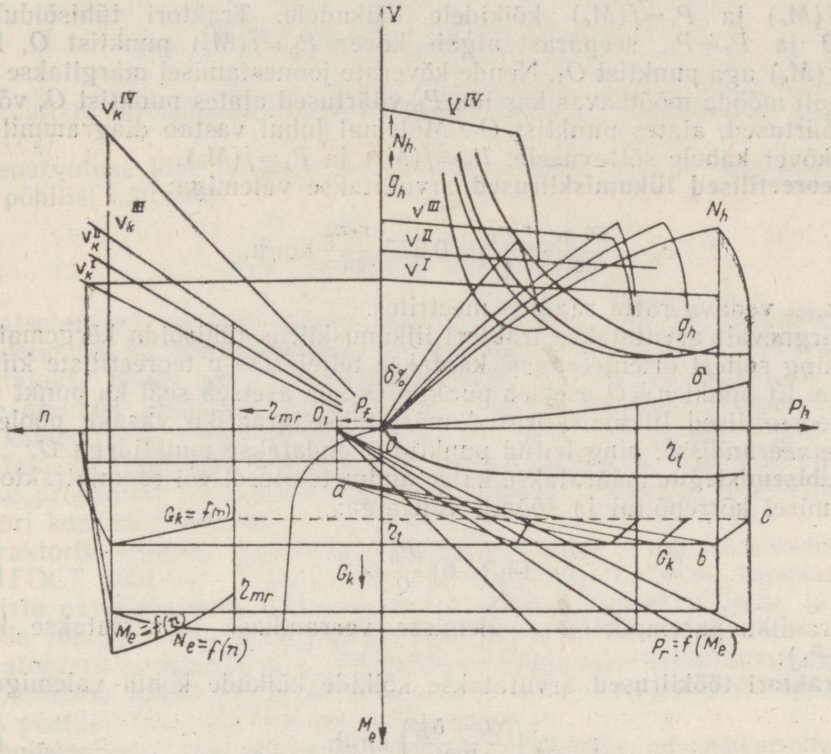
$$q = \sqrt[p]{\frac{P_{r\,min}}{P_{r\,max}}}.$$

$P_{r\,min}$ ja $P_{r\,max}$ — vastavalt minimaalne ja maksimaalne veojõud ratta piirdel, mis arvutatakse valemiga:

$$P_{r\,min} = P_{h\,min} + fQ' \qquad (110)$$
$$P_{r\,max} = \varphi \cdot \lambda \cdot Q', \qquad (111)$$

kus Q' — traktori koos ballastraskusega summaarne ekspluatatsiooniline kaal;
φ — haardekoefitsient kõige halvematel mullastiku tingimustel;
λ — traktori liikumisseadisele mõjuva koormuse muutumise koefitsient; roomiktraktoritel $\lambda = 1$, tagumiste vedavate ratastega ratastraktoritel $\lambda = 0{,}75—0{,}85$.

Traktori veokarakteristik ehitatakse järgmises järjekorras. Paberilehele kantakse koordinaatteljed $O—n$; $O—M_e$; $O—P_h$ ja $O—v$. Need koordinaatteljed jagavad lehe neljaks veerandiks (joon. 401). Graafiku vasakpoolsesse alumisse veerandisse joonestatakse varem väljaarvutatud parameetrite järgi regulaatorkarakteristik koos ülekoormust tähistava haruga.



Joon. 401. Traktori teoreetilise veokarakteristiku ehitamine.

Selleks kasutatud mastaabis kantakse teljele $O—n$ pöörded, teljele $O—M_e$ aga suurused $N_e=f(n)$, $M_e=f(n)$ ja $G_k=f(n)$. Väärtused n, N_e, $M_e=O$ koonduvad ühte punkti.

Transmissiooni ja roomiku vedava pinna kasutegur arvutatakse valemiga:

$$\eta_{mr}=\eta_m \cdot \eta_r = A\left(1-\frac{B \cdot M_{en}}{100 M_e}\right)\eta_r, \qquad (112)$$

kus A — koefitsient, mis arvestab ülekantava pöördemomendi kadusid transmissioonis. See koefitsient on 0,9—0,95 sõltuvalt töökäikudel hambumises olevate hammasrataste paaride arvust (väiksem väärtus võetakse hammasrataste paaride suurema arvu juures);

B — koefitsient, mis arvestab kadusid transmissioonis tühikäigul (3,2—6%);

η_r — roomiku vedava pinna kasutegur, mis on sõltuvalt roomiku tüübist 0,96—0,99.

Järgnevalt arvutatakse valemi 112 järgi η_{mr} kuuele-kaheksale M_e väärtusele. Graafiku vasakpoolsesse alumisse veerandisse joonestatakse kõver $M_e=f(\eta_{mr})$.

Traktori veeretakistusjõud P_f arvutatakse valemi (99) järgi.

Veojõud ratta piirdel P_r ja veojõud haakekonksul P_h kõigil käikudel arvutatakse valemite (81 a) ja (98) järgi. Jõudude P_r ja P_h suurused arvutatakse M_e samadele väärtustele, milledele arvutati η_{mr}. Esimesele käigule arvutatud $P_{h\,max}$ järgi kantakse teljele $O—P_h$ jõudude skaala ja arvutatakse jõudude mastaap. Jõu P_f suurus kantakse punktist O vasakule vastavas mõõdus (punkt O_1). Saadud andmetel joonestatakse kõverad $P_h=f(M_e)$ ja $P_r=f(M_e)$ kõikidele käikudele. Traktori tühisõidul on $P_h=0$ ja $P_r=P_f$, seepärast algab kõver $P_h=f(M_e)$ punktist O, kõver $P_r=f(M_e)$ aga punktist O_1. Nende kõverate joonestamisel märgitakse horisontaali mööda mõõtkavas kas jõu P_h väärtused alates punktist O, või jõu P_r väärtused, alates punktist O_1. Mõlemal juhul vastab diagrammil saadud kõver kahele sõltuvusele: $P_h=f(M_e)$ ja $P_r=f(M_e)$.

Teoreetilised liikumiskiirused arvutatakse valemiga:

$$v_k=\frac{3{,}6\cdot\pi}{30}\cdot\frac{r\cdot n_n}{i}=0{,}377\,\frac{r\cdot n_n}{i}\ \text{km/h}, \tag{113}$$

kus r — vedava ratta raadius meetrites.

Järgnevalt arvutatakse traktori liikumiskiirus tühisõidu kõrgemal käigul ning sellest orienteerudes kantakse teljele $O—v$ teoreetiliste kiiruste skaala. Et punkt $n=O$ asetseb punktis O, siis asetseb seal ka punkt $v=0$.

Teoreetilised liikumiskiirused märgitakse graafiku vasaku poole ülemisse veerandisse, ning leitud punktid ühendatakse punktidega O.

Libisemistegur määratakse katse andmete alusel või roomiktraktoritele töötamisel kõrrepõllul ja söödil, valemiga:

$$\delta=(4{,}5—6)\,\frac{P_h}{Q}\,\%. \tag{114}$$

Graafiku parempoolsesse ülemisse veerandisse joonestatakse kõver $\delta=f(P_h)$.

Traktori töökiirused arvutatakse kõikide käikude kohta valemiga:

$$v=v_k\left(\frac{100-\delta\%}{100}\right)\ \text{km/h}. \tag{115}$$

Töökiiruse v saadud väärtuste järgi joonestatakse graafiku parempoolsesse ülemisse veerandisse kõverad $v=f(P_h)$.

Traktori tegelikud liikumiskiirused tühisõidul ($P_h=O$; $\delta=O$ määratakse graafiliselt. Selleks projekteeritakse kõik kiirte P_r lõikumispunktid teljest $O—M'_e$ vasakul pool olevale kõverale $M_e=f(n)$ ja sealt üles kuni vastava kiireni v_k. Saadud punktid projekteeritakse kiirtel v_k horisontaale mööda (paremale) teljele $O—v$ (joonisel 401 on sellel meetodil määratud traktori liikumiskiirus esimese käiguga tühisõidul).

Traktori haakevõimsus arvutatakse valemiga:

$$N_h=\frac{P_h\cdot v}{270}\ \text{hj}. \tag{116}$$

Graafiku parempoolsesse ülemisse veerandisse joonestatakse kõverad $N_h=f(P_h)$. Iga kõvera joonestamiseks arvutatakse välja 5—7 kõvera punkti.

Traktori üldine veokasutegur $\eta_t=f(P_h)$ erinevatele väärtustele arvutatakse valemiga

$$\eta_t=\eta_{mr}\,\frac{P_h}{P_h+P_f}\left(1-\frac{\delta\%}{100}\right). \tag{117}$$

Kasuteguri sõltuvuse kõver joonestatakse graafiku parempoolsesse alumisse veerandisse. Kõverad $G_k=f(P_h)$ joonestatakse samasse iga käigu jaoks, punktide a, b ja c järgi. Punkt a asetseb punkti O_1 vertikaal-

projektsiooni ja regulaatorkarakteristiku haru punkti G_{ko} horisontaalprojektsiooni lõikumise kohas. Punktid *b* ja c saadakse punktide $G_{k\,max}$ ja G_{kM} horisontaalprojektsioonide ja nendele kütusekuludele vastavate veojõudude vertikaalprojektsioonide lõikumise kohtades.

Kütuse erikulu ühe haakevõimsuse hobujõu kohta arvutatakse valemiga:

$$g_h = \frac{1000\,G_k}{N_h} \text{ g/haakevõimsuse hjh.} \qquad (118)$$

Graafiku parempoolsesse ülemisse veerandisse joonestatakse kõverad $g_h = f(P_h)$.

Veoarvutuse lõpetamisel koostatakse seletuskiri, kus analüüsitakse selle põhilisi näitajaid.

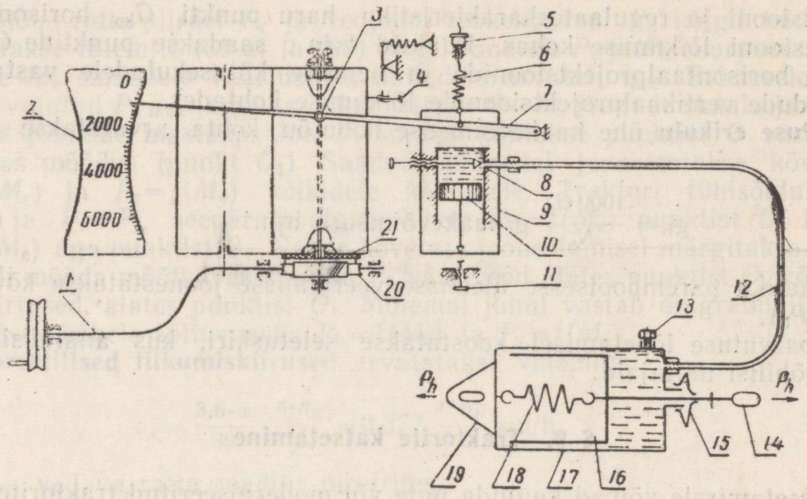
§ 9. Traktorite katsetamine

Katsetamisele võivad kuuluda uute või moderniseeritud traktorite katsemudelid või ka seeriatootmises olevad traktorid. Uusi traktorimudeleid katsetatakse nende projektülesandele vastavuse kontrollimiseks ja tootmisse andmise küsimuse otsustamiseks. Seeriatootmises olevaid traktoreid katsetatakse nende kvaliteedi kontrollimise eesmärgil. Peale selle katsetatakse traktoreid mitmesugustel uurimuslikel eesmärkidel. Katsetamise programm töötatakse välja sõltuvalt katsetamiste eesmärgist ja traktori konstruktsioonist.

Traktorite esimese kahe liigi katsetamismetoodika on standardiseeritud (ГОСТ 7057-54). Standardiga kinnitatakse traktorite katsetamisel põhiliste näitajate määramise eeskirjad, nõuded mõõtmistäpsuse ja katsetööde tehnika kohta. Katsetamine koosneb harilikult kahest osast: põld-laboratoorsed ja majanduslikud katsed. Põld-laboratoorsetel katsetamistel on põhilisteks töödeks mootori katsetamine, mis oli vaadeldud XXVIII ja XXIX peatükkides, ning traktori veokatsed.

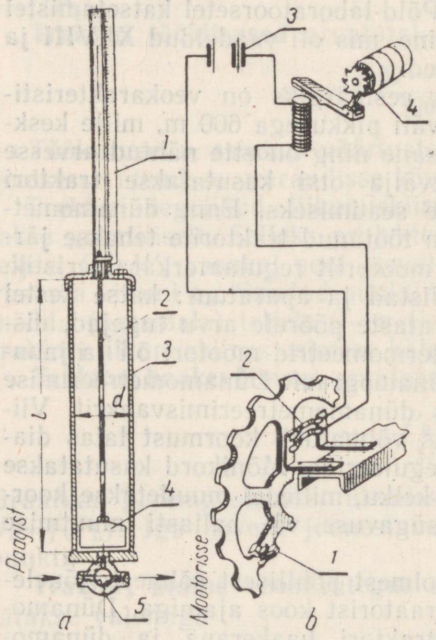
Veokatsetuste (dünamometreerimise) eesmärgiks on veokarakteristikute võtmine. Selleks valitakse katsetusväli pikkusega 600 m, mille keskmise osa pikkus (200 m) peab olema tasane ning on ette nähtud arvesse võetavate mõõtmiste tegemiseks. Katsevälja otsi kasutatakse traktori antud koormusele vastavale tööreżiimile seadmiseks. Enne dünamometreerimist töötatakse traktor sisse (varem töötanud traktorile tehakse järjekordne tehniline hooldus) ja võetakse mootorilt regulaatorkarakteristik. Pärast seda seatakse traktorile mõõteriistad ja aparatuur: katse kestel kulutatud kütuse mõõtepaak, vedavate rataste pöörete arvu lugejad, distants-tahhomeeter, distants- ja elavhõbetermomeetrid mootori õli ja jahutusvee temperatuuri mõõtmiseks ning dünamograaf. Dünamomeetreerimise ajal kasutatakse traktori koormamiseks dünamometreerimisvankrit. Viimasel on spetsiaalne pidurdusseade, mis võimaldab koormust laias diapasoonis muuta ning kiirelt ja täpselt reguleerida. Mõnikord kasutatakse koormava seadmena atra või ballastiga kelku, milledel muudetakse koormust iga katse eel vastavalt kas künnisügavuse või ballasti muutmise teel.

Dünamograaf (joon. 402) koosneb kolmest põhilisest sõlmest: jõuelemendist, hüdraulilisest ajamist ja registraatorist koos ajamiga. Dünamometreerimisel ühendatakse jõuelement traktori haakeraua ja dünamometreerimisvankri vahele. Traktori liikumisel tekitab veojõud silindris *17* rõhu. Õlirõhk antakse toru *12* kaudu edasi kolbtüüpi manomeetrile. Koormuse mõõtja osuti *7* liigub proportsionaalselt jõuelemendile mõjuvale veojõule P_h. Nõel *3* kirjutab liikuvale lindile veojõudude diagrammi. Lindi tõmbemehhanism käitatakse käega või paindvõlli *1* kaudu traktori või



Joon. 402. Hüdraulilise dünamograafi skeem:

1 — paindvõll; *2* — veojõudude skaala; *3* — kirjutav nõel; *4* — nulljoont kirjutav nõel; *5* — mutter kirjutava nõela *3* viimiseks nulljoonele, koormamata dünamograafi puhul; *6* — vedru; *7* — koormusemõõtja osuti; *8* — võnkumisi sumbutav klapp; *9* — jõumõõtja plunžri raam; *10* — jõumõõtja plunžer; *11* — plunžri piirdekruvi; *12* — jõuelemendi silindrit registraatoriga ühendav toru; *13* — täiteava kork; *14* — jõuelemendi ühendussilmus; *15* — nahkmansett; *16* — jõuelemendi kolb; *17* — jõuelemendi silinder; *18* — kolvi taandvedru; *19* — jõuelemendi haakesilmus; *20* — lindi tõmbemehhanismi tigupaar; *21* — lindi tõmbemehhanismi lülitamise pidurike.



Joon. 403. Kütusekulu mõõtepaak ja vedavate rataste pöörete lugeja:

a — mõõtepaak; *1* — joonlaud; *2* — varras; *3* — silinder; *4* — ujuk; *5* — kolmikkraan; *b* — vedavate rataste pööretelugeja: *1* — lehtmetallist plaadikestest harjad; *2* — massist isoleeritud kontaktplaadid; *3* — akupatarei; *4* — elektriline kontaktlugeja.

dünamomeetrilise vankri külge kinnitatud lisaratta abil. Paindvõlli ühe pöörde jooksul liigub lint 2,62 mm. Dünamograafi täpsus on 1% maksimaalsest veojõust, millele on ta arvestatud.

Mõõtepaak (joon. 403, *a*) on ette nähtud katse jooksul kulutatud kütuse mõõtmiseks ja kujutab endast silindrit *3*, milles asetseb messingist ujuk *4* koos vardaga *2*. Silinder *3* on traktori kütusepaagiga ühendatud kolmikkraani *5* kaudu. Vardal on näitaja, mis mootori mõõtepaagist toitmise ajal libiseb mööda skaalaga terasjoonlauda *1*, näidates katse jooksul kulutatud kütuse kogust. Vaatlemise hõlbustamiseks paigutatakse mõõtepaak traktori kabiini või dünamometreerimisvankrile selliselt, et mõõtepaagi täitumine traktori paagist toimuks isevoolu teel. Mõõtepaagi kõrgus ja läbimõõt valitakse selline, et suurim viga kütusekulu arvestamisel ei ületaks 0,5%, kütusekogus aga kindlustaks mootori toitmise mõõtepaagist vähemalt 5—6 minuti jooksul.

Vedavate rataste pöörete arvu lugejaid (joon. 403, *b*) kasutatakse

rataste või roomikute libisemise kindlaksmääramiseks. Mõlema vedava ratta pöiale kinnitatakse lehtmetallist plaadikestest harjad *1*, traktori raamile aga kaks massist isoleeritud kontaktplaati *2*, mis on isoleeritud juhtmete abil ühendatud akupatareiga *3* ja elektrilise kontaktilugejaga *4*.

Harja *1* ja kontaktplaatide *2* ühendamisel arvestab kontaktlugeja ratta pöörlemist. Suurema täpsusega lugemite saamiseks asetatakse mõlemale rattale kolm-neli harja.

Dünamomeetreerimine seisneb erinevatel koormustel traktori näitajate üksteisele järgnevas määramises. Traktori dünaamiliste ja ökonoomiliste näitajate muutumise iseloomu väljaselgitamiseks tehakse vähemalt 12—14 katset, neist 5—6 alakoormustel, 4 — maksimaalse haakevõimsuse väljaselgitamiseks ja 3—4 ülekoormusrežiimidel. Iga ettenähtud koormusele vastav katse tehakse oma jälge mööda. Dünamomeetreerimise tingimuste iseloomustamiseks näidatakse pinnase foon ja agrotehniline iseloomustus (mulla liik, eelkultuur, eelnev töötlemine jne.) ning pinnase tihedus ja niiskus. Arvestusele kuuluvate katsete ajal mõõdetakse veojõud P_h, katse kestus T_k, katse kestel kulutatud kütus G_{kk}, vedavate rataste pöörete arv n_k, mootori väntvõlli pöörete arv n, jahutusvee temperatuur radiaatoris t_v, kütuse temperatuur mõõtepaagis t_k ja õli temperatuur mootori karteris $t_õ$. Mõõtmistulemused kantakse žurnaali ja töötatakse läbi. Kõigi katsete veojõudude diagrammidelt määratakse planimeetri abil või keskmiste ordinaatide meetodil keskmine veojõud P_h'.

Teised näitajad määratakse järgmiste valemitega.

Traktori keskmine liikumiskiirus km/h:

$$v = \frac{3{,}6 \cdot s}{T_k}, \tag{119}$$

kus s — katse jooksul läbitud tee meetrites;
T_k — katse kestus sekundites.

Traktori haakevõimsus hobujõududes:

$$N_h = \frac{P_h' \cdot v}{270}, \tag{120}$$

kus P_h' — traktori keskmine veojõud kg, mis on saadud veojõu diagrammilt;
v — traktori keskmine liikumiskiirus km/h.

Traktori libisemine protsentides:

$$\delta = \frac{n_{kt} - n_{kx}}{n_{kt}} \cdot 100, \tag{121}$$

kus n_{kt} — katse jooksul läbitud tee pikkusel vedavate rataste poolt tehtud pöörete arvude keskmine, koormatud traktori puhul;
n_{kx} — samal tee pikkusel koormuseta liikuva traktori vedavate rataste poolt tehtud pöörete arvude keskmine.

Katse kestel kulutatud kütuse kaal grammides:

$$G_{kk} = V_o \cdot \gamma_t, \tag{122}$$

kus V_0 — katse kestel kulutatud kütuse maht cm³;
$\gamma_t = \gamma_{20} - \alpha(t - 20)$ — kütuse erikaal temperatuuril t;
t — kütuse temperatuur mõõtepaagis katse ajal;
α — temperatuurist olenev keskmine paranduskoefitsient.

Kütuse tunnikulu kg/h:

$$G_k = 3{,}6 \frac{G_{kk}}{T_k}, \tag{123}$$

kus T_k — katse kestus sekundites.

Kütuse erikulu g/haakevõimsuse hjh kohta:

$$g_h = 1000 \frac{G_k}{N_h}.$$

Arvutustulemuste järgi joonestatakse traktori veokarakteristik käikudele, millel traktorit katsetati.

Peale selle määratakse põld-laboratoorsete katsete käigus traktori raskuskeskme koordinaadid, arvutatakse rataste või roomikute keskmine erisurve maapinnale, mõõdetakse juhtimispedaalide ja hoobade käsitsemiseks vajalikud jõud, määratakse horisontaalläbivuse raadius jt.

Traktori majandusliku katsetamise eesmärgiks on kindlaks määrata traktori ekspluatatsioonilised näitajad töötamisel mitmesuguste masinatega. Traktoriagregaat komplekteeritakse, arvestades tehtavale tööle esitatavaid agrotehnilisi nõudeid ja traktori võimsuse võimalikult täielikku ärakasutamist. Majanduslike katsetuste ajal kronometreeritakse agregaadi tööd tööaja elementide (töötamine koormusega, mitmesugustest põhjustest tingitud seisakud) üleskirjutamise teel, mõõdetakse kütuse kulu ja töödeldud pindala. Nende andmete alusel määratakse traktori põhilised ekspluatatsioonilised näitajad: *tootlikkus* ja *kütusekulu tehtud töö ühikule*. Majanduslike katsetuste ajal võetakse arvele kõik traktori defektid ja rikked, analüüsitakse konstruktsiooni vastavust ohutustehnika nõuetele. Traktori põhilised ekspluatatsioonilised näitajad määratakse järgmiste valemitega.

Traktoriagregaadi tootlikkus hektarit tunnis:

$$W_h = \frac{W}{T_a}, \qquad (124)$$

kus W — väljatöötus vahetuses ha;
T_a — traktoriagregaadi töötamise kestus tundides vahetuse jooksul koos pööretega tööee otstes ja tehnoloogiliste seisakutega (külvisekasti täitmine, kombaini terapunkri tühjendamine jne.).

Kütuse kulu traktori töötamisel koormusega kg/ha ja kg/h;

$$G_{ha} = \frac{G_W}{W}; \qquad G_t = \frac{G_W}{T_a}, \qquad (125 \text{ ja } 126)$$

kus G_{ha} — kütuse kulu kilogrammides 1 ha kohta;
G_W — summaarne kütuse kulu antud operatsiooni sooritamisel;
G_t — kütuse kulu tunnis antud tööle.

Majandusliku katsetamise lõppemisel võetakse traktorid lahti ja tehakse tehniline ekspertiis, kusjuures kulumiskindluse hindamiseks mõõdetakse detailide kulumine.

Pärast kõigi katsematerjalide läbitöötamist võib analüüsida saadud resultaate ja teha järeldusi. Uut tüüpi traktori katsetamisel määratakse, kuivõrd see vastab agrotehnika ja projektülesande nõuetele. Veokarakteristikute analüüsil pööratakse tähelepanu näitajate muutumise iseloomule nende soovitava kulgemise seisukohast. Veokarakteristiku ja enne dünamometreerimist võetud regulaatorkarakteristiku andmete kõrvutamine võimaldab kindlaks määrata, kui täielikult kasutatakse mootori võimsust antud mullastiku tingimustes. Kui mootori võimsust kasutatakse täielikult, siis erinevad maksimaalsed kütuse tunnikulud regulaator- ja veokarakteristiku järgi mitte oluliselt. Vastasel korral esineb aga võimsuse mittetäielik kasutamine suurendatud libisemise tõttu. Selle nähte põhjused võivad olla mitmesugused: traktori mitteküllaldane haardekaal, haarderibide ebaõnnestunud konstruktsioon, rasked pinnasetingimused jt.

Libisemiskõvera kulgemine on ratas- ja roomiktraktoritel erinev.

Ratastraktoritele on iseloomulik kõvera $\delta = f(P_h)$, järsk kulgemine, roomiktraktoritele — lame. Roomiktraktori kõver $\delta = f(P_h)$ läheb aga sageli lamedalt kulgemiselt järsule tõusele, mis vastab roomikute 100-protsendilisele kohallibisemisele traktori mitteküllaldase haardekaalu tõttu.

Kõvera $\delta = f(P_h)$ lame kulgemine kõigi koormuste diapasoonis iseloomustab käiguosa täiuslikkust. Kui ühe ja sama traktori jaoks on kaht tüüpi rattad või roomikud, mida on vaja hinnata erinevates mullastikutingimustes, siis võimaldavad seda ülesannet lahendada samal traktoril ja mullastikufoonil järjestikku võetud karakteristikutest saadud libisemiskõverad. Roomiktraktori koormamine on võimalik normaalsele veojõule P_{hn}, mis vastab maksimaalsele haakevõimsusele, lähedaste väärtuste piirides.

Tavaliselt piiratakse ratastraktoritel veojõu kasutamist kõige madalamal käigul maksimaalselt lubatava kohallibisemisega (umbes 10—15%) ja millele järelikult kaasneb mootori võimsuse mitteküllaldane kasutamine.

Kõverate $v = f(P_h)$ kulgemise määravad mootori pöörete arv ja traktori kohallibisemise muutumise iseloom. Kõigil käikudel ühtivad kõverate $v = f(P_h)$ ja $N_h = f(P_h)$ paindumispunktid ja annavad antud mullastikutingimustes maksimaalse haakevõimsuse $N_{h\,max} \cdot N_{h\,max}$, mille väärtusele vastab nominaalne veojõud P_{hn}. Käiguosa suure libisemise korral, kui kõver $\delta = f(P_h)$ pöördub järsult üles, kasutatakse mootori võimsust miltetäielikult ja kõver $N_h = f(P_h)$, omamata paindepunkti, justkui katkeb — traktor libiseb kohapeal. Maksimaalsest haakevõimsusest edasi iseloomustab iga käigu kõverat $N_h = f(P_h)$ *ülekoormuse piirkond.* Ülekoormuse piirkonnas määratakse haakevõimsuse muutumise iseloom mootori dünaamiliste omadustega ja esmajärjekorras tema pöördemomendi varuga (vaata XXVIII peatükk, § 5) ja käiguosa libisemise iseloomuga. Karakteristikute analüüsil pööratakse tähelepanu erinevatel käikudel kõvera $N_{h\,max}$ kulgemisele. Võib märkida, et ühtedel karakteristikutel madalamatelt käikudelt kõrgematele ülemineku $N_{h\,max}$ väärtused suurenevad, teistel on aga muutumise iseloom vastupidine. Teiste võrdsete tingimuste juures on haakevõimsuse suurenemine kõrgematel käikudel (madalamate käikudega võrreldes) iseloomulik kergetele ratastraktoritele, seda tingib libisemiskadude vähenemine. Roomiktraktoritel erinevatel käikudel mitteolulist libisemist ei esine. Nende maksimaalse haakevõimsuse väärtuse vähenemine madalamatelt käikudelt kõrgematele ülemineku on tingitud traktori veeremiskadude suurenemisest. See nähe on eriti märgatav suhteliselt suurema kaaluga traktorite puhul. Traktori dünaamilisi omadusi tuleb hinnata veodiagrammide alusel, mis on võetud erineval, antud traktori töötamist kõige rohkem iseloomustaval maapinnal. Üldkasutatavatele traktoritele on iseloomulikuks fooniks kõrrepõld, universaaltraktoritele aga külviks ettevalmistatud põld.

Pärast kõigi materjalide läbitöötamist ja analüüsi koostatakse aruanne, mis sisaldab põhilised andmed ja järeldused katsetulemuste kohta.

XLIII peatükk

AUTOTEOORIA

§ 1. Auto põhilised tehnilised ja ökonoomilised näitajad

Auto omaduste hindamiseks on kehtestatud järgmised ekspluatatsioonilis-tehnilised näitajad: *ökonoomsus, veo- ja dünaamilised omadused, töökindlus, tegevusraadius, läbivus, stabiilsus ja juhtimise kergus.*

Ökonoomsust määratakse auto sõidukatsetel ning hinnatakse 100 km või 100 tonnkilomeetri kohta kulutatud kütuse järgi (liitrites). Auto ökonoomsust iseloomustavad mootori ökonoomsus ning auto kaalulised näitajad, haardeomadused, optimaalsed liikumiskiirused ja koormused, samuti aga ka mehhanismide korrasolek.

Veo- ja dünaamilised näitajad iseloomustavad autot maksimaalse kiiruse saavutamise seisukohast antud teetingimuste juures. Samuti iseloomustab autot antud teetingimuste juures ületatav tee tõusu suurus. Auto veoomaduste iseloomustus oleneb veojõust vedavatel ratastel ning liikumisel mõjuvate takistuste summast.

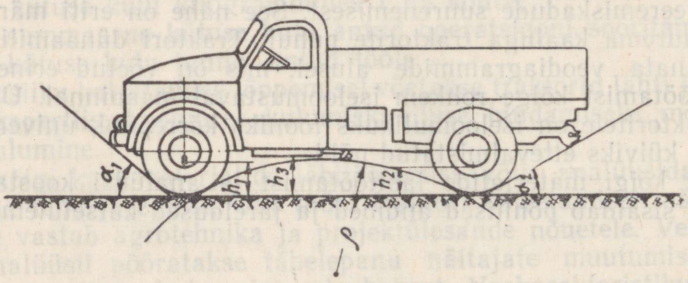
Töökindlust hinnatakse auto remondita ning detailide purunemiseta töötamise aja järgi. Töökindlus määratakse kindlaks pikaajaliste sõidukatsete alusel. Viimaste andmetel ning detailide kulumiskindluse järgi määratakse kindlaks ka auto garanteeritud tööiga ja remontide vahelised normid.

Tegevusraadius määratakse teekonna järgi, mille auto läbib ilma täiendava tankimiseta kuni kütusepaakidesse mahutatud kütuse ärakasutamiseni. Tegevusraadiuseks nimetatakse poolt teekonnast, mille auto läbib täistangitud paakidega. Tegevusraadius määratakse kõva kattega maanteel, mis läbib tasast maastikku.

Läbivus iseloomustab täiskoormaga auto võimet liikuda halbadel teedel, teede lagunemise ajal, maastikul ning ületada mitmesuguseid takistusi. Auto läbivus oleneb pehmel maapinnal liikumisel kasutatavate autokummide omadustest ja erisurvest maapinnale. Kõva katteta teedel vajuvad suure õhurõhuga ja raske koormuse all kummid pinnasesse ning auto kaotab liikumisvõime. Läbivuse suurendamiseks vähendatakse erisurvet maapinnale. Erisurve vähendamine saavutatakse spetsiaalsete kummide kasutamisega, millede profiil ja õhurõhk tagavad teega küllaldase kontaktpinna. Kummile mõjuv koormus väheneb autot kandvate telgede arvu suurendamisel.

Auto läbivust maastikul hinnatakse *gabariitläbivuse* näitajatega. Gabariitläbivus haarab mõisteid *kliirens, pikiläbivus-raadius, eesmine* ja *tagumine puutenurk.*

Kliirensit iseloomustavad vahekaugused teekatte ja auto madalamate kohtade vahel (joon. 404). Säärasteks kohtadeks on esisild, hooratta, käigukasti ja tagasilla karterid (vahekaugused vastavalt h_1, h_2 ja h_3).



Joon. 404. Auto läbivuse näitajate määramise skeem.

Kliirensi suurus oleneb auto konstruktsioonist ja agregaatide asetusest. Sõiduautode kliirensid on 180—230 mm, veoautodel 220—300 mm.

Pikiläbivus-raadius (joon. 404) ϱ võrdub tingliku silindrilise ebatasasuse raadiusele, mida auto saab ületada. See näitaja iseloomustab auto läbivust ebatasasel maastikul. Mida väiksem on ϱ, seda parem on auto läbivus. Kliirensi (h_3) vähenemisel auto läbivus halveneb. Kliirensi sama

väärtuse puhul auto baasi L suurendamine põhjustab ϱ suurenemise ning pikiläbivuse halvenemise. Väikese kandejõuga (kuni 2,5 t) veoautodel on pikiläbivus-raadius 2,5—3,5 m, suure kandejõuga (5—10 t) veoautodel aga 5—6 m.

Eesmine puutenurk α_1 (joon. 404) moodustub tee pinna ning esiratta puutuja vahel, mis läbib auto kere eesmist madalaimat punkti.

Tagumine puutenurk α_2 (joon. 404) moodustub tee pinna ning tagaratta puutuja vahel, mis läbib auto kere tagumist madalaimat punkti. Eesmine ning tagumine puutenurk iseloomustavad auto läbivust kraavidest, väljaulatistest, küngastest ja teistest takistustest ülesõidul ilma, et auto eesmised ja tagumised alumised osad neid puudutaksid. Mida suuremad on nurkade α_1 ja α_2 väärtused, seda suurem on auto läbivus. Sõiduautodel on eesmine puutenurk 25—30°, veoautodel 40—60°. Tagumised puutenurgad vastavalt aga 15—20° ja 30—40°.

Liikumissujuvus iseloomustab auto võimet liikuda ebatasastel teedel ilma kere tõugete ja võnkumisteta. Liikumise sujuvusest oleneb suurel määral auto keskmine liikumiskiirus.

Auto stabiilsus iseloomustab auto omadust liikuda mitmesugustes teetingimustes ilma piki- või põikisuunalise ümberpaiskumise ning rataste külglibisemiseta. Auto stabiilsus määratakse tema konstruktiivsete andmetega (baas, rataste jooksulaius, raskuskeskme asend, kaal jne.), tee tingimustega (tee tõus või langus kraadides, tee kurvid jne.) ja ekspluatatsioonirežiimiga (liikumiskiirus, pidurdamine jne.).

Juhtimise kergust iseloomustatakse autojuhi väsimise järgi auto juhtimisel. Juhtimise kergus oleneb juhtimisseadiste hoobadele ja pedaalidele rakendatava jõu suurusest ning nende paiknemisest. Eriti oluline on juhtimise kerguse tagamine suure kandejõuga veoautodel. Juhtimisseadistele rakendatava jõu vähendamine saavutatakse spetsiaalsete võimendusmehhanismide, käikude automaatse lülitamise ja teiste seadiste abil, mis kergendavad autojuhi tööd.

§ 2. Autode konstruktsioonide põhilised arengusuunad

Autoehitus areneb meie maal autotüüpide arvu suurenemise ning edasise täiustamise suunas vastavalt kasvavatele vajadustele. Autode olemasolev tüübistik laieneb väikese ja väga väikese kandejõuga autode, puksiirautode, suure mahutavusega linna ja linnadevaheliste autobusside kasutuselevõtmise suunas. Järjest suuremat tähelepanu pööratakse suure läbivusega autode loomisele. Autode täiustamisel parandatakse nende tehnilis-ökonoomilisi näitajaid ja esmajoones vähendatakse nende omakaalu.

Tänapäeva auto konstruktsioonile esitatavad põhilised nõuded on järgmised: suur ökonoomsus kütuse tarbimisel; head dünaamilised omadused; auto pikk iga ja remontidevaheline läbisõit; kohaldatavus tee- ja klimaatilistele tingimustele, mis on tüüpilised antud autotüübi ekspluatatsioonis.

Auto omakaalu vähendamiseks muudetakse konstruktsioon kompaktseks, kasutatakse kergemaid bensiinimootoreid, täiustatakse konstruktsioone, sõlmesid ja detaile, kasutatakse laialdaselt plastmasse, kergeid sulameid ja legeeritud teraseid, materjalide termilist töötlemist ja kulumiskindlate katetega katmist. Autode dünaamilisi omadusi (liikumiskiirused) suurendatakse põhiliselt mootorite liitervõimsuse suurendamise suunas.

§ 3. Auto võimsuse- ja veobilanss

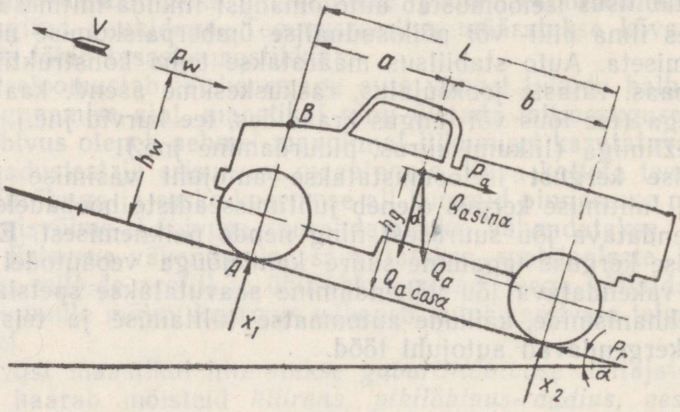
Joonisel 405 on kujutatud ebaühtlaselt, sirgjooneliselt ning horisontaali suhtes nurga α all asetseval teetõusul sõitvale autole mõjuvate jõudude skeem. Auto vedavatele ratastele on rakendatud veojõud P_r, mis paneb auto liikuma. Ühe vedava sillaga auto liikumistingimust väljendatakse sõltuvusega (87 a):

$$P_r \leqslant \varphi X_2.$$

Veojõu võib määrata analoogiliselt võrrandile (81 a) jättes arvestamata õhutakistusest põhjustatud momendi:

$$P_r = \frac{M_v}{r} = \frac{M_e \cdot \eta_m \cdot i_n}{r}, \qquad (127)$$

kus i_n — auto ülekandearv antud käigul.



Joon. 405. Autole mõjuvate jõudude skeem.

Auto liikumapanemiseks kulutatud võimsus kujutab endast järgmiste võimsuste summat:

N_m — transmissiooni mehhanismides hõõrdumisele kulutatud võimsus;
N_f — auto veeretakistuse ületamiseks kulutatud võimsus;
N_w — õhutakistuse ületamiseks kulutatud võimsus;
N_i — tee tõusu ületamiseks kulutatud võimsus;
N_a — auto kulgevalt liikuvate ja pöörlevate masside inertsjõudude ületamiseks kulutatud võimsus.

Võimsuste summa $N_f + N_i = N_\psi$ on tee summaarse takistuse ületamiseks kulutatud võimsus. Tee langul liikumisel on N_i väärtus märgiga miinus.

Auto võimsuse bilanss üldjuhul esineb kujul:

$$N_e = N_m + N_\psi + N_w + N_a. \qquad (128)$$

Transmissioonis hõõrdumisele kulutatud võimsus N_m ning veeretakistuse ja õhutakistuse ületamiseks kulutatud võimsused N_f ja N_w muutuvad soojuseks. Tee tõusu ületamiseks kulutatav võimsus N_i suurendab auto potentsiaalset energiat, mis tagastub auto tõusult allasõitmisel.

Inertsjõudude ületamiseks vajalik võimsus N_a kulutatakse auto liikumise kiirendamiseks, s. o. auto kineetilise energia suurendamiseks, ning saadakse tagasi auto liikumiskiiruse vähendamisel.

Vedavatele ratastele rakendatav võimsus võrdub:

$$N_r = \frac{P_r \cdot v}{270} = N_e \cdot \eta_m. \tag{129}$$

Transmissioonis hõõrdumisele kulutatav võimsus N_m arvutatakse valemiga:

$$N_m = N_e - N_r = N_e - N_e \cdot \eta_m = N_e(1 - \eta_m). \tag{130}$$

Veeretakistuse (kummide hõõrdumine teekattel, kummi ja teekatte deformatsioon, hõõrdumine vedavate rataste laagrites ja vedrustuse mehhanismides) ületamiseks kulutatud võimsus N_f võrdub teetõusul liikumisel üldjuhul (joon. 405);

$$N_f = \frac{1}{270} \cdot P_f \cdot v = \frac{Q_a \cdot f \cdot v \cdot \cos\alpha}{270}, \tag{131}$$

kus f — veeretakistuskoefitsient.

Tee tõusu ületamiseks kulutatav võimsus liikumise üldjuhuks tõusudel ja langudel võrdub (joon. 405):

$$N_i = \pm \frac{Q_a \cdot v \cdot \sin\alpha}{270}. \tag{132}$$

Tee summaarse takistuse ületamiseks kulutatud võimsus arvutatakse valemiga:

$$N_\psi = N_f \pm N_i = \frac{Q_a \cdot v \cdot \cos\alpha}{270} \pm \frac{Q_a \cdot v \cdot \sin\alpha}{270} = \frac{Q_a \cdot v(f \cdot \cos\alpha + \sin\alpha)}{270} =$$

$$= \frac{\Psi \cdot Q_a \cdot v}{270}, \tag{133}$$

kus $\Psi = f \cdot \cos\alpha \pm \sin\alpha$ — on tee summaarne takistuse tegur.

Keha liikumisel õhukeskkonnas tekib tema ees tihendatud õhukiht, taga aga — hõrendusala, milles tekivad keerised. Keha ja õhu vahel tekib hõõrdumine.

Auto liikumisel õhutakistusele kulutatud võimsus oleneb auto otspinna suurusest, auto kujust, liikumiskiirusest ja õhu tihedusest. Õhutakistuse ületamiseks kulutatud jõudu võib arvutada valemiga:

$$P_W = kF \cdot v^2 = \frac{W \cdot v^2}{3{,}6^2} = \frac{W \cdot v^2}{13}, \tag{134}$$

kus P_W — otspinnale mõjuvale õhutakistusele võrdne jõud, mis on rakendatud kõrgusele h_W (joon. 405);

k — tegur, mis määrab õhutakistusjõu suuruse antud kujuga kehale, mille otspinna suurus on 1 m² ja liikumiskiirus 1 m/sek;

F — auto lauppinna suurus. Ligikaudselt see pindala võrdub auto laiuse (B) ja kõrguse (h) korrutisele;

$W = kF$ — õhutakistustegur, mis määrab õhutakistusjõu olenevuse auto kujust ja mõõtmetest.

Õhutakistusest põhjustatud kadude vähendamiseks antakse auto kabiinidele voolujooneline kuju. Sõiduautode õhutakistustegur k on 0,023—0,037, veoautodel aga 0,055—0,075.

Õhutakistuse ületamiseks kulutatud võimsus on proportsionaalne kii-

ruse kuubiga:

$$N_W = \frac{P_W \cdot v}{270} = \frac{W \cdot v^2}{13} \cdot \frac{v}{270} = \frac{W \cdot v^3}{3510}. \quad (135)$$

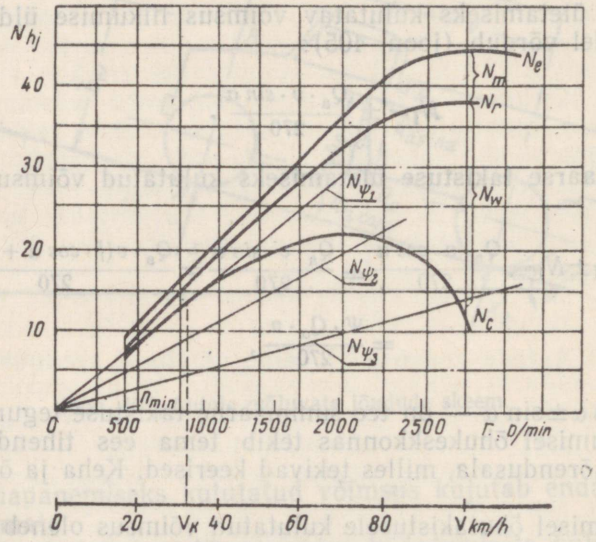
Auto kulgevalt liikuvate ja pöörlevate masside inertsjõudude (kiirendustakistuse) ületamiseks kulutatud võimsus arvutatakse valemiga:

$$N_a = \frac{1}{270} P_a \cdot v = \frac{Q_a \cdot a \cdot \delta}{270 \cdot g}, \quad (136)$$

kus P_a — auto kulgevalt liikuvate ja pöörlevate masside inertsjõud, mis on rakendatud auto raskuskeskmesse (joon. 405);
a — auto kiirendus;
g — raskuskiirendus (9,8 m/sek²);
δ — auto pöörlevate masside arvestuskoefitsient.

Asetades võrrandisse (128) võrrandite (130), (133), (135) ja (136) paremad pooled ja tehes vastavad tehted, saame auto võimsuse bilansi:

$$N_e \cdot \eta_m = \frac{v}{270}\left(Q_a \cdot \Psi + \frac{W \cdot v^2}{13} + \frac{Q_a \cdot a \cdot \delta}{g}\right). \quad (137)$$



Joon. 406. Auto liikumisdiagramm.

Auto võimsuse bilanssi võib kujutada graafiliselt (joon. 406). Säärast graafikut nimetatakse *auto liikumisdiagrammiks*. Nimetatud graafik võimaldab kindlaks määrata auto liikumisvõimalusi ühel või teisel liikumiskiirusel antud teetingimuste puhul. Selleks joonestatakse koordinaatides N—$v(n)$ mootori kiiruskarakteristik $N_e = f(n)$ ja sõltuvused:

$N_r = N_e - N_m = f(v)$;
$N_c = N_r - N_W = f(v)$ ja

$N_{\psi 1}, \ldots\ldots N_{\psi 2}$, $N_{\psi n} = f(n)$ erinevatele teetakistustele $\Psi_1, \Psi_{2e} \ldots\ldots \Psi_n$.

Võimsus N_c kujutab endast võimsuse jääki vedavatel ratastel, mida saab kasutada teetakistuste ületamiseks ja kiirendamiseks. Liikumisdiagrammi joonestamisel määratakse mootori pöörete arvu n(p/min) ja

auto liikumiskiiruse v (km/h) vaheline sõltuvus valemiga:

$$v = 0{,}377 \frac{r \cdot n}{i_n}, \tag{138}$$

kus i_n — auto ülekandearv antud käigul. Valemit (137) võib kirjutada kujul:

$$N_e \cdot \eta_m = \frac{P_r \cdot v}{270} = \frac{v}{270} (P_\psi + P_w + P_a), \tag{139}$$

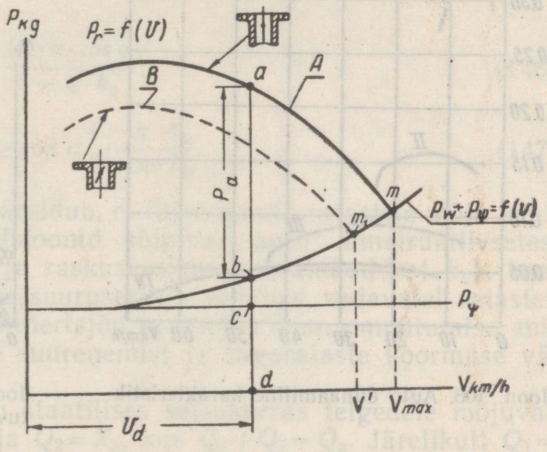
kus P_ψ — tee summaarne takistusjõud, või

$$P_r = P_\psi + P_w + P_a. \tag{140}$$

Võrrandit (140) nimetatakse auto *veobilansi võrrandiks.* Arendatud kujul on see võrrand järgmine:

$$\frac{M_v \cdot i_n \cdot \eta_m}{r} = Q_a \cdot \Psi + \frac{W \cdot v^2}{13} + \frac{Q_a \cdot a \cdot \delta}{g}. \tag{141}$$

Võrrandist (140) järeldub, et veojõud võrdub kõigi auto liikumist takistavate jõudude summale. Veobilansi võrrandit antud käigule võib kujutada graafiliselt, joonestades koordinaatides P—v sõltuvused $P_r = f(v)$, $P_w + P_\psi = f(v)$ ja $P_\psi = f(v)$ (joon. 407). Viimane sõltuvus on antud liikumistingimuste juures konstantne suurus ning on kujutatav abstsissteljele paralleelse sirgena. Veobilansi graafiku järgi võib määrata liikumistakistuse jõu suurused auto igasugusele liikumiskiirusele. Nii näiteks auto kiirusel v_d (joon. 407) jõu P_r suuruseks on lõik a—d, jõud P_ψ — lõik c—d, jõud P_w — lõik b—c, ja jõud P_a — lõik a—b, mis asetseb kõverate $P_r = f(v)$ ja $P_w + P_\psi = f(v)$ vahel. Veodiagrammi võib ehitada kütuse maksimaalse (A) või osalise juurdeandmise (B) juhtudele. Kõverate $P_r = f(v)$ ja $P_w + P_\psi = f(v)$ lõikumispunktid m ja m_1 vastavad auto maksimaalselt võimalikele liikumiskiirustele V_{max} ja V' antud teetingimuste juures.



Joon. 407. Auto veobilanss.

§ 4. Auto dünaamiline tegur ja dünaamiline karakteristik.

Auto liikumisel ühtlase kiirusega horisontaalsel teel omandab veobilansi võrrand järgmise kuju:

$$P_r = P_f + P_w \text{ ehk } P_f = P_r - P_w. \tag{142}$$

Veojõu ja õhutakistusjõu vahet nimetatakse *jõuvaruks*, mis kujunenud liikumisel kulutatakse täielikult teetakistuse ületamiseks.

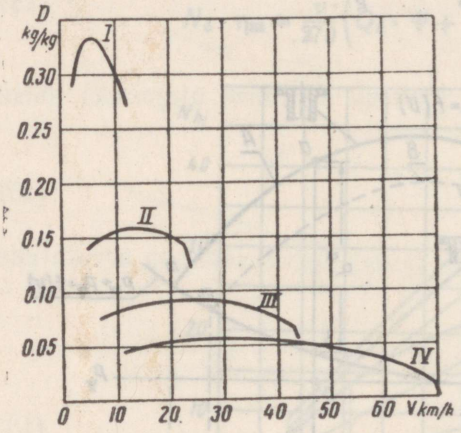
Auto dünaamilised omadused — *dünaamiline tegur D* —määratakse

jõuvaru ja kaalu suhtena:

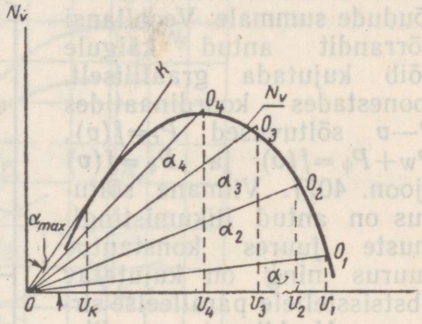
$$D=\frac{P_r-P_W}{Q_a}\ \text{kg/kg}. \tag{143}$$

Auto dünaamilised omadused paranevad mootori pöördemomendi suurenemise või peaülekande ülekandearvu suurendamise arvel. Valemist (143) saab järeldada, et auto dünaamilised omadused sõltuvad tema kaalust ja voolujoonelisusest. Auto dünaamiliste omaduste parandamise põhiliseks reserviks on auto omakaalu vähendamine. Auto dünaamikale avaldavad mõju veel ka auto (mootori, transmissiooni, kummide jne.) tehniline seisukord ja juhi kvalifikatsioon.

Sõltuvuse $D=f(v)$ graafikut erinevatele käikudele nimetatakse *auto dünaamiliseks karakteristikuks* (joon. 408). Dünaamiline tegur ja dünaamiline karakteristik võimaldavad hinnata auto veo- ja dünaamilisi omadusi: antud tingimustes võimalikku maksimaalset liikumiskiirust, kiirendamiseks vajalikku tee pikkust ja ületatavate teetõusunurkade suurust.



Joon. 408. Auto dünaamiline karakteristik.



Joon. 409. Auto liikumiskiirusest sõltuva võimsusvaru muutumise graafik.

§ 5. Võimsuse varu, maksimaalne tõusunurk ja kriitiline kiirus.

Liikumisdiagrammist (joon. 406) selgub, et auto liikumisel horisontaalsel teel ühtlase kiirusega jääb osa mootori võimsust reservi teetõusude ületamiseks ja auto kiirendamiseks. Seda reservvõimsust nimetatakse *võimsuse varuks* ja määratakse valemi järgi:

$$N_v=N_e\eta_m-(N_f+N_W). \tag{144}$$

Maksimaalne tõusunurk, mida auto saab ületada võimsuse varu arvel, määratakse valemiga:

$$N_i=\frac{Q_a \sin\alpha}{270}\cdot v.$$

Arvestades, et selleks kulutatakse kogu võimsuse varu ($N_i=N_v$):

$$\sin\alpha_{max}=\frac{270\,N_v}{Q_a\cdot v}. \tag{145}$$

Joonisel 409 on kujutatud graafik $N_v=f(v)$. Kiired $O-O_1$; $O-O_2$ jne.

kujutavad endast tõusude ületamiseks kulutatud võimsusi, nurgad α_1, α_2 jne. aga — ületatavaid tõusunurkasid. Kiirte $O—O_1$, $O—O_2$ jne. lõikumispunktid kõveraga $N_v=f(v)$ annavad maksimaalsed liikumiskiirused v_1, v_2 jne. antud tõusunurkadele. Ületatava tõusunurga suurim väärtus vastab nurgale α_{max}, kui sirge $O—K$ on kõverale $N_v=f(v)$ puutujaks. Nurgale α_{max} vastavat liikumiskiirust nimetatakse *kriitiliseks* (v_k).

§ 6. Auto rataste reaktsioonid

Auto liikumisel mõjuvad ratastele pinnase normaalreaktsioonid X_1 ja X_2 (joon. 405) mis muutuvad sõltuvalt liikumistingimustest. Nende reaktsioonide määramiseks koostame teetasapinnal ja sellele perpendikulaarsel tasapinnal jõudude projektsioonide võrrandid ja ka momentide võrrandi esiratta ja teepinna kokkupuutepunkti A suhtes:

$$P_W+P_a+Q_a \cdot sin\,\alpha - P_r=0;$$
$$X_1+X_2 - Q_a \cdot cos\,\alpha=0;$$

$Q_a \cdot a \cdot cos\,\alpha+(P_W+P_a+Q_a \cdot sin\,\alpha)\quad h_g - X_2 \cdot L=0$, arvestades et $h_W \approx h_g$.

Lahendades need võrrandid X_1 ja X_2 suhtes ja asendades $P_r=X_2 \cdot \varphi$, saame:

$$X_2=\frac{Q_a \cdot a \cdot cos\,\alpha}{L-\varphi \cdot h_g}; \tag{146}$$

$$X_1=Q_a \cdot cos\,\alpha\,\frac{b-\varphi \cdot h_g}{L-\varphi \cdot h_\varphi}. \tag{147}$$

Valemitest (146) ja (147) järeldub, et liikuva auto ratastele mõju avaldavad teepinna normaalreaktsioonid sõltuvad auto konstruktiivsetest mõõtmetest (baasist $L=a+b$ ja raskuskeskme koordinaatidest h_g), kaalust, ületatava tõusu või langu suurusest ja veojõust vedavatel ratastel. Auto pidurdamine kutsub esile inertsjõu ja veojõu suuna muutumise, mis põhjustab esirataste koormuse suurenemist ja tagarataste koormuse vähenemist.

Horisontaaltasapinnas auto staatilises seisukorras telgedele mõjuvad koormused võrduvad: $Q_1=X_1$ ja $Q_2=X_2$, kus $Q_1+Q_2=Q_a$. Järelikult $Q_1=X_1=Q_a\frac{b}{L}$ ja $Q_2=Q_a\frac{a}{L}$. Liikumise üldjuhul nimetatakse reaktsioonide X_1 ja X_2 suhet vastavalt reaktsioonidesse Q_1 ja Q_2 *koormuse pikiümberpaigutuse teguriteks*:

$$m_1=\frac{X_1}{Q_1}=\frac{L \cdot cos\,\alpha(b-\varphi \cdot h_g)}{b \cdot (L-\varphi \cdot h_g)}; \tag{148}$$

$$m_2=\frac{X_2}{Q_2}=\frac{L \cdot cos\,\alpha}{L-\varphi \cdot h_g}. \tag{149}$$

§ 7. Auto veoarvutus.

Veoarvutusega määratakse auto mootori karakteristik ja võimsus, peaülekande ja käigukasti ülekandearvud ning käikude arv.

Veoarvutus koostatakse järgmises järjekorras.

Määratakse auto üldkaal Q_a, mis võrdub auto omakaalu Q_o ja kasuliku koorma kaalu Q_e summale:

$$Q_a=Q_o+Q_e \tag{150}$$

Auto omakaal peab olema võimalikult väike, kuid seejuures tuleb säi-

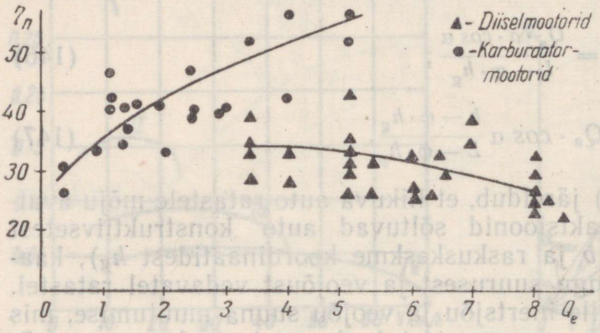
litada mehhanismide nõutud tugevus ja konstruktsiooni kui terviku jäikus. Auto omakaalu suhet kilogrammides kandejõusse tonnides nimetatakse *auto kaalu kasutamise teguriks*:

$$\eta_Q = \frac{Q_o}{Q_e} \tag{151}$$

Koefitsient η_Q arvutatakse olemasolevatele automarkidele ja nende järgi ehitatakse graafik $\eta_Q = f(Q_a)$. Projekteeritava auto kogukaal saadakse valemist:

$$Q_a = Q_e \cdot \eta_Q + Q_e. \tag{152}$$

Kummide mõõtmed valitakse lubatud koormuste suuruse järgi kummide kindlaksmääratud rõhu juures. Auto kandejõu täielikul ärakasutamisel moodustab koormus esiteljele 25—30%, tagateljele aga 75—70% auto üldkaalust. Teades auto üldkaalu ja koormuse jagunemist telgedele, valitakse sobivad kummid ja ratta vaba raadius $\frac{D}{2}$. Kummi deformatsiooni arvestatakse deformatsioonikoefitsiendiga, mis võetakse madalsurve kummidele 0,94—0,95 ja kõrgsurve kummidele 0,95—0,96.



Joon. 410. Veoauto mootori pöörlemiskiiruse teguri sõltuvus auto kandejõust.

Määratakse mootori kiiruskarakteristik võimsuse bilansi võrrandist (137) ühtlase liikumise puhul ($N_a = 0$). Algul leitakse üks kiiruskarakteristikule tüüpiline punkt ja seejärel määratakse teised punktid, mis on vajalikud terve karakteristiku ehitamiseks. Sel eesmärgil määratakse maksimaalsele pöördemomendile ja kriitilisele kiirusele v_k vastav võimsus N_m. Tehnilises ülesandes näidatud Ψ ja v_k väärtustel see võimsus võrdub:

$$N_M = \frac{\Psi_{proj.max.} \cdot Q_a + \frac{W \cdot v_k^2}{13}}{270\eta_m} \cdot v_k, \tag{153}$$

kus $\psi_{proj.\,max}$ — otseülekandel sõitmisel ületatava teetakistuse teguri maksimaalväärtus. Arvutatud N_M väärtuse järgi määratakse mootori maksimaalne võimsus $N_{e\,max} = 2N_M$ ja sellele vastav liikumiskiirus otseülekandel $v_N = \frac{v_k}{0{,}4}$. Kiiruskarakteristiku ehitamisel on vaja üle minna kiiruste mastaabilt mootori pöörete arvu mastaabile, kusjuures eelnevalt tuleb kindlaks määrata auto peaülekande ülekandearv (otseülekandel käigukasti ülekandearv $i_k = 1$) valemiga:

$$i_o = \frac{\eta_n \cdot r}{2{,}65}, \tag{154}$$

kus $\eta_n = \frac{n}{v}$ — *pöörlemiskiiruse tegur,* mis määratakse graafiku $\eta_n = f(Q_e)$ abil. Nimetatud graafik joonestatakse olemasolevate autode näitajate järgi (joon. 410). Arvestades projekteeritava auto kandejõudu, saadakse graafikust vastav η_n väärtus. Üldkujul määratakse mootori pöö-

rete arvu ja auto liikumiskiiruse vaheline sõltuvus valemiga:

$$n = 2{,}65 \frac{i_o \cdot i_k \cdot v}{r}, \tag{155}$$

kus i_k — käigukasti ülekandearv. Valemi (155) järgi määratakse ka mootori maksimaalsele võimsusele $N_{e\,max}$ vastav mootori pöörete arv n_N auto sõitmisel otseülekandel ($i_k = 1$) kiirusega $v_N = \frac{v_k}{0{,}4}$. Kasutades $N_{e\,max}$ ja n_N väärtusi, määratakse ülejäänud kiiruskarakteristiku punktid tabeli 12 alusel järgmistest suhetest:

Tabel 12

$\frac{n}{n_N}$	0,2	0,4	0,6	0,8	1,0	1,1	1,2
$\frac{N}{N_{e\,max}}$	0,19	0,5	0,73	0,91	1,0	0,97	0,92

Peaülekande arvutatud ülekandearvu täpsustatakse auto dünaamilise karakteristiku joonestamise teel otseülekandel. Sellel eesmärgil joonestatakse dünaamilised karakteristikud väärtustele i_o, mis on lähedased arvutuse teel saadule, ning võrreldakse auto dünaamilise teguri ja maksimaalse liikumiskiiruse muutumise iseloomu. Ülekandearvu i_o suurendamine suurendab otseülekandel dünaamilist tegurit ja vähendab auto maksimaalset liikumiskiirust.

Määratakse esimese käigu ülekandearv maksimaalse teetakistuse ψ_{max} ületamise tingimusest. Seejuures peab vedavatel ratastel arendatav veojõud olema suurem teetakistusest ja ei tohi ületada kummi haardumisjõudu teekattega.

Esimese käigu ülekandearv määratakse esimese tingimuse järgi valemist:

$$\frac{M_e \cdot i_o \cdot i_1 \cdot \eta_m}{r} \geqslant \psi_{max} \cdot Q_a \text{ või } i_1 \geqslant \frac{\Psi_{max} \cdot Q_a \cdot r}{M_e \cdot i_o \cdot \eta_m}, \tag{156}$$

ja seejärel kontrollitakse libisemise puudumist teise tingimuse järgi valemist:

$$\frac{M_e \cdot i_o \cdot i_1 \cdot \eta_m}{r} \leqslant \varphi \cdot m_2 \cdot Q_2 \text{ või } i \leqslant \frac{\varphi \cdot m_2 \cdot Q_2 \cdot r}{M_e \cdot i_o \cdot \eta_m}, \tag{157}$$

kus m_2 — koormuse pikiümberpaigutuse tegur tagumistele vedavatele ratastele, mis määratakse valemi (149) järgi.

Ülejäänud käikude ülekandearvud (esimese ja otseülekande vahel) määratakse geomeetrilise progressiooni järgi. Auto kiirendamiseks kasutatava käigu ülekandearv võetakse võrdseks 0,8-ga.

Kolmeastmelise käigukasti ülekandearvud on vastavalt:

$$i_1;\ \sqrt{i_1};\ 1. \tag{158}$$

Neljaastmelisel käigukastil:

$$i_1;\ \sqrt[3]{i_1^2};\ \sqrt[3]{i_1} \text{ ja } 1. \tag{159}$$

Viieastmelisel käigukastil:

$$i_1;\ \sqrt[4]{i_1^3};\ \sqrt[4]{i_1^2};\ \sqrt[4]{i_1} \text{ ja } 1. \tag{160}$$

Veoarvutuse teel saadud parameetreid täpsustatakse kiirendamiseks vajaliku teekonna ja aja ning kiirenduse suuruse analüüsi, kui ka veo- ja dünaamiliste karakteristikute joonestamise ning analüüsi teel.

Näitajad	Traktorite margid								
	Т-16	ДТ-20	Т-28*	МТЗ-5ЛС	МТЗ-5МС	Т-38	Т-75	ДТ-54А	С-100
Traktori tüüp	Iseliikuv šassii	Universaalne					Üldkasutatav		Tööstusliku otstarbega
Käiguosa tüüp	Pneumaatiliste kummidega rattad						Roomikud		
Mootori tüüp	Neljataktiline diiselmootor								
Mootori mark	Д-16	Д-20	Д-28	Д-48Л	Д-48М	Д-40	Т-75	Д-54А	КДМ-100
Nominaalne võimsus *hj*	16	18	28	48	48	40	75	54	90
Tootmise algaasta	1960	1958	1958	1960	1960	1958	1960	1957	1958
Traktori baas *mm*	2500	1423—1837** 1630—1755***	2034	2450	2450	1740	1622	1622	2370
Tagarataste jooksulaius või roomikute keskkohtade vahekaugus *mm*	Muudetav 1200 kuni 1800 piires intervallidega 150 mm	Muudetav 1100 kuni 1500 mm piires intervallidega 50 mm	Muudetav 1200 kuni 1800 mm piires (astmeteta)			1340	1435	1435	1880
Kliirens (roomiktraktoritel juhul, kui haarderibid ei ole maapinda tunginud) *mm*	560	308 **, 515 ***	650	650 ****	650 ****	685	280	260	387
Traktori konstruktiivne kaal, *kg*	1200	1460	2200	2750	2750	3950	5960	5515	11400
Arvutuslikud liikumiskiirused *km/h*									
1. käigul	3,72	5,03	3,63	1,93	1,93	4,05	2,14	3,59	2,36
2. käigul	4,75	6,52	5,02	2,30	2,30	4,94	2,68	4,65	3,78
3. käigul	5,80	8,22	6,29	2,83	2,83	5,56	3,22	5,43	4,51

Näitajad	Traktorite margid								
	T-16	ДТ-20	T-28 *	МТЗ-5ЛС	МТЗ-5МС	T-38	T-75	ДТ-54А	C-100
4. käigul	6,85	15,7*****	8,68	4,81	4,81	6,53	4,00	6,28	6,45
5. käigul	13,60	—	18,15	6,22	6,22	9,70	4,95	7,92	10,15
6. käigul	19,60	—	25,10	7,00	7,00	—	5,97	—	—
7. käigul	—	—	—	8,30	8,30	—	7,07	—	—
8. käigul	—	—	—	10,17	10,17	—	8,80	—	—
9. ja 10 käigul	—	—	—	17,34—22,42	17,34—22,42	—	10,60	—	—
Tagasikäigul	3,76	Samad, mis edasi	4,63 ja 6,30	1,46 ja 5,21	1,46 ja 5,21	3,78	1,76; 3,32; 5,86	2,43	2,79—7,61
Töötamisel käiguaeglustajaga	1,15	0,87	0,45; 0,79; 2,29	—	—	—	—	—	—
Veojõud kõrrepõllul töötamisel, *kg*:									
1. käigul	820	720	1500	265 kuni 1400		1750	—	2850	9000
2. käigul	615	550	1000			1450	—	2100	5400
3. käigul	470	385	750			1250	—	1750	4400
4. käigul	370	125	500			1000	3500	1450	2700
5. käigul	190	—	—			550	3050	1000	1500
6. käigul	100	—	—			—	2450	—	—
7. käigul	—	—	—			—	2000	—	—
8. käigul	—	—	—			—	1500	—	—
9. käigul	—	—	—			—	1000	—	—
Kummide mõõtmed (tollides):									
esiratastel	6,0—16	4,0—16	6,5—16	6,5—20	6,5—20	—	—	—	—
tagaratastel	8,0—32	8,0—32	11—38	12—38	12—38	—	—	—	—
Normaalne õhurõhk kummides *kg/cm²***									
esiratastel	2,3—2,5	1,8—2,0	2,5	1,7	1,7	—	—	—	—
tagaratastel	1,1—1,25	0,8—0,9	0,85—1,2	1,0	1,0	—	—	—	—
Jõuvõtuvõlli ajam	Sõltumatu	Sõltuv	Sõltumatu			Sõltuv	Sõltuv ja sõltumatu	Sõltuv	

Näitajad	Traktorite margid								
	T-16	ДТ-20	T-28 *	МТЗ-5ЛС	МТЗ-5МС	T-38	T-75	ДТ-54А	С-100
Rihmaratas	Olemas						Puudub		
Rippsüsteem	Lahus-agregaatne hüdrauliline süsteem								
Traktori kütusepaagi maht *l*	40	48	74	100	100	115	218	250	235

* Selle traktori puuvillakasvatuse modifikatsioonil (T-28X) on mootor Д-30.
** Puuviljanduses kasutatav modifikatsioon.
*** Köögiviljanduses kasutatav modifikatsioon.
**** Pooltelgede kestade all.
***** Mootori väntvõlli pöörlemiskiirusel 1800 p/min on traktori liikumiskiirus 17,65 km/h.

SISUKORD

ESIMENE OSA

I peatükk. **Kodumaise traktori- ja autoehituse põhietapid** 3

§ 1. Kodumaise traktoriehituse arengu põhietapid 3
§ 2. Kodumaise autoehituse arengu põhietapid 8

II peatükk. **Traktorite ja autode klassifikatsioon ning nende põhimehhanismid** 11

§ 1. Traktorite klassifikatsioon 11
§ 2. Autode klassifikatsioon 14
§ 3. Traktorite ja autode põhimehhanismid 17

TEINE OSA

TRAKTORITE JA AUTODE SISEPÕLEMISMOOTORITE TEOORIA ALUSED

III peatükk. **Sisepõlemismootorite üldehitus ja töötamine** 19

§ 1. Autode ja traktorite mootorite klassifikatsioon 19
§ 2. Sisepõlemismootorite põhimehhanismid ja süsteemid 19
§ 3. Üldmõisted ja määratlused 20
§ 4. Neljataktilise karburaatormootori töötsükkel 22
§ 5. Neljataktilise diisli töötsükkel 23
§ 6. Kahetaktilise mootori töötsükkel 26
§ 7. Nelja- ja kahetaktilise mootori võrdlus 29
§ 8. Diisel- ja karburaatormootorite võrdlus 29
§ 9. Mitmesilindrilise mootori töötamine 30

IV peatükk. **Auto- ja traktorimootorite kütused** 31

§ 1. Auto-traktorikütuste klassifikatsioon ja nende termilised omadused . . . 31
§ 2. Autode ja traktorite karburaatormootorite kütused 32
§ 3. Diiselautode ja -traktorite kütus 33

V peatükk. **Tegelikud protsessid mootorites. Mootorite põhimõõtmete määramine** 36

§ 1. Sisselaskeprotsess 36
§ 2. Komprimeerimisprotsess 37
§ 3. Põlemisprotsess (üldalused) 38
§ 4. Põlemisprotsess karburaatormootorites 39
§ 5. Põlemisprotsess diislites 40
§ 6. Paisumisprotsess 41
§ 7. Väljalaskeprotsess 42
§ 8. Mootori töötsüklit iseloomustavad parameetrid 43
§ 9. Mootori tööd iseloomustavad parameetrid 45
§ 10. Mootori soojusbilanss 47
§ 11. Mootori põhilised võrdlevad parameetrid 48
§ 12. Mootori põhimõõtmete määramine 49

KOLMAS OSA

VÄNT- JA GAASIJAOTUSMEHHANISM

VI peatükk. **Väntmehhanismi kinemaatika ja dünaamika** 51

§ 1. Põhiandmed 51
§ 2. Mootori tasakaalustamine 56

VII peatükk. **Väntmehhanismi ehitus ja töötamine** 61

§ 1. Silindrid ja plokk-karterid 61
§ 2. Plokikaas 64
§ 3. Kolvid, kolvirõngad ja -sõrmed 68
§ 4. Kepsud ja kepsulaagrid 77
§ 5. Väntvõllid ja raamlaagrid 80
§ 6. Hooratas 89
§ 7. Mootori kinnitamine traktori või auto raamile 89
§ 8. Väntmehhanismi rikked ja nende kõrvaldamine 91

VIII peatükk. **Gaasijaotusmehhanismi ehitus ja töötamine** 95

§ 1. Gaasijaotusmehhanismi otstarve 95
§ 2. Klappidega gaasijaotusmehhanismi töötamine 95
§ 3. Klappidega gaasijaotusmehhanismi detailid 98
§ 4. Dekompressioonimehhanism 104
§ 5. Gaasijaotusmehhanismi rikked ja nende kõrvaldamine 107

NELJAS OSA

MOOTORI TOITESÜSTEEM JA REGULAATOR

IX peatükk. **Mootori toitesüsteemide skeemid. Kütusepaakide, -filtrite ja etteandepumpade ehitus** 111

§ 1. Mootorite toitesüsteemide skeemid 111
§ 2. Kütusepaagid 115
§ 3. Kütusefiltrid 119
§ 4. Kütuse etteandepumbad 124
§ 5. Kütusepaakide, -filtrite ja etteandepumpade hooldamine 129

X peatükk. **Õhupuhastid, sisse- ja väljalasketorustik** 130

§ 1. Õhupuhastid 130
§ 2. Sisse- ja väljalasketorustik 134
§ 3. Õhupuhastite ja sisse- ning väljalasketorustike hooldamine 137

XI peatükk. **Karburaatorid** 138

§ 1. Elementaar-karburaatori töötamise skeem 138
§ 2. Karburaatori töötamine mootori mitmesugustel tööreŽiimidel 139
§ 3. Nõutava koostisega küttesegu valmistava karburaatori ehitus 141
§ 4. Karburaatori K-16 ehitus ja töötamine 146
§ 5. Karburaatori K-82 ehitus ja töötamine 147
§ 6. Karburaatori К-22Г ehitus ja töötamine 149
§ 7. Mootori maksimaalpöörete piiraja ehitus ja töötamine 150
§ 8. Karburaatorite hooldamine 152
§ 9. Leeksüütega karburaatormootori töötamine 154

XII peatükk. **Küttesegu moodustamine diiselmootorites. Kütusepumbad ja pihustid** 155

§ 1. Küttesegu moodustamine diiselmootorites 155
§ 2. Mitme plunžriga kütusepumbad 158
§ 3. Ühe plunžriga kütusepumbad 169
§ 4. Kütusepumpade ajamid 171
§ 5. Kütusetorud 174
§ 6. Pihustid 175
§ 7. Diiselmootori ЯМЗ pump-pihusti 177

XIII peatükk. **Traktori mootorite pöörete regulaatorid** 181

§ 1. Regulaatorite ülesanne ja klassifikatsioon 181
§ 2. Ühereŕiimsed regulaatorid 181
§ 3. Kõigireŕiimsed regulaatorid 183
§ 4. Diisli töö juhtimise mehhanism 192
§ 5. Regulaatori töö põhinäitajad 194

XIV peatükk. **Kütusepumpade regulaatorite ja pihustite hooldamine, kontrollimine ning reguleerimine** 194

§ 1. Kütusepumpade, regulaatorite, kütusetorude ja pihustite hooldamine . . . 194
§ 2. Õhu kõrvaldamine toitesüsteemist 195
§ 3. Pihusti töötamise kontrollimine ja kütuse normaalse sisspritsimisrõhu reguleerimine 196
§ 4. Pumbaelementide seisukorra kontrollimine 197
§ 5. Kütusepumba eelsisspritsimisnurga kontrollimine ja reguleerimine . . 198
§ 6. Pihusti eelsisspritsimisnurga kontrollimine 201
§ 7. Regulaatori töötamise kontrollimine ja mootori tühikäigupöörete reguleerimine 202
§ 8. Pumbasektsioonide kütuse etteandmise ühtluse kontrollimine ja reguleerimine 203

VIIES OSA

ÕLITUS- JA JAHUTUSSÜSTEEMID

XV peatükk. **Määrdeained** 205

§ 1. Põhimõisteid hõõrdumisest ja määrimisest 205
§ 2. Määrdeõlid ja nende omadused 207
§ 3. Konsistentsed määrded 209

XVI peatükk. **Mootorite õlitussüsteemid** 210

§ 1. Mootorite õlitussüsteemide liigitus 210
§ 2. Kombineeritud õlitussüsteem 211
§ 3. Mootori karteri tuulutus 217
§ 4. Õlipumpade ehitus 219
§ 5. Õli jäme- ja peenpuhastusfiltrite ehitus 222
§ 6. Õliradiaatorite, karteri õlivanni ja kontrollriistade ehitus 230
§ 7. Õlitussüsteemi hooldamine 233

XVII peatükk. **Mootorite jahutussüsteemid** 235

§ 1. Jahutussüsteemide liigitus ja mitmesuguste jahutussüsteemide töötamise skeemid 235
§ 2. Radiaatorite ja termostaatide ehitus 239
§ 3. Ventilaatorite ja veepumpade ehitus 245
§ 4. Kinnine sundtsirkulatsiooniga vesijahutussüsteem 251
§ 5. Jahutussüsteemi hooldamine 252

KUUES OSA

ELEKTRISEADMED

XVIII peatükk. **Generaatorid** 255

§ 1. Generaatorite tüübid ja nendele esitatavad nõuded 255
§ 2. Vahelduvvoolugeneraatorid 256
§ 3. Generaator Г-46 256
§ 4. Alalisvoolugeneraatorid 259
§ 5. Generaator Г-66 259
§ 6. Generaatorid Г-21Г, Г-21В, Г-81 ja Г-80 262
§ 7. Relee-regulaatorid РР-20 ja РР-24Г 263
§ 8. Generaatorite hooldamine 266

XIX peatükk. **Akupatareid** 268

§ 1. Akupatareide üldehitus 268
§ 2. Happeakudes ja raudnikkelakudes toimuvad keemilised protsessid . . . 271
§ 3. Happeakupatareide iseloomustus 271
§ 4. Akupatareide valik. Elektrolüüt 273
§ 5. Akupatareide laadimine 273
§ 6. Akupatareide rikked 275
§ 7. Akupatareide kontrollimine ja hooldamine 276

XX peatükk. **Küttesegu süütamine elektrisädemega** 277

§ 1. Elektrisädemega süütamine 277
§ 2. Süütemoment ja selle mõju mootori töötamisele 278
§ 3. Süüteküünlad 278
§ 4. Süütesüsteemide tüübid 281

XXI peatükk. **Patareisüüde** 281

§ 1. Patareisüüte töötamise skeem 281
§ 2. Mitmesuguste tegurite mõju sekundaarmähise elektromotoorsele jõule . 282
§ 3. Süütepooli Б-1 ehitus 283
§ 4. Katkesti-jagaja P-20 ehitus 284
§ 5. Süütelüliti 287
§ 6. Patareisüüte seadmine 288
§ 7. Patareisüütesüsteemi rikked ja hooldamine 289

XXII peatükk. **Magneetosüütesüsteem** 291

§ 1. Magneeto skeem ja töötamise põhimõte 291
§ 2. Magneeto tööprotsess ja karakteristikud 292
§ 3. Magneeto ehitus 295
§ 4. Magneeto kohaleasetamine ja hooldamine 298

XXIII peatükk. **Elektrilised starterid** 299

§ 1. Starteritele esitatavad nõuded 299
§ 2. Starterite liigitus lülitus- või ajamimehhanismi tüübi järgi 299
§ 3. Starteri töötamise põhimõte ja karakteristik 300
§ 4. Mehaanilise ajamiga starterid 301
§ 5. Elektromagnetilise ajammehhanismiga starterid 304
§ 6. Starteri võimsus 307
§ 7. Starterite hooldamine 307

XXIV peatükk. **Valgustus- ja signaalseadised ning kontroll-mõõteriistad** . . . 309

§ 1. Valgustusseadised 309
§ 2. Helisignaal 312
§ 3. Kontroll-mõõteriistad 312
§ 4. Elektrikaitsmed ja -juhtmed 315
§ 5. Elektriseadmestike skeemid 317

SEITSMES OSA

MOOTORITE KÄIVITAMINE

XXV peatükk. **Mootorite käivitussüsteem** 319

§ 1. Käivitussüsteem 319
§ 2. Käivitus-eelsoojendid 322

XXVI peatükk. **Bensiinimootoriga käivitussüsteem** 327

§ 1. Käivitusmootor ПД-10М 327
§ 2. Käivitusmootor П-46 328
§ 3. Diiselmootorite Д-54А ja Д-75 käivitussüsteemi ülekandemehhanism . . 330
§ 4. Diiselmootori КДМ-100 käivitussüsteemi ülekandemehhanism 335
§ 5. Diiselmootorite Д-40 ja Д-48Л käivitussüsteemi ülekandemehhanism . . 337
§ 6. Käivitussüsteemi hooldamine 339

XXVII peatükk. **Mootorite käivitamine** 339

§ 1. Auto karburaatormootori käivitamine 339
§ 2. Traktori diiselmootori käivitamine käivitusmootoriga 340
§ 3. Traktorite diiselmootorite käivitamine elektriliste starteritega 342
§ 4. Diiselmootorite käivitamine madalal õhutemperatuuril 342

KAHEKSAS OSA

AUTO- TRAKTORIMOOTORITE KARAKTERISTIKUD JA KATSETAMINE

XXVIII peatükk. **Auto- traktorimootorite karakteristikud** 344

§ 1. Põhilised mõisted 344
§ 2. Reguleerimiskarakteristikud 344
§ 3. Kütusekulu reguleerimiskarakteristikud 345
§ 4. Eelsüütenurga ja kütuse eelsissepritsimisnurga reguleerimiskarakteristikud . 347
§ 5. Kiiruskarakteristik 349
§ 6. Koormuskarakteristik 351
§ 7. Regulaator- ja tühikäigu karakteristik 351
§ 8. Mootori karakteristikute praktiline kasutamine 353

XXIX peatükk. **Mootorite katsetamine** 355

§ 1. Katsetamiste klassifikatsioon ja sisu 355
§ 2. Katsetamistel kasutatavad sisseseaded ja aparaadid 355
§ 3. Katsetamise tehnika ja katsetulemuste läbitöötamine 360

ÜHEKSAS OSA

AUTODE JA TRAKTORITE TRANSMISSIOONID

XXX peatükk. **Transmissioonide üldandmed** 363

§ 1. Transmissioonide ülesanne ja tüübid 363
§ 2. Mootori pöördemoment ja traktori veomoment 364
§ 3. Traktorite ja autode transmissioonide ehituse iseärasused 365

XXXI peatükk. **Sidurid ja vaheühendid** 366

§ 1. Siduritele esitatavad nõuded 366
§ 2. Sidurite tüübid 366
§ 3. Traktori ДТ-54А sidur 369
§ 4. Traktori Т-75 sidur 370
§ 5. Traktorite «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС sidur 373
§ 6. Auto ЗИЛ-164 sidur 374
§ 7. Sidurite võrdlev hinnang ja hooldamine 375
§ 8. Vaheühendite ülesanne ja tüübid 377
§ 9. Vaheühendite konstruktsioonid 379

XXXII peatükk. **Käigukastid** 379

§ 1. Käigukastide ülesanne ja klassifikatsioon 379
§ 2. Käikude arvu mõju traktori dünaamilisusele ja ökonoomsusele 382
§ 3. Käigukastide põhilised osad ja mehhanismid 383
§ 4. Traktori ДТ-54А käigukast 387
§ 5. Traktorite «Belaruss» МТЗ-5ЛС ja МТЗ-5МС käigukast 390
§ 6. Traktori Т-75 käigukast 395
§ 7. Autode ГАЗ-51А ja ГАЗ-63 käigukast 399
§ 8. Auto ЗИЛ-164 käigukast 401
§ 9. Jaotuskastid 403
§ 10. Käigukastide hooldamine 405

XXXIII peatükk. **Autode kardaanülekanded** 406

§ 1. Kardaanülekannete tüübid 406
§ 2, Kardaanülekannete konstruktsioonid 409
§ 3. Võrdsete nurkkiirustega kardaanliigendid 410

XXXIV peatükk. **Traktorite ja autode tagasillad** 412

§ 1. Üldandmed 412
§ 2. Traktorite keskülekanne 412
§ 3. Autode peaülekanne 414
§ 4. Traktorite lõppülekanne 415
§ 5. Roomiktraktorite pööramismehhanismid 415
§ 6. Diferentsiaal 417
§ 7. Ratastraktorite ja autode vedavad poolteljed 420
§ 8. Tõukejõu üleandmise reaktiivmomendi vastuvõtmise viisid 421
§ 9. Traktorite ДТ-54А ja Т-75 tagasild 423
§ 10. Traktori С-100 tagasilla ehituse ja juhtimismehhanismi iseärasused . . 427
§ 11. Traktori «Belaruss» tagasild 431
§ 12. Auto ГАЗ-51А tagasild 433
§ 13. Auto ЗИЛ-164 tagasild 434
§ 14. Tagasilla mehhanismide hooldamine 436

KÜMNES OSA

AUTO- JA TRAKTORIMOOTORITE KÄIGUOSA JA JUHTIMISMEHHANISMID

XXXV peatükk. **Ratastraktorite ja autode käiguosa** 437

§ 1. Ratastraktori käiguosa üldandmed 437
§ 2. Auto käiguosa üldandmed 440
§ 3. Ratta veeremine ja haardumine maapinnaga 443
§ 4. Traktorite ja autode rattad ning kummid 446

XXXVI peatükk. **Ratastraktorite ja autode rooliseade** 452

§ 1. Rooliseadme üldine ehitus ja tüübid 452
§ 2. Roolimehhanismi ja rooliseadme ülekandearv 453
§ 3. Juhtrataste stabiliseerimine 453
§ 4. Juhtrataste kaldenurk ja kokkujooks 454
§ 5. Traktori ja auto pööramise tingimused. Minimaalne pööramise raadius . 455

XXXVII peatükk. **Ratastraktorite ja autode käiguosa ning juhtimismehhanismide ehitus** 456

§ 1. Traktorite «Belaruss» МТЗ-5МС ja МТЗ-5ЛС käiguosa ja juhtimismehhanismid 456
§ 2. Traktorite «Belaruss» МТЗ-7ЛС ja МТЗ-7МС käiguosa ning juhtimismehhanismid 460
§ 3. Auto ГАЗ-51А käiguosa ja juhtimismehhanismid 462
§ 4. Auto ЗИЛ-164 käiguosa ja juhtimismehhanismid 466
§ 5. Traktorite ja autode käiguosa ning juhtimismehhanismide hooldamine . . 469

XXXVIII peatükk. **Autode pidurisüsteemid** 471

§ 1. Pidurisüsteemid ja pidurite tüübid 471
§ 2. Pidurite ajamid 472
§ 3. Pidurdusteekond 473
§ 4. Autode pidurisüsteemide ehitus 473
§ 5. Pidurisüsteemide hooldamine 481

XXXIX peatükk. **Roomiktraktorite käiguosa** 482

§ 1. Roomiktraktori käiguosa üldine ehitus 482
§ 2. Vedrustuste tüübid 483
§ 3. Roomikute tüübid 484
§ 4. Roomikute põhiliste mõõtmete suhe 486
§ 5. Traktorite ДТ-54А ja Т-75 käiguosa 487
§ 6. Traktori С-100 käiguosa 493
§ 7. Roomiktraktori käiguosa hooldamine 497

ÜHETEISTKÜMNES OSA

TRAKTORITE JA AUTODE TÖÖSEADMED

XL peatükk. **Hüdraulilised rippsüsteemid** 499

§ 1. Rippsüsteemi ülesanne ja rippagregaatide tüübid 499
§ 2. Hüdraulilise rippsüsteemi töötamise põhimõte 500
§ 3. Hüdrauliliste mehhanismide sõlmede ülesanne ja tüübid 501
§ 4. Rippseadised 504
§ 5. Töösügavuse reguleerimine 505
§ 6. Lahusagregaatne rippsüsteem 507
§ 7. Rippsüsteemi hooldamine ja rikked 517

XLI peatükk. **Traktorite ja autode töö- ning abiseadmed** 518

§ 1. Traktorite haakeseadis 518
§ 2. Rihmaratas 519
§ 3. Jõuvõtuvõll 519
§ 4. Traktorite vedavate rataste täiendavad koormajad 525
§ 5. Traktori kabiin 527
§ 6. Auto pukseerimisseadis 529
§ 7. Kummide pumpamise seade 529
§ 8. Vints 529
§ 9. Klaaspuhasti 529
§ 10. Autode kabiinide kütmine ja ventilatsioon 531

KAHETEISTKÜMNES OSA

TRAKTORI- JA AUTOTEOORIA ELEMENDID

XLII peatükk. **Ratas- ja roomiktraktori teooria** 533

§ 1. Traktorite süsteem 533
§ 2. Traktorite konstruktsioonide täiustamise suunad 533
§ 3. Liikumisel traktorile mõjuvad jõud 534
§ 4. Jõud vedava ratta piirdel ja traktori veeretakistus 536
§ 5. Traktori stabiilsus 536
§ 6. Traktori tööbilanss ja kasutegur 538
§ 7. Ekspluatatsiooniliste faktorite mõju traktori kasutegurile ja selle suurendamise meetodid 539
§ 8. Traktori veoarvutus 539
§ 9. Traktorite katsetamine 543

XLIII peatükk. **Autoteooria** 547

§ 1. Auto põhilised tehnilised ja ökonoomilised näitajad 547
§ 2. Autode konstruktsioonide põhilised arengusuunad 549
§ 3. Auto võimsuse- ja veobilanss 550
§ 4. Auto dünaamiline tegur ja dünaamiline karakteristik 553
§ 5. Võimsuse varu, maksimaalne tõusunurk ja kriitiline kiirus 554
§ 6. Auto rataste reaktsioonid 555
§ 7. Auto veoarvutus 555

Lisa. Traktorite baasiliste mudelite tehnilisi andmeid 558

Гуревич А. М., Сорокин Е. М.

Тракторы и автомобили

На эстонском языке
Оформление В. Варе

Эстонское Государственное Издательство
Таллин, Пярнуское шоссе, 10

Toimetaja A. Pilving
Kunstiline toimetaja R. Tungla
Tehniline toimetaja Ü. Laul
Korrektorid E. Künarpu ja A. Sepp

Ladumisele antud 24. V 1963. Trükkimisele antud 5. X 1963. Paber 70×108, 1/16. Trükipoognaid 35,5 + 2 kleebist. Tingtrükipoognaid 49,45. Arvestuspoognaid 50,85. Trükiarv 10 000. Tellimise nr. 4385. Hans Heidemanni nim. trükikoda, Tartu, Ülikooli 17/19. I.

Hind rbl. 1.39

4—2

B-20

Rbl. 1.39

TÜ RAAMATUKOGU
1 0300 00421474 0